



**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**

Elektrotechnisches Institut

Prof. Dr.–Ing. W. Hofmann

<b>JAHRESBERICHT</b>	<b>2007</b>
<b>ANNUAL REPORT</b>	<b>2008</b>

Lehrstuhl Elektrische Maschinen und Antriebe



## Inhalt

---

1	Vorwort .....	5
2.1	Lehraufgaben im Grund- und Hauptstudium an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik .....	7
2.2	Lehraufgaben im Grund- und Hauptstudium für andere Fakultäten .....	13
2.4	Preise .....	18
2.5	Exkursionen .....	18
3	Wissenschaftliche Veranstaltungen und Publikationen.....	19
3.1	Bücher, Buchbeiträge, Publikationen .....	19
3.2	Berichte, Vorträge, Ausstellungen .....	23
3.2.1	Sächsische Akademie der Wissenschaften .....	23
3.2.2	Lehrstuhl .....	23
3.2.3	Seminarwoche TU Darmstadt – TU Dresden.....	25
3.2.4	Vorträge zum IPP-Symposium .....	28
3.3	Weiterbildung.....	29
3.4	Patente/ Gebrauchsmuster .....	29
3.5	Internationale Zusammenarbeit .....	30
3.6	Mitgliedschaften .....	33
4	Forschung .....	35
4.1	Forschungsprofil .....	35
4.2	Forschungsprojekte .....	35
4.3	Dissertationen.....	37
5	Ausstattung des Lehrstuhls .....	55
6	Personelle Besetzung .....	59
7	Anschrift.....	61



# 1 VORWORT

Liebe Kollegen, Mitarbeiter und Freunde,  
nach der Neuorganisation des Lehrstuhls Elektrische Maschinen und Antriebe wollen wir Ihnen mit diesem Jahresforschungsbericht 2007/2008 eine Bilanz der letzten beiden Jahre vorlegen. Wir befinden uns naturgemäß noch in einer Umstrukturierung von Lehre und Forschung für das neue Fachgebiet. Die vor Jahren von der Fakultät beschlossene Zusammenführung der bisher traditionell getrennten Fachgebiete Maschinen und Antriebe kann als eine Chance angesehen werden, Lehrveranstaltungen, die nun in einer Hand sind, besser aufeinander abzustimmen und vielfältige Forschungsinhalte integrativer anzulegen. Die Lehre in den beiden grundständigen Diplomstudiengängen Elektrotechnik und Mechatronik wird konzentrierter angeboten werden. Die Forschung wird überwiegend grundlagenorientiert aufgestellt sein, aber auch auf einigen wichtigen Gebieten wie der regenerativen Energietechnik, der Automobiltechnik und der Industrieelektronik mit Industrieunternehmen anwendungsorientiert ausgerichtet sein.

Das übernommene Potential erfahrener Lehrkräfte und der Wechsel von vielen ehemaligen Mitarbeitern der TU Chemnitz nach Dresden haben den Neuanfang sehr wesentlich erleichtert und lässt uns für die kommenden Aufgaben optimistisch in die Zukunft sehen.

Für die geleistete Arbeit der Mitarbeiter, die kollegiale Zusammenarbeit mit meinen Amtsvorgängern und die Unterstützung von vielen Seiten sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Ihr





## **2 LEHRAUFGABEN**

### **2.1 Lehraufgaben im Grund- und Hauptstudium an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik**

*Univ. Prof. Dr.-Ing. W. Hofmann*

#### **Elektrische Maschinen 1, WS (3/0/0), SS (0/1/2)**

Pflichtfach für Elektroenergietechnik (EET)

- Grundlagen der elektromagnetischen Energiewandlung
- Einphasen-Transformator
- Drehstrom- und Spezialtransformatoren
- Grundlagen der Drehfeldmaschinen
- Induktionsmaschinen
- Stromortskurve der Käfigläufermaschine
- Betriebsverhalten der Käfigläufermaschine
- Betriebsverhalten der Schleifringläufermaschine
- Wechselstrom-Induktionsmaschinen
- Synchronmaschinen
- Vollpolläufer-Synchronmaschinen
- Schenkelpolläufer-Synchronmaschine
- Spezielle Synchronmaschinen
- Grundlagen der Gleichstrommaschinen
- Betriebsverhalten der Gleichstrommaschine
- Linearmotoren und Sonderbauformen
- Wachstumsgesetze und Maschinenausnutzung
- Maschinenprüfung

*Univ. Prof. Dr.-Ing. W. Hofmann*

#### **Elektromaschinendynamik (2/1/0)**

Wahlpflichtfach für Elektroenergietechnik

- Einführung in das Theoriengebäude
- Dynamisches Verhalten der Gleichstrommaschine
- Dynamisches Verhalten von Wicklungsanordnungen
- Kraft- und Drehmomentbildung in Maschinen
- Grundlagen der Raumzeigertheorie
- Rechengesetze für Raumzeigergrößen
- Raumzeigertheorie der Induktionsmaschine
- Dynamische Betriebszustände der Induktionsmaschine

- Übertragungsverhalten der Induktionsmaschine
- Raumzeigertheorie der Synchronmaschine
- Dynamische Betriebszustände der Synchronmaschine
- Übertragungsverhalten von Synchronmaschinen
- Nullsystem elektrischer Maschinen
- Elektromagnetische Wellenvorgänge in Maschinen

*Univ. Prof. Dr.-Ing. W. Hofmann*

### **Traktions- und Magnetlagertechnik (2/0/0)**

Wahlfach für alle Studienrichtungen

Traktionstechnik

1. Grundlagen
2. Fahrmotoren und deren Dimensionierung
3. Fahrwerke und Lastkollektive
4. Stromrichtertechnik
5. Vierquadrantensteller als Netzstromrichter
6. U-Umrichter als Maschinenstromrichter
7. Bahntechnische Regelkreise

Magnetlagertechnik

1. Einleitung
2. Aktive Magnetlagerung für Rotoren
3. Auslegung von Magnetlagern
4. Eigenschaften aktiver Magnetlager
5. Dynamik magnetgelagerter Rotoren
6. Regelung eines Magnetlagers
7. Aufbau lagerloser Maschinen
8. Anwendungspotentiale für Magnetlager

*Univ. Prof. Dr.-Ing. W. Hofmann / Prof. Dr.-Ing. M. Liese*

### **Stellmotoren (3/0/1) /**

#### **ab WS 08/09 wie Elektrische Maschinen 1**

Pflichtfach für Mechatroniker

- Grundbauformen (Radial-, Axialfeldformen)
- Gleichstrom-Kommutatormotoren
- Frequenzgesteuerte Asynchronmaschinen mit und ohne erhöhte Spannung
- Bürstenlose dauermagneterregte Antriebe mit Gleichstrommaschinenverhalten durch polradlageabhängige elektronische Kommutierung



- Ausführungen zur Erfüllung besonderer Genauigkeitsanforderung (Positionierung, geringe Momentenpulsation)
- Betriebsverhalten und -parameter der Maschinen
- Ansteuerung

*Dr.-Ing. habil. V. Müller*

### **Schaltungstechnik (2/1/0)**

Pflichtfach für Automatisierungstechnik und Elektroenergietechnik

- Bauelementmodelle und Verstärker
- Analoge Grundschaltungen mit Bipolar- und Feldeffekttransistoren
- Stromquellen und Stromspiegel, Referenzquellen, Differenzverstärker
- Leistungsverstärker
- Operationsverstärker
- Aktive Filter
- Signalgeneratoren
- Digitale Grundschaltungen
- Kombinatorische und sequentielle Schaltungen

*Dr.-Ing. habil. V. Müller*

### **Entwurf von Antriebssystemen (1/1/0)**

Wahlpflichtfach für Mechatronik (Makromechatronik) und Elektroenergietechnik

- Modellbildung
- Numerische Verfahren und Algorithmen
- Systemsimulation (Simulationssprachen, Wirkungspläne, objektorientierte Modelle)
- Rechnergestützter Entwurf (Rapid Prototyping)
- Modelle der Elektroenergietechnik (elektrisches und mechanisches Teilsystem)
- Hard- und Software digitaler Reglerbaugruppen für elektrische Antriebe

*Dr.-Ing. habil. V. Müller*

### **Bewegungssteuerung (2/1/0)**

Wahlpflichtfach für Mechatronik (Makromechatronik) und Elektroenergietechnik

- Antriebsregelung und Bewegungssteuerung
- Leistungsfluß in Bewegungssteuerungen
- Analyse technologischer Bewegungsprozesse
- Entwurf von Drehzahl- und Lageregelungen für eine Achse
- Dezentrale intelligente Antriebe im Systemverbund
- Hard- und Software für Bewegungssteuerungen
- Zustandsregelungen und Selbsteinstellung in Servoantrieben
- Drehmomenteinprägung in Drehfeldmaschinen

*Dr.-Ing. habil. G.-H. Geitner*

### **Technische Systeme (1/1/1)**

- Struktur Energietechnische Systeme
- Modellbildung für ereignisdiskrete, zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Systeme
- Prozessanalyse mit deterministischen Testsignalen im Zeit- und Frequenzbereich
- Systementwurf und Optimierung zeitkontinuierlicher Systeme
- Quasikontinuierlicher Entwurf
- Systementwurf und Optimierung von zeitdiskreten Systemen
- Nichtlinearitäten in Systemen

*Dr.-Ing. habil. G.-H. Geitner*

### **Antriebssysteme (2/1/0)**

- Beschreibungsmöglichkeiten für Bewegungsabläufe
- Projektierung - Dimensionierung des Antriebsmotors
- Stellglieder - netz- und selbstgelöscht
- Der Motor als Regelstrecke
- Antriebsregelung - kontinuierlich, quasikontinuierlich, diskontinuierlich

*Dr.-Ing. habil. G.-H. Geitner*

### **Aktorik – Teil 1 (2/0/0) und (0/0/21)**

- Elektrische Aktoren – Elemente zur Bewegungssteuerung
- Elektrische Aktoren – gesteuert
- Elektrische Aktoren – Projektierungsgrundlagen

- Elektrische Aktoren – geregelt
- Elektrische Aktoren – Elemente zur Leistungsflußsteuerung

*Dr.-Ing. habil. G.-H. Geitner*

### **Anwendungsspezifische Echtzeitregler (2/1/0)**

- Quasikontinuierlicher Reglerentwurf
- Grundlagen des Entwurfs diskontinuierlicher Regler
- Angewandte Z-Transformation
- Das Digitale Betragsoptimum (BOD)
- Schnelle Regler auf EEZ-Basis
- Modellbildung und Nichtlinearitäten
- Begrenzungsvarianten und graphische Reglerprogrammierung
- Einführung in Bondgraphen als Streckenmodelle

*Dr.-Ing. N. Hildebrand zusammen mit PD Dr. Ermisch (LE)*

### **Transformatoren und Messwandler (2/1/1)**

Transformatoren:

- Leistungstransformatoren in der Elektroenergietechnik, Wachstumsgesetze und TK-Zahl

Kern:

- Aufbau, Ausführungsformen, stationärer Betrieb, nichtstationärer Betrieb

Wicklungen:

- Wicklungsaufbau, Wicklungsausführungen

Isolierung:

- Begriffe, Isoliersysteme, Isolierstoffe für Transformatoren
- Entwurf von Transformatoren:
- Kernauslegung, Wicklungsauslegung, Isolierungsgestaltung

Presskonstruktionen:

- Begriffe, Prinzipien, Materialien; Auslegung der Schenkelpresselemente, Kesselgestaltung

Sensoren und Kontrolleinrichtungen in Transformatoren:

- Sensoren zur Überwachung des Öls, Monitoring, EMV
- Sensoren am Transformator

Messwandler:

- Klassifizierung von Wandlern

- Stromwandler Elektromagnetisches Prinzip:
- Messwandler, Schutzwandler, leistungsarmer Wandler
- Nichtkonventionelle Wandler:
  - Begriffe, Prinzipien, Eigenschaften, Beispiele
  - Spezielle Probleme bei der Anpassung der Leittechnik:
  - Normen, Anpassung, Hilfsenergie
- Dynamisches Verhalten von Wandlern:
  - Zeitkonstanten des Wandlers, Stromwandler zum Schutz für Klasse P, Übertragungsverhalten
- Spezielle Auslegung von Wandlern:
  - Begriff "leistungsarmer Wandler", Eigenschaften leistungsarmer Wandler, Auslegung

*Bastian Rückert*

Praktikum:

- Mikrorechentechnik 2 – Schrittmotor
- Elektrische Maschinen 1 – Schrittmotor
- Stellantriebe – Schrittmotor

*Dipl.-Ing. Thomas Bach*

Übung:

- LV Stellmotoren für MT (Ü) [2007]

*Sebastian Krauß*

- Elektrotechnisches Praktikum (P)
  1. PK7
  2. PK5

## **2.2 Lehraufgaben im Grund- und Hauptstudium für andere Fakultäten**

### **2.2.1 Fakultät für Maschinenbau**

*Dr.-Ing. habil. V. Müller*

#### **Elektrische Antriebe für Maschinenbauer (2/1/0)**

Wahlpflichtfach - Lehrexport für Fakultät Maschinenwesen

- Aufgaben und Struktur eines Antriebssystems
- Elektrische Arbeitsmaschinen
- Auswahl und Dimensionierung elektrischer Maschinen
- Leistungselektronische Stellglieder
- Regelung elektrischer Antriebssysteme
- Sensorik für Antriebe
- Ungeregelte Antriebe mit Asynchronmaschinen
- Umrichterspeisung und Regelung von Drehfeldmaschinen
- Stellantriebe und Schrittantriebe
- Informationsverarbeitung und Bewegungssteuerung

*Dr.-Ing. habil. V. Müller*

#### **Elektrotechnik für Fernstudium Maschinenbau (1/0/1)**

- Lehrexport für Fakultät Maschinenwesen

*Dr.-Ing. N. Hildebrand*

#### **Elektrotechnisches Praktikum (0/0/2)**

Lehrexport für Fakultät Maschinenwesen

- Elektrische Messungen
- R, L, C bei Gleich- und Wechselstrom
- Operationsverstärker
- Logische Schaltungen und Trigger
- Verbraucher am Drehstromnetz
- Schutzmaßnahmen
- Drehstromantrieb
- Steuerung von Verbrauchern

### **2.2.2 Fakultät für Wirtschaftswissenschaften**

*Univ. Prof. Dr.-Ing. W. Hofmann; Dr.-Ing. N. Hildebrand*

#### **Elektrische Maschinen und Antriebe für Wirtschaftsingenieure (2/0/0)**

- Lehrexport für Fakultät Wirtschaftswissenschaften

## 2.3 Diplom- und Studienarbeiten

### *Diplomarbeiten 2007*

---

Bärnklaus Hans-Albert

Entwicklung und Anwendung eines Finite-Elemente-Modells (FEM) zur Simulation des Stirnraumfeldes in einem Wasserkraftgenerator

Betreuer: Dipl.-Ing. Th. Bach

Zhang, Runsong

Untersuchung der Energieeffizienz von Bewegungsvorgängen mittels Bondgraphen

Betreuer: Dr.-Ing. G.-H. Geitner

Sterzik, Tim

Entwicklung einer Steuerungs- und Programmstrategie zum Betrieb eines Robotersystems zum Kanalverschluss von Dieselpartikelfiltern

Betreuer: Dr.-Ing. G.-H. Geitner

Marx, Florian

Modellbildung für eine vertikale Schlauchbeutelmaschine

Betreuer: Dr.-Ing. G.-H. Geitner

Kappel Andreas

Entwicklung einer Modellversuchseinrichtung zur Messung der Verluste in der Druckplatte eines Wasserkraftgenerators

Betreuer: Dr.-Ing. N. Hildebrand

Banda, Marcus

Neues Netzwerk-Berechnungsmodell zur Vorausbestimmung des Erregerstromes und der Reaktanzen von Schenkelpol-Synchronmaschinen

Betreuer: Dr.-Ing. N. Hildebrand

Chernogorski, Vladimir Stefanov  
Auslegung von geschalteten Reluktanzmotoren  
Betreuer: Dr.-Ing. N. Hildebrand

Nguyen Tran Duc Viet  
Untersuchung der feldorientierten Regelung einer Asynchronmaschine bei Verwendung eines neuen Stromreglers mit endlicher Einstellzeit  
Betreuer: Dr.-Ing. V. Müller

Halbedel, Jens  
Feldorientierte Kennfeldsteuerung einer stromerregten Synchronmaschine bei variabler Zwischenkreisspannung  
Betreuer: Dr.-Ing. V. Müller

### *Diplomarbeiten 2008*

---

Barth, Henry  
Einschrittkommutierung von Frequenzumrichtern mit Gleichspannungszwischenkreis mittels U-I-Charakteristik der Leistungshalbleiter  
Betreuer: Dipl.-Ing. S. Krauß

Emmrich, Dirk  
Implementierung mechanischer Effekte in eine elektromagnetische 2D-Simulationsumgebung für Schenkelpol-Synchronmaschinen  
Betreuer: Dr.-Ing. N. Hildebrand

Günther, Stephan  
Regelung aktiver Magnetlager als nichtlineares System  
Betreuer: Dipl.-Ing. E. Fleischer

Friebe Jörg  
Entwicklung eines Strömungsmodells zur Berechnung des Luftspaltwärmewiderstandes  
Betreuer: Dipl.-Ing. M. Festa

### *Masterarbeiten 2008*

---

Kukuczka Adam

Models of electrical motors based on Bond Graphs

Betreuer: Dr.-Ing. G.-H. Geitner

### *Studienarbeiten 2007*

---

Günther, Andreas

Weiterentwicklung eines Kreuztisches zur Pick & Place - Maschine

Betreuer: Dr.-Ing. G.-H. Geitner

Kästner, Bernhard

Bondgraphenbasierte, leistungsflußorientierte Beschreibung mechatronischer Systeme mit MATLAB / Simulink

Betreuer: Dr.-Ing. G.-H. Geitner

Wöhner, Daniel

Praktikumsversuch Synchronstellmotor

Betreuer: Dr.-Ing. N. Hildebrand

Friebe, Jörg

Praktikumsversuch mit einem Switched Reluctance Drive (SRD)

Betreuer: Dr.-Ing. N. Hildebrand

Kasten, Henning

Modernisierung des Praktikumsversuchs "Steuerung von Verbrauchern"

Betreuer: Dr.-Ing. V. Müller

### *Studienarbeiten 2008*

---

Hufenbach, Christian

Entwurf des rotorseitigen Leistungsreglers eines doppelt speisenden Asynchrongenerators mit direkter Leistungsregelung

Betreuer: Dipl.-Ing. B. Rückert



Lehnert, Franz  
Praktikumsversuchsstand „Synchronmaschine“  
Betreuer: Dr.-Ing. N. Hildebrand

Bruns, Martin  
Untersuchungen zum Betriebsverhalten von doppeltgespeisten Asynchrongeneratoren im Synchronpunkt  
Betreuer: Dipl.-Ing. B. Rabelo

Steinborn, Gunar  
Praktikumsversuchsstand „Gleichstrommaschine“  
Betreuer: Dr.-Ing. N. Hildebrand

Riedel, Matthias  
Inbetriebnahme und Erweiterung einer umrichter gespeisten Asynchronmaschine zur Nachbildung von Windprofilen  
Betreuer: Dipl.-Ing. B. Rückert

Semmer, Silvio  
Praktikumsversuchsstand „Prüfung elektrischer Maschinen“  
Betreuer: Dr.-Ing. N. Hildebrand

Krug, Bastian  
Praktikumsversuchsstand "Stoßkurzschluss einer Synchronmaschine"  
Betreuer: Dr.-Ing. N. Hildebrand

Richter, Georg  
Simulation der Fahrzeugdynamik mit Bondgraphen  
Betreuer: Dr.-Ing. G.-H. Geitner

Kasten, Henning  
Modernisierung des Praktikumsversuches "Steuerung von Verbrauchern"  
Betreuer: Dr.-Ing. habil. V Müller

## **2.4 Preise**

Werner von Siemens Excellence Award 2008 für die Diplomarbeit:

*„Entwicklung und Anwendung eines Finite-Elemente-Modells (FEM) zur Simulation des Stirnraumfeldes in einem Wasserkraftgenerator“*

Dipl.-Ing. Hans Albert Bärnklaus (ETI, LE)

Betreuer: Dipl.-Ing. Thomas Bach

## **2.5 Exkursionen**

Den Studenten wurde die Möglichkeit geboten, an folgenden Exkursionen teilzunehmen:

- Dresden, Wittur Electric Drives GmbH  
Datum: Januar 2007, 2008  
Thema: *„Aufbau, Konstruktion und industrielle Fertigung von elektrischen Antrieben insbesondere von Aufzugsantrieben“; Ergänzung zur LV "Elektrische Maschinen 1"*
  
- Dresden, Siemens AG Transformatorenwerk Dresden  
Datum: November 2008  
Thema: *„Aufbau, Konstruktion und Fertigung von Leistungstransformatoren“; Ergänzung zur LV "Elektrische Maschinen 1"*
  
- Dresden, VEM Sachsenwerk GmbH  
Datum: Dezember 2007, 2008  
Thema: *„Aufbau, Konstruktion und industrielle Fertigung von elektrischen Motoren und Generatoren“; Ergänzung zur LV "Elektrische Maschinen 1"*

### **3 WISSENSCHAFTLICHE VERANSTALTUNGEN UND PUBLIKATIONEN**

#### **3.1 Bücher, Buchbeiträge, Publikationen**

*2008*

---

- /1/ Zanasi, R.; Geitner, G.-H.; Bouscayrol, A.; Lhomme, W.: Different energetic techniques for modelling traction drives. ElectrIMACS 2008, Quebec (Canada), June 2008. (ohne ISSN)
- /2/ Lhomme, W.; Zanasi, R.; Geitner, G.-H.; Bouscayrol, A.: Different Graphical Descriptions of Clutch Modelling for Traction Systems. ElectrIMACS 2008, Quebec (Canada), June 2008. (ohne ISSN)
- /3/ Rückert, B.; Hofmann, W.: Direkte Leistungsregelung von doppeltspeisenden Asynchrongeneratoren zur Minimierung der Gleichtaktspannung, VDE/VDI-Tagung Elektrisch-mechanische Antriebssysteme 2008, Böblingen, 23.-24. September 2008, ETG-Fachbericht 113, S. 111-116
- /4/ Rückert, B.; Hofmann, W.: Common Mode Voltage Minimized Direct Power Control of the Grid Side Connected Converter in Doubly Fed Induction Generators. SPEEDAM 2008, Ischia, Italy, pp. 1455 - 1459
- /5/ Bärnklaus, H.; Bach, T.: Experience with Model Simplifications for making a large FEM Calculation Case computable. ICEM 2008, Villamoura, Portugal
- /6/ Rückert, B.; Hofmann, W.: Simulation of CMV-minimized Direct Power Control for Doubly Fed Induction Generators. EPE Wind Energy Chapter 2008 Delft, Proceedings pp.6
- /7/ J. L. Da Silva, R. G. de Oliveira, S. R. Silva, B. Rabelo, W. Hofmann: A Discussion about a Start-up Procedure of a Doubly-Fed Induction Generator System. NORPIE 2008, Helsinki Proceedings pp.6
- /8/ Rabelo, R.; Hofmann, W., Gaiba, R., Da Silva J.L.A., Silva, S.: Reactive Power Control in Doubly-Fed Induction Gen-

- erators for Wind Turbines. IEEE Power Electronics Specialist Conf. PESC 2008, Proceedings pp.106-112
- /9/ Hofmann, W.: Energieoptimale Stellvorgänge und deren Auswirkung auf die Auslegung von rotatorischen und linearen Stellantrieben. VDI/VDE-Tagung Elektrisch-mechanische Antriebssysteme. 2008 Böblingen. ETG-Fachberichte113, S. 235 - 240
- /10/ Paul, M.; Hofmann, W.; Frei, B.: Schleppverluste bei permanenterregten Synchronmaschinen und deren Reduzierung. EMA Elektromobilausstellung und wiss. Konferenz. Aschaffenburg ETG-Fachbericht 114, 2008. S. 83 - 89
- /11/ Schramm, M.; Hofmann, W.: Magnetic Displacement and Velocity Sensor for Robust Control of Active Magnetic Bearing. IEEE Sensors 2008 Proceedings, pp.5
- /12/ Liese, M.; Brown, M.: Design-Dependent Slot Discharge and Vibration Sparking on High Voltage Windings, IEEE Transaction on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 15; No 4; August 2008, pp. 927-

## 2007

---

- /1/ Hofmann, W.: Taschenbuch der Elektrischen Energietechnik. Kap. 8 Elektrische Maschinen und Antriebe S. 349-406, Kap. 9.: Leistungselektronik S. 407-448, Hanser, Leipzig 2007
- /2/ Hofmann, W.; Stiebler, M.: DUBBEL Taschenbuch Maschinenbau Kap. V Elektrotechnik V1 - 72, Springer, Berlin 2007 22. Auflage
- /3/ Schröppel, W.; Mertens, A.; Ponick, B.; Hofmann, W.; Doppelbauer, Drubel, O. u.a.: Effizienz- und Einsparpotentiale elektrischer Energie in Deutschland VDE-Studie. Energietechnische Gesellschaft. Dezember 2007. 100 Seiten
- /4/ Chen, L.; Hofmann, W.: Performance Characteristics of One Novel Switched Reluctance Bearingless Motor Drive. Power Conversion Conferences PCC 2007 Nagoya Proceedings pp. 608-613

- /5/ Binder, A.; Doppelbauer, M.; Gold, P.; Hofmann, W.: Antriebssysteme: Innovationen - Trends - Mechatronik. ETZ 2007 H.4, S. 60-69
- /6/ Bocklisch, Th.; Hofmann, W.: Optimal and predictive energy management of Photovoltaic-Fuel cell hybrid systems with short-time energy storage. Intern. Conf. on Power Conversion, Intelligent Motion and Power Quality PCIM 2007 Nürnberg. pp.6
- /7/ Domes, D.; Hofmann, W.: SiC-JFET in Contrast to High Speed IGBT in Matrix Converter Topology. IEEE Power Electronics Specialists Conference. PESC 2007 Orlando Proceedings pp.54-60
- /8/ Krauss, M.; Hofmann, W.: Binary Magnet Field Sensors as Information Source for Alternate Current Directions in Direct and Indirect Frequency Converters. AFRICON 2007 Sep. Windhoek, pp.8
- /9/ Krauss, M.; Hofmann, W.: Threshold Triggered Magnetic Filed Sensors for Detecting the Load Current Direction for Frequency Converters. European Power Electronics and Drives Conference EPE 2007, Aalborg, Sept. 2007, Paper 792, pp.9
- /10/ Schuhmann, T.; Hofmann, W., Fleischer, E.: Potentials of Reducing the Power Requirement of Magnetic Suspension Systems by Implementing a Linear Quadratic Gaussians Controller. European Power Electronics and Drives Conference EPE 2007 Aalborg, Sept. 2007, Paper 75, pp. 10
- /11/ Rabelo, B.; Hofmann, W.: Simple Fault Ride-Through Capability Analysis for Wind Power Plants under Different Grid Code Requirement. European Power Electronics and Drives Conference EPE 2007, Aalborg Sep. 2007 Paper 737 pp.6
- /12/ Frei, B.; Hofmann, W.: Schlepp- und Stillstandsverluste in Hybridfahrzeugen mit Leistungsverzweigung. Internationaler ETG-Kongress, Fachtagung Hybridantriebstechnik und Energieeffiziente elektrische Antriebe. Karlsruhe 2007, ETG-Fachbericht 107 S. 65-74

- /13/ Rückert, B.; Hofmann, W.: Direkte Leistungsregelung des netzseitigen Stromrichters bei doppeltgespeisten Asynchrongeneratoren. 12. Symposium Maritime Elektronik, Rostock, Sept. 2007, Tagungsband S.309 -315
- /14/ Schuhmann, T.; Hofmann, W.: Erhöhung der Energieeffizienz schnelldrehender elektrischer Antriebe durch den Einsatz aktiver magnetischer Lagerungen. Internationaler ETG-Kongress, Fachtagung Hybridantriebstechnik und Energieeffiziente elektrische Antriebe. Karlsruhe 2007 ETG-Fachbericht 107 S.227-236
- /15/ Schramm, M.; Hofmann, W.: Novel Magnetic Displacement Sensor for Mechatronical Systems. International Conference of the IEEE Industrial Electronics Society IECON 2007 Taiwan Proceedings pp.2219-2224
- /16/ Chen, L., Hofmann, W.: Design of one rotary-linear permanent magnet motor with two independently energized three phase windings. IEEE Power Electronics and Drive Systems Conference PEDS 2007, Bangkok Nov. 2007 pp.1372-1376
- /17/ Stadie, K.; Würfel, M.; Hofmann, W.: Verlängerte Standzeit bei doppeltgespeisten Drehstrom-Asynchrongeneratoren. Antriebstechnik 2007 H.7 S.46-49

## **3.2 Berichte, Vorträge, Ausstellungen**

### **3.2.1 Sächsische Akademie der Wissenschaften**

09.11.2007

---

Prof. W. Hofmann

Plenarvortrag:

*Der Leistungsbyypass – ein erfolgreiches Prinzip in elektromagnetischen Energiewandlern*

### **3.2.2 Lehrstuhl**

29.05.2008

---

R. Michel – Bosch/Rexroth

Forschungsvortrag:

*Oberwellenkompensation in feldorientierten Stromreglern von permanentmagneterregten Synchronmaschinen*

A. Kukuczka

Abschlussvortrag:

*Utilization of the Bond Graph Technique for modeling of electrical machines*

M. Bruns

Abschlussvortrag zum Oberseminar:

*Aktuelle Probleme bei Antriebsregelung und Stellmotoren*

04.06.2008

---

B. Rückert

Forschungsvortrag:

*Common Mode Voltage Minimized Direct Power Control of the Grid Side Connected Converter in Doubly-Fed Induction Generators*

B. Rabelo

Forschungsvortrag:

*Reactive Power Control in Doubly-Fed Induction Generators for Wind Turbines*

*26.06.2008*

---

R. Biandu

Forschungsvortrag:

*Untersuchungen zur Eignung linearer Aktorsysteme für eine schnelle, geregelte Nanopositionierung mit großem Verfahrbereich in der automatisierten Lichtmikroskopie*

J. Friebe

Diplomzwischenvortrag:

*Entwicklung eines Strömungsmodells zur Berechnung des Luftspaltwärmewiderstandes*

*03.07.2008*

---

S. Günther

Diplomzwischenvortrag:

*Regelung aktiver Magnetlager als nichtlineares System*

*29.09.2008*

---

D. Emmrich

Diplomzwischenvortrag:

*Implementierung mechanischer Effekte in eine elektromagnetische 2D-Simulationsumgebung für Schenkel-pol-Synchronmaschinen*

J. Friebe

Diplomabschlussvortrag:

*Entwicklung eines Strömungsmodells zur Berechnung des Luftspaltwärmewiderstandes*

*09.10.2008*

---

S. Günther

Diplomabschlussvortrag:

*Regelung aktiver Magnetlager als nichtlineares System*

H. Barth

Diplomzwischenvortrag:

*Untersuchungen zur Kommutierung von Umrichtern mit Gleichspannungszwischenkreis*



19.12.2008

---

D. Emmrich

Diplomabschlussvortrag:

*Implementierung mechanischer Effekte in eine elektromagnetische 2D-Simulationsumgebung für Schenkelpol-Synchronmaschinen*

S. Semmer

Diplomzwischenvortrag:

*Optimierung des elektromagnetischen Entwurfs eines Windkraftgenerators*

### **3.2.3 Seminarwoche TU Darmstadt – TU Dresden**

*13.09.-16.09.07 in Hirschegg/Österreich*

---

- B. Janjic (TU Darmstadt):  
*Design of PM integrated motor-drive system for axial pumps*
- Chip R. Sabirin :  
*Digital State Controller for Active Magnetic Bearings*
- C. Deak  
*Influence of magnet segmentation on losses in the magnets of PMSM*
- H. A. Bärnklaus (TU Dresden)  
*Simulation des Stirnraumfeldes in einem Wasserkraftgenerator*
- M. Liese (TU Dresden)  
*Erfahrungen mit der automatisierten Stoßkurzschlussauswertung*
- E. N. Hildebrand (TU Dresden)  
*Erwärmungsberechnung im Ständer von Wasserkraftgeneratoren*
- O. Körner  
*Innovative Integrated Energy Efficiency Solutions for Railway Rolling Stock, Rail Infrastructure and Train Operation*
- O. Magdun (TU Darmstadt)  
*Prediction of Common Mode Ground Current in Motors of Inverter-Based Drive Systems*

- Th. Bach (TU Dresden)  
*Schieflastströme in Turbogeneratorläufern*
- Th. Knopik (TU Darmstadt)  
*Rotor angle detection via shaft iron remanence for the balancing process of small rotors*
- T. Schneider (TU Darmstadt)  
*Lagerlose Motoren als High Speed Antriebe*
- X. Cui (TU Darmstadt)  
*Design Straight-Flow Permanent Magnet Synchronous HydroMagnet Hydro-Generators with Concentrated Windingswith Windings*
- Y. Gessese (TU Darmstadt)  
*Design of High Speed Solid Rotor Induction Motor using Finite Element Calculations*

10.-14. September 2008 in Görlitz

- A. Arias (TU Dresden):  
*Z-Source Umrichter - Steuerverfahren*
- S. Krauß (TU Dresden):  
*Matrixumrichter mit lastseitiger direkter Drehmomentregelung und netzseitiger ladungsfehlertoleranter Strommodulation*
- B. Rabelo (TU Dresden):  
*Regelung doppelt gespeisender Asynchrongeneratoren*
- B. Rückert (TU Dresden):  
*Direkte Leistungsregelung doppelt gespeisender Asynchrongeneratoren*
- E. Fleischer (TU Dresden):  
*Integrierte kapazitive Sensoren für aktive Magnetlager*
- L. Chen (TU Dresden):  
*Entwurf und Optimierung eines lagerlosen, geschalteten Reluktanzmotors mit Einschichtwicklung*
- M. Schramm (TU Dresden):  
*Magnetische Lagesensoren für aktive Magnetlager*
- C. R. Sabirin (TU Darmstadt):  
*Magnetlagerung einer Hochdrehzahl-PM-Synchronmaschine*

- O. Magdun (TU Darmstadt):  
*Equivalent circuits for calculation of common mode ground currents*
- G. Munteanu (TU Darmstadt):  
*Parasitic radial rotating force in magnetically levitated cage induction machines*
- Prof. Hofmann (TU Dresden):  
*Einsparpotentiale bei energieoptimal bewegten Stellantrieben*
- Prof. Eberhardt (TU Dresden):  
*Kühltechnik von Kleinmaschinen*
- D. Emmrich (TU Dresden):  
*Implementierung mechanischer Effekte in eine elektromagnetische 2D-Simulationsumgebung für Schenkel-pol-Synchronmaschinen*
- T. Knopik (TU Darmstadt):  
*Ermittlung von Wärmeübergangskoeffizienten von elektrischen Maschinen mit Hilfe von Ansys CFX*
- M. Mirzaei (TU Darmstadt):  
*Loss Calculation in Converter-Fed Electrical Machines: Permanent-Magnet Synchronous and Induction Machines*
- B. Funieru (TU Darmstadt):  
*Last Advances in FEMAG 3D Software*
- Prof. Binder (TU Darmstadt):  
*Comparison of measured and analytically calculated stray load losses in standard cage induction machines*
- M. Hofmann:  
*Ringmotoren für Erzminen*
- Jöckel (Loher AG):  
*Präsentation und Portfolio Loher*
- T. Bach (TU Dresden):  
*Messprogramm Generator Wehr*
- M. Klahn:  
*Nutzung von Momentanleistung und virtuellem Fluss für den netzfreundlichen und hochdynamischen Betrieb von Netzstromrichtern, Promotion*

- Y. Gessese (TU Darmstadt):  
*Design and Optimisation of High Speed Solid Rotor Induction Motor*
- Takahashi (TU Darmstadt):  
*Transient-Torque Analysis for Line-Starting Permanent-Magnet Synchronous Machines*
- Blöcher:  
*Torsional Interharmonics Interaction Study of 75MW*
- Deak:  
*Hochausgenützte PM-Motoren*
- X. Cui:  
*Permanent-Magnet Synchronous Hydro-Generator with Tooth-Coil Technology*
- H. Gholizad:  
*Variable Impedance Induction Machine (VZIM)*
- M. Festa (TU Dresden):  
*Kühlung elektrischer Maschinen*
- G. Gömürgüz:  
*Winding heating in self-cooled dry transformers*

### **3.2.4 Vorträge zum IPP-Symposium**

- E. Fleischer  
*Innovative Techniken für kompakte, verlustarme Magnetlagerungen*
- B. Rückert  
*Direkte Leistungsregelung von doppelt gespeisenden Asynchronengeneratoren zur Minimierung der Gleichtaktspannung*
- P. Schegner, H. Bauer, M. Liese, W. Hofmann, H. Güldner, St. Bernet, K.-H. Gonschorek; H. G. Krauthäuser, St. Großmann  
*Entwicklungskonzeption des Fachgebietes „Elektroenergietechnik“ in den nächsten 15 Jahren*

### **3.3 Weiterbildung**

M. Sc. Arturo Arias

Institutskolloquium „Elektromagnetische Verträglichkeit in Umrichtern“, TU Chemnitz, 13.11.2008

Dipl.-Ing. E. Fleischer

Teilnahme an Fachveranstaltung „Direktantriebe“ Haus der Technik Essen, 06.11. – 07.11.2008

Seminarwoche bzw. Doktorandentreffen

TU Darmstadt – TU Dresden

Kleinwalsertal, Österreich 13.09.-16.09.2007

Organisation TU Darmstadt: Dipl.-Ing. Chip Rinaldi Sabirin

Organisation TU Dresden: Dipl.-Ing. Thomas Bach

Seminarwoche bzw. Doktorandentreffen

TU Darmstadt – TU Dresden

Görlitz 10.09.-14.09.2008

Organisation TU Darmstadt: Dipl.-Ing. Chip Rinaldi Sabirin

Organisation TU Dresden: Dipl.-Ing. Thomas Bach

### **3.4 Patente/ Gebrauchsmuster**

Beteiligte Verfasser: W. Hofmann, M. Schramm

*Messeinrichtung zur berührungslosen Erfassung der radialen Auslenkung und radialen Auslenkungsgeschwindigkeit von magnetisch gelagerten Wellen*

Aktenzeichen: AKZ. 20 2008 006 090.7

Anmeldetag: 30.04.2008

Beteiligte Verfasser: E. Munkow, K. Stadie, W. Hofmann, M. Würfel,

*Verfahren und Diagnosestrategie zur Überwachung eines Schleifringesystems in Elektromaschinen*

Aktenzeichen: WO 2008 / 148583 A1

Anmeldetag: 09.06.2008

### **3.5 Internationale Zusammenarbeit**

*Projektebezogener Wissenschaftler austausch gefördert durch DAAD (Probral)*

---

1. Balduino Rabelo

19.04.2008 - 15.05.2008 Forschungsaufenthalt in Brasilien

2. Sebastian Krauß

25.10.2008 - 23.11.2008 Forschungsaufenthalt in Brasilien

*Gastwissenschaftlerin*

---

Dr. Güven Kömürgöz, Türkei

vom 23.Mai 2008 bis 22.November 2008 an der TU Dresden

*IAESTE-Praktikantenprogramm*

---

Nahasm Reanto Luiz de Lima - Brasilien

15.10. - 14.12.2007

Betreuer: Dr.-Ing. N. Hildebrand

Alexandros Dalkalitsis - Griechenland

20.10. - 19.12.2008

Betreuer: Dipl.-Ing. M. Festa

Carson Ruth - Irland

13.10. - 05.12.2008

Betreuer: Dipl.-Ing. M. Festa

Limbunpha Peeraphat - Thailand

07.10. - 30.11.2008

Betreuer: Dipl.-Ing. E. Fleischer

Savchuk Evgeniy - Belarus

01.10. - 30.11.2008

Betreuer: Dr.-Ing. V. Müller

Álvaro Andrés Navarro Pérez - Kolumbien

01.10. - 30.11.2008

Betreuer: Dipl.-Ing. B. Rückert

Muhamed Wahab Mohd Halimi - Malaysia  
15.09. - 15.11.2008

Betreuer: Dipl.-Ing. S. Krauß

Ahmad Mohd Saufi - Malaysia  
15.09. - 14.11.2008

Betreuer: Dipl.-Ing. E. Fleischer

Eser Orcun - Türkei  
15.09. - 14.11.2008

Betreuer: Dipl.-Ing. E. Fleischer

Pedulla David - Australien  
01.09. - 31.10.2008

Betreuer: Dipl.-Ing. M. Festa

Danés Leandro Henschel - Brasilien  
21.08. - 20.10.2008

Betreuer: M. Sc. B. Rabelo

Damjanovsky Goce - Bulgarien  
16.08. - 15.10.2008

Betreuer: Dipl.-Ing. S. Krauß

Takamasa Yamamoto - Japan  
01.08. - 30.09.2008

Betreuer: Dipl.-Ing. M. Festa

Naoum Sawaya Hadi - Libanon  
01.08. - 01.10.2008

Betreuer: M. Sc. A. Arias

Hadeed Rama - Syrien  
01.08. - 30.09.2008

Betreuer: Dr.-Ing. G.-H. Geitner

Torrel Contero Albert - Spanien  
07.07. - 29.08.2008  
Betreuer: Dipl.-Ing. B. Rückert

Espinosa Santaella Omar Augusto - Mexiko  
01.07. - 01.09.2008  
Betreuer: M. Sc. Rabelo

Levkonyuk Andrew - Ukraine  
01.07. - 31.08.2008  
Betreuer: Dipl.-Ing. B. Rückert

Nguyen Duc Kein - Vietnam  
26.06. - 23.08.2008  
Betreuer: M. Sc. L. Chen

Nouwezem Alex Njikam - Zypern  
16.06. - 15.08.2008  
Betreuer: Dipl.-Ing. S. Krauß

Al-Jabri Yousuf Talib Said - Oman  
13.06. - 31.07.2008  
Betreuer: Dipl.-Ing. E. Fleischer

Sharma Somesh - Indien  
01.01. - 28.02.2008  
Betreuer: Dipl.-Ing. Th. Bach

Ahmad Mohd Saufi  
15.09. - 14.11.2008  
Betreuer: Dipl.-Ing. E. Fleischer



### 3.6 Mitgliedschaften

*Prof. Dr.-Ing. W. Hofmann*

---

- Ordentliches Mitglied der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig (Technikwissenschaftliche Klasse)
- Member of Editorial Board of European Transaction on Electrical Power (ETEP) Wiley & Sons
- Member of Editorial Board of Electrical Engineering (Archiv für Elektrotechnik), Springer Verlag
- VDE:
  - Vorsitz des ETG-Fachbereiches A1: Elektrische Maschinen und Antriebe, Mechatronik
  - Vorsitz des ETG-Fachausschusses A1-1: Elektrische Antriebe in Kraftfahrzeugen
  - Mitglied im AK19 Elektrische Maschinen und Antriebe
  - Mitglied im ETG-Fachbereich Q1: Leistungselektronik
  - Mitglied Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik
- VDI
- EPE-Association, International Steering Committee
- IEEE:
  - Industry Application Society
  - Power Electronics Society
  - Industrial Electronics Society
- Reviewer IEEE Transaction on Industrial Electronics
- Sondergutachter DFG, VW-Stiftung

*Dr.-Ing. V. Müller*

---

- VDE

*Dr.-Ing. N. Hildebrand*

---

- VDE-Arbeitskreis 19 "Elektrische Maschinen und Antriebe"



## **4 FORSCHUNG**

### **4.1 Forschungsprofil**

Das Forschungsprofil des Lehrstuhles Elektrische Maschinen und Antriebe ist geprägt durch folgende Forschungsgebiete und -bereiche:

- Grundlagen: Methodik, Modellierung, Simulation, Werkzeuge
- Magnetlager, Mechatronik
- Regenerative Energien: Windenergietechnik, Generatoren
- Hybrid- und Elektroauto: Fahrmotoren, Regelung, Stromrichter
- Kühlung elektrischer Maschinen
- Stromrichter, Industrieelektronik

### **4.2 Forschungsprojekte**

#### *DFG-Projekte*

---

1. Untersuchung einer Magnetlagerregelung mit vollständiger Zustandsgrößenmessung durch magnetische Lagesensoren  
DFG - HO 1483/31-3, 2008 - 2009
2. Generalized Space Vector Modulation for Impedance Source Inverters Applied to Fuel-Cell-Based Isolated Electric Power Generation  
DFG - HO 1483/53-1, 2008 - 2011
3. Synchroner Betrieb von doppeltgespeisten Drehstrom-Asynchrongeneratoren  
DFG - HO 1483/42-1, 2007 - 2009
4. Polradwinkelgesteuerter Drehstromgenerator mit gleichstromerregter rotorseitiger Drehstromwicklung und leistungsverzweigtem Getriebe für drehzahlvariable Windenergiewandler  
DFG - HO 1483/47-1, 2008 - 2010

5. Sensorunterstützte Einschrittkommutierung in Frequenzumrichtern  
DFG - HO 1483/46-1, 2005 – 2008
6. Direkte Leistungsregelung (DLR) zur Rotorspeisung von doppeltspeisenden Drehstrom-Asynchrongeneratoren mit optimaler Gleichtaktspannungsbildung  
DFG - HO 1483/43-1, 2006 - 2009
7. Integrierter robuster Lagesensor mit Kalmanfilter für Magnetlager  
DFG - HO 1483/29-3, 2007-2008
8. Zeitgestaffeltes prognosebasiertes Steuerungskonzept für ein Multispeicher-Hybridsystem.  
DFG HO 1483/40-1, 2005-2007

### *Industrieprojekte*

---

1. Modifikation und Erweiterung eines Berechnungsprogramms für Gleichstrommaschinen für die Firma Baumüller Nürnberg GmbH, 2008
2. Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet Wasserkraftgeneratoren für Voith Siemens Power Generation, Heidenheim, 2003 - 2008
3. Messung der Polasymmetrie an Läufern von EC-Motoren für die Firma Pierburg Pump Technology GmbH, Neuss, 2008
4. Einführung von kompletten Schleifringssystemen aus Graphit, PanTrac Berlin, VEM Sachsenwerk Dresden GmbH, 2007 - 2008
5. Entwurf und Optimierung von lagerlosen Motoren mit konzentrierten Wicklungen, SMWK Stipendium, 2006 -2009
6. Querkühlung für gehäuselose Drehstrommotoren  
Hausforschung 2007 – 2010
7. Generatorsystem für einen dieselektrischen Antrieb. FhG IVS Dresden, 2008-2009

### **4.3 Dissertationen**

2008

---

Dr.-Ing. Michael Klahn,

*Nutzung von Momentanleistung und virtuellem Fluss für den netzfreundlichen und hochdynamischen Betrieb von Netzstromrichtern*, Promotion TU Dresden

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. P. Büchner

Dr.-Ing. Matthias Paul,

*Elektromagnetische Energiewandler in stufenlosen Fahrzeuggetrieben*, Promotion TU Chemnitz

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. W. Hofmann

## 4.4 Darstellung einiger Forschungsergebnisse in Kurzform

*Priv.-Doz. Dr.-Ing. habil. G.-H. Geitner*

---

### **Leistungsfluß orientierte Modelle dynamischer Systeme mit Bondgraphen**

Die Modellbildung dynamischer Systeme umfasst meist mehrere Energiebereiche. Dabei sind folgende Eigenschaften vorteilhaft: detaillierte aber kompakte Darstellung des inneren Systemaufbaus, Einsatz einer übersichtlichen und wohl definierten Anzahl von Modellbildungselementen, die unabhängig vom Energiebereich sind, und die weitere Verwendung bekannter Analyse- und Regelverfahren. Um diese Anforderungen zu erfüllen, sollte das Modellierungswerkzeug ohne Simulator-Kopplung und ohne spezielles Bedienfenster unter einer eingeführten Software verfügbar sein und keine Ikonen mit unklar definierter Funktion enthalten.

Herkömmliche Übertragungsfunktionen und Blockdiagramme verschleiern den Blick ins Systeminnere, zerstören die physikalische Struktur durch Umwandlung in eine Berechnungsstruktur und erschweren das Verständnis des Leistungsflusses im System. Diese Nachteile Signalfluß orientierter Modellbildung verschwinden mit Leistungsfluß orientierten Methoden. Energetic Macroscopic Representation (Bouscayrol, 2000), Power Oriented Graph

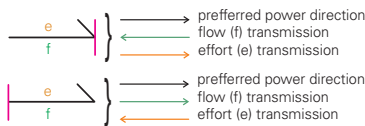
### **Power flow oriented models of dynamic systems using Bond Graphs**

Modelling dynamical systems often includes several energy domains. In doing so the following features are advantageously: detailed but compact representation of the inner configuration, use of a limited and clearly laid out set of modelling elements independent of the energy domain and further application of well-known analysis tools and control methods. To fulfil these specifications the modelling method should be available on popular software systems without any need of simulator coupling or introduction of other software systems and it should avoid iconic elements of unclear inner construction.

Conventional transfer functions and standard block diagrams obscure the view inside the dynamical system, destroy the physical structure by changing it into a computational structure and make it difficult to understand the power flow through the system. These disadvantages of the conventional signal flow based modelling method will overcome by the use of power flow oriented methods. Energetic Macroscopic Representation (Bouscayrol, 2000), Power Oriented Graph (Zanasi,

(Zanasi, 1991) und Bondgraph (Paynter, 1959) sind hierfür typische Vertreter und basieren alle auf dem Prinzip Aktion/Reaktion. Zwischen diesen Werkzeugen bestehen sehr enge Beziehungen einschließlich der Verwendung gleicher Parameterdefinitionen. Die ersten beiden Methoden stellen die Übertragungsrichtungen der konjugierten Leistungsvariablen explizit dar, während Bondgraphen diese Information implizit enthalten.

Modelle mit Bondgraphen sind sehr kompakt und bieten beste Voraussetzungen für eine universelle Blockbibliothek.

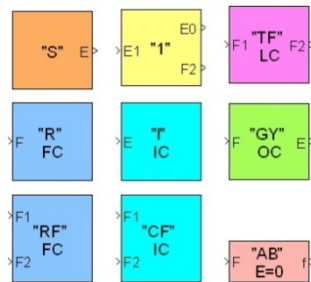


**Figure 1:**

BG: Half arrow connections/causality

Die bidirektionale Verbindung zwischen zwei Leistungsports von BG Elementen ist durch einen Halbpfel und die Zuordnung eines Kausalitätsstriches zu einem Ende dieser Verbindung definiert – Figure 1. Das Produkt der dieser Verbindung zugeordneten konjugierten Leistungsvariablen Effort (e) und Flow (f) muss einer Leistung in Watt entsprechen. Andere Grundelemente bilden Verluste (R, RF), Energiespeicher (I, CF), Energiewandlung (TF, GY) und Energieverteilung (1) wahlweise skalar oder vektorieell nach. Zwei weitere Elemente modellieren

1991) and Bond Graph (Paynter, 1959) are for instance typical power flow oriented modelling methods based on the action-reaction principle. The relationship between all three methods is very closely and they may work with same parameter definitions. The two first methods explicitly present both transmission directions of the conjugated power variables of a specific connection, whereas Bond Graph implicitly contains this information.



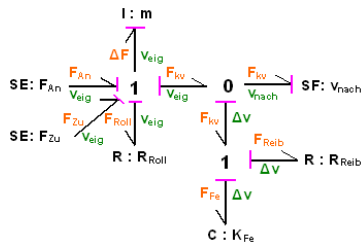
**Figure 2:**

Bond Graph Library BG V.2.1

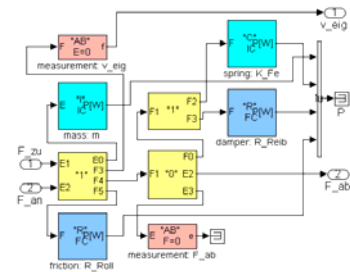
Bond graphs result in most compact models and offer best preconditions for a universal block library. A half arrow marked connection includes both the definition of a bidirectional connection between two power ports of the concerning BG elements and the assignment of a causal stroke to one of the ends of this connection – Figure 1. The product of the associated conjugated power variables of effort (e) and flow (f) has to result in a power value of unit Watt. Further basic BG elements model energy loss (R,

alle Arten von Energiequellen (S) bzw. realisieren die Messung (AB) von Leistungsvariablen im Modellinneren. Bondgraphen schließen auch die Definition von verallgemeinertem Momente bzw. Displacement als Integral von Effort bzw. Flow, Anfangswerte und Nichtlinearitäten ein.

Figure 2 zeigt hierzu eine menügeführte Erweiterungs-Blockbibliothek für Simulink. Modelle für ein Kelvin-Voigt-Element (Figure3 und 4) und eine verallgemeinerte elektrische Maschine (Figure5 und 6) beweisen die strukturelle Übereinstimmung von Bondgraph und Simulink Bondgraph.



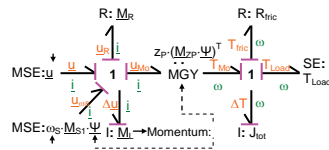
**Figure 3:**  
Kelvin-Voigt-Element: Bond Graph



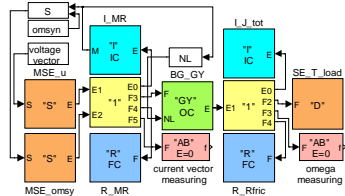
**Figure 4:**  
Kelvin-Voigt-Element: Simulink BG

RF), storage (I, CF), conversion (TF, GY) and distribution (1) including scalar or vectorial operation modes. Two special elements realize all kinds of sources or destinations (S) and ensure the measurement (AB) of any conjugated power variable inside the model. In addition to that the BG method defines the integral of effort resp. flow as generalized Momentum and Displacement and operates both with nonlinearities and initial values.

Figure2 presents for this an add-on Simulink library with menu driven customization. The models of a Kelvin-Voigt element (Figure3 and 4) and an all-purpose electrical machine (Figure 5 and 6) demonstrate the structural correlation between Bond graph and Simulink Bond graph.



**Figure 5**  
General electrical machine: Bond Graph



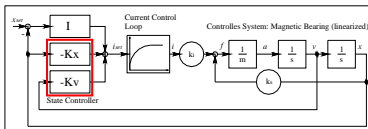
**Figure 6:**  
General electrical machine: Simulink BG



## Magnetischer Lage- und Geschwindigkeitssensor zur Regelung aktiver Magnetlager

### Wirkprinzip eines magnetischen Lage- und Geschwindigkeitssensors

Zur Messung der Rotorlage in aktiven Magnetlagern können nur berührungslose, robuste und gleichzeitig hochdynamische Sensoren eingesetzt werden. Diese Arbeit stellt einen neuartigen magnetischen Lagesensor vor, basierend auf dem Prinzip von Kompensationsstromwandlern, der eine gleichzeitige Erfassung von Radiallage und Geschwindigkeit in einem Sensor kombiniert. Das Geschwindigkeitssignal dient als Hilfsregelgröße, wodurch das Regelverhalten deutlich verbessert wird. Eine externe Differentiation des Lagesignals ist nicht notwendig, dadurch reduziert sich der Rauschpegel im Regelkreis.



**Figure 2:** Functional schematic of a state controller with complete state variable measuring

Der Sensor besteht aus einem geblechten Eisenkreis mit zwei Schenkeln und einem zur Rotorwelle geöffneten Magnet-

## Magnetic distance and velocity sensor for control of magnetic bearings

### Operating principle of a magnetic distance and velocity sensor

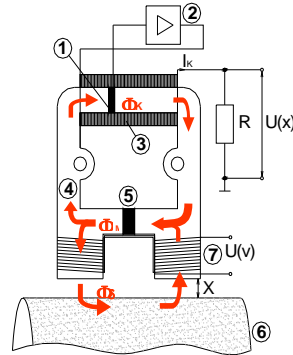
For the measurement of the rotor position in active magnetic bearings only contactless, robust and high dynamic sensors can be used. This work introduces a novel magnetic distance sensor, based on compensating current transformers, which combines a direct measuring of displacement and rotor movement velocity in one unit. The velocity signal is used as an auxiliary control variable and involves significant improvements. An external differentiation of the displacement signal is not necessary, thus it reduces the noise level in the control loop.

The sensor consists of a laminated sheet package with two legs and one variable magnetic circuit, which is closed by the flexible supported rotor shaft (Figure 1). In the inner leg a permanent magnet forces the magnetic flux  $\phi_M$ , which is divided into the fluxes  $\phi_K$  (through compensating circuit) and  $\phi_\delta$  (over air gap and rotor shaft). In the outer leg, the Hall sensor detects the flux and controls an amplifier which

kreis, dessen magnetischer Widerstand aufgrund der Luftspaltänderung variabel ist (Figure 1). Im inneren Schenkel treibt ein Permanentmagnet (5) den magnetischen Fluss  $\phi_M$  an, welcher sich in die Teilflüsse  $\phi_K$  (durch den Kompensationszweig) und  $\phi_\delta$  (über den Luftspalt) aufteilt. Im Kompensationszweig erfasst ein Hall-Sensor (1) den magnetischen Fluss, welcher über die Kompensationseinrichtung zu Null geregelt wird. Durch den Kompensationsstrom  $I_K$  fällt über dem Widerstand R die Sensorausgangsspannung  $U(x)$  ab. Ändert sich der magnetische Widerstand des Luftspalts infolge einer Abstandsänderung des Messobjektes (6) vom Sensor, so hat dies eine Änderung des Kompensationsstromes und damit des Sensorausgangssignals zur Folge.

Zur gleichzeitigen Messung der Geschwindigkeit der Rotorauslenkung sind zwei spezielle Wicklungen an den Schenkeln des Sensorblechpakets befestigt. Aufgrund der Lageänderung der Welle ändert sich der magnetische Fluss im Kern dieser Wicklungen, was eine zur Geschwindigkeit proportionale Induktionsspannung zur Folge hat.

produces a current  $I_K$  in the compensating coil. The outcome of this is a magnetomotive force, which compensates the resulting flux to zero. The compensating current varies according to the variation in the air gap due to the change in the magnetic resistance.



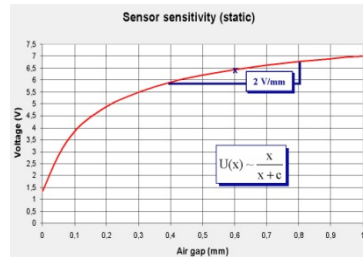
- 1 - Hall Sensor
- 2 - Amplifier
- 3 - Compensating Coil
- 4 - Sensor Laminations
- 5 - Permanent Magnet
- 6 - Rotor Shaft
- 7 - Velocity Winding
- - Magnetic Flux

**Figure 1:**  
Operation principle of a magnetic displacement and velocity sensor

For a simultaneous detection of the rotor movement velocity, two special coils in series are fixed at the lower ends of the sensor laminations. A rotor movement changes the magnetic flux in the core of the windings, therefore a voltage proportional to the velocity will be inducted.

## Magnetlagerregelung mit vollständiger Zustandsgrößenerfassung

In industriellen Magnetlageranwendungen haben sich verschiedene Konzepte für die digitale Lageregelung etabliert. Häufig werden diskrete PIDT<sub>1</sub>-Regler oder Zustandsregler mit Beobachter eingesetzt. Mit dem vorgestellten, neuartigen magnetischen Lagesensor ist es möglich, einen Zustandsregler mit vollständiger Zustandsgrößenerfassung zu realisieren. Der Vorteil ist dabei, dass sich der Rauschpegel im Regelkreis reduziert, die Reglerstruktur einfacher und die Rechenzeit kürzer ist. In Fig. 3 ist ein Funktionsschema eines Zustandsreglers mit messbarer Lage und Geschwindigkeit dargestellt. Ein zusätzlicher Beobachter ist nicht notwendig, der Regler besteht lediglich aus zwei Multiplikatoren für die Reglerverstärkung der beiden Messgrößen und einem I-Regler zur Eliminierung der bleibenden Regelabweichung. Die Diagramme in Fig. 4 und Fig. 5 vergleichen die gemessenen Ergebnisse für die Regelung einer radialen Magnetlagerstelle mit PIDT<sub>1</sub>- und Zustandsregler. Im ersten Versuch ist die Sprungantwort für eine Sollwertänderung von 50µm aufgenommen. Der Zustandsregler weist im Vergleich zum PIDT<sub>1</sub>-Regler kein Überschwingen im Lagesignal auf und die Prozessgeschwindigkeit ist trotz annähernd gleicher Ausregelzeit



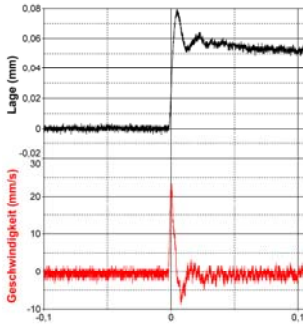
**Figure 3:**  
Dependence between distance and sensor output signal

### Magnetic bearing control with complete state variable measuring

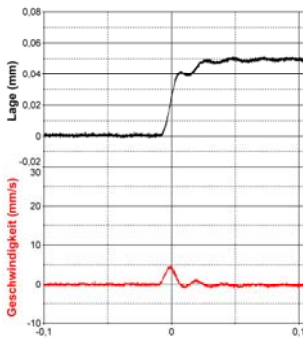
In industrial applications of magnetic bearings different concepts for the digital control of the displacement have been established. Frequently used are discrete PIDT<sub>1</sub>-Controller or state controller with observer. With the presented magnetic displacement sensor it is possible to realize a state controller with complete state variable measuring. The advantage is, that the noise level is reduced and the controller implementation is much more simple and faster. In Fig. 3 a functional schematic of a state controller with measurable displacement and velocity is shown. An additional observer is not necessary, the controller consists only of two factors for displacement and velocity gain and an I-Controller to eliminate the offset.

The diagrams in Fig. 4 and Fig.5 show the experimental results of the state controller (right

deutlich geringer. Die unteren beiden Diagramme zeigen die Zeitverläufe von Lage und Geschwindigkeit bei einer Drehzahl von  $500 \text{ min}^{-1}$ . Der Rundlaufabweichung der Lagesignale hat sich im Vergleich zum  $\text{PIDT}_1$ -Regler um 50% verringert.



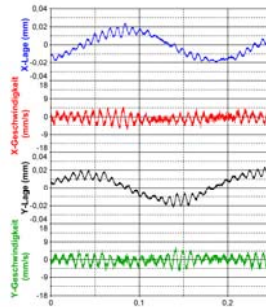
a)  $\text{PIDT}_1$ -Controller;



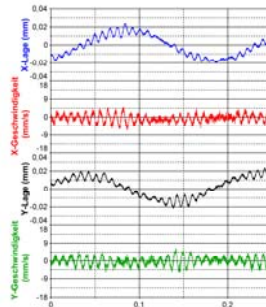
b) State controller

**Figure 4:**  
Step response for a set point step of  $50 \mu\text{m}$

side) comparing to a  $\text{PIDT}_1$ -Controller (left side). In a first static test the step response for a set point step of  $50 \mu\text{m}$  was recorded. The state controller has no overshoot of displacement and the velocity peak is much lower. The downer diagrams show the time responses of the displacement and velocity signals at a rotor speed of 500 rpm. As expected the controller behavior is also significant better.



a)  $\text{PIDT}_1$ -Controller,



b) State controller

**Figure 5:** Time responses of displacement and velocity at 500rpm

### Direkte Leistungsregelung von doppeltgespeisten Asynchrongeneratoren

Auf dem Gebiet der leistungsstarken Windkraftgeneratoren dominiert die doppelt gespeisende Asynchroschleifringläufermaschine mit Getriebe. Große Vorteile sind die geringere Leistung des rotorseitigen Frequenzumrichters und die lastunabhängige Verstellbarkeit der kapazitiven und induktiven Blindleistung.

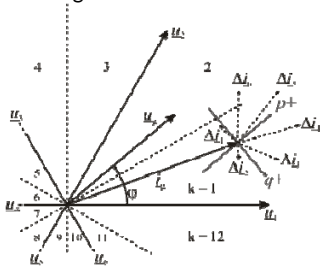


Figure 1: Phasor diagram for derivation of the switching table

In diesem Forschungsvorhaben soll das aus der Traktionstechnik bekannte Verfahren der direkten Selbstregelung bzw. der direkten Drehmomentregelung erweitert und auf das obige Generatorkonzept angepasst und untersucht werden. Durch eine koordinierte Ansteuerung der beiden Teilstromrichter soll ein verbessertes Betriebsverhalten erreicht werden.

Bei der direkten Regelung werden aus den Klemmgrößen die zu regelnden Größen (z.B. Drehmoment, Fluss oder Leis-

### Direct Power Control of doubly fed induction generators

In recent years the doubly fed induction generator (DFIG) with slip rings and gear for the use in high-power wind generators has become more popular. The advantages are less power of the rotor-side converter and the adjustability of capacitive and inductive reactive power independent from load.

Within the scope of this research project, the well known direct self control or direct torque control from traction technology should be improved and adapted to the DFIGURE-The goal is to improve the static and dynamic behaviour of the entire generator system.

The main idea of the direct control strategy is, that the controlled variables (e.g. torque, flux or power) are calculated from measurable quantities and compared to a desired value. Afterwards, a space vector, which changes the controlled variables directly, is selected from a switching table. Complex transformations of the stationary, the rotor and the synchronous reference frames are not necessary.

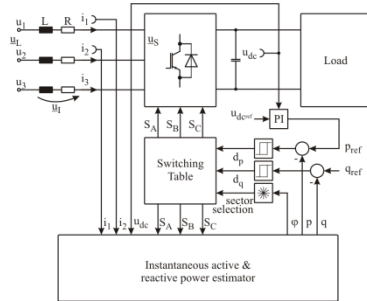
The first step deals with the grid-side converter. The derivation of the switching table for the direct power control can be

tung) berechnet und mit einem Sollwert verglichen. Anschließend wird aus einer Schalttabelle ein entsprechender Spannungszeiger gewählt, mit dem direkt die zu regelnde Größe verändert werden kann. Der Umweg über eine aufwendige Koordinatentransformation der einzuprägenden Ströme entfällt somit.

Im ersten Arbeitsschritt wurde der netzseitige Stromrichter mit der direkten Leistungsregelung simuliert. Die verwendete Schalttabelle lässt sich aus dem Zeigerdiagramm (siehe Fig. 1) zum einphasigen Ersatzschaltbild des Stromrichters herleiten. Aus der Lage des Raumzeigers der Netzspannung  $\underline{u}_L$  und einer der acht möglichen Spannungszeiger des Stromrichters  $\underline{u}_S$  ergibt sich ein Maß für die Änderung des Netzstromes  $\Delta i_L \sim \underline{u}_L$ . Für das hier in Figure 1 gezeigte Beispiel wird der Stromzeiger in Richtung des Netzspannungszeigers wandern und die Amplitude geringfügig ansteigen, folglich steigen Blind- und Wirkleistung an. Die eingezeichneten Leistungsachsen  $p$  und  $q$  verdeutlichen diesen Zusammenhang.

In Fig. 2 ist das Blockschaltbild für einen Stromrichter mit direkter Leistungsregelung dargestellt. Zur Bestimmung der momentanen Leistung werden zwei Phasenströme, die Zwischenkreisspannung sowie die Schaltzustände der Ventile be-

obtained from the phasor diagram (see Figure 1) according to the one-phase equivalent circuit diagram of the converter.



**Figure 2:** Block scheme of Direct Power Control

The space vector of the grid voltage  $\underline{u}_L$  and one of the eight possible converter space vectors  $\underline{u}_S$  yield a quantity for the change of the grid current  $\Delta i_L \sim \underline{u}_L$ . For the example shown in Fig. 1 the angle between current vector and grid vector becomes smaller and the amplitude increases slightly. Hence the active and reactive power increases as well. The drawn power axis  $p$  and  $q$  emphasize the connection.

Fig. 2 illustrates the block scheme of the converter with direct power control. From the two phase currents, the dc-link voltage and the switching states of the valves the instantaneous power can be calculated. The reactive power is given by  $q_{ref}$ . The active power reference  $p_{ref}$  is calculated from the measured and given value of dc-link voltage and controlled by a PI-

nötigt. Die Blindleistung kann über  $q_{ref}$  vorgegeben werden. Die Wirkleistungsreferenz  $p_{ref}$  wird aus der gemessenen und geforderten Zwischenkreisspannung gewonnen und über einen PI-Regler der Summationsstelle zugeführt. Die hysteresebefahenen Mehrpunktregler entscheiden anhand der Abweichungen zwischen Sollwert und berechnetem Momentanwert und der berechneten Lage der Spannungszeiger, welcher Spannungszeiger einzuschalten ist.

Die Ergebnisse aus Simulation und Messung sind in Fig. 3 gezeigt und zeigen eine sehr gute Übereinstimmung von gemessenen und simulierten Werten.

controller. Depending on the difference between given and calculated values of power and the position of the voltage space vector, the multistep controller afflicted with hysteresis selects the appropriate voltage space vector from an optimal switching table.

Simulation and experimental results are shown in Fig. 3 with a good correlation of both.

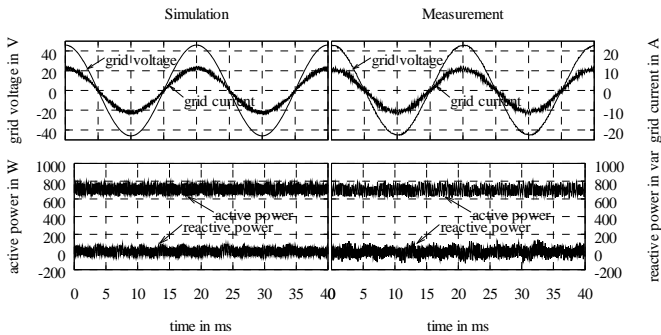


Figure 3: Simulationsergebnis - Result of simulation

### **Optimale Blindleistungsregelung von doppeltgespeisten Asynchrongeneratoren in Windturbinen**

Durch den hohen Anteil der Windkraft in der Energieerzeugung im elektrischen Verbundnetz und der zunehmenden Leistung einzelner Windenergieanlagen entstehen neue technische Herausforderungen für die Ingenieure. Trotz des stochastischen Verhaltens des Windes, muss die Netzstabilität gewährleistet werden. Zu dem sollen die Verluste der Umwandlung minimiert werden.

Bezüglich der neuen Anforderungen der Netzbetreiber an Windturbinen hinsichtlich des Beitrags zur Netzstabilität durch Blindleistungsaustausch mit dem Verbundsystem, schlägt diese Arbeit eine Regelungsstrategie für Blindleistung in doppeltgespeisten Asynchrongeneratoren vor, die die elektrischen Verluste im System minimiert.

Diese Antriebstopologie ermöglicht sowohl die Regelung der Wirkleistung als auch der Blindleistung beider Stromrichter. Der Blindleistungsaufteilungsfaktor wird mit  $\alpha = q_S / q_N$  definiert und verwendet, um die Blindleistung zu verteilen, und je nach Bedarf ins Netz zu speisen bzw. den Wirkungsgrad zu maximieren.

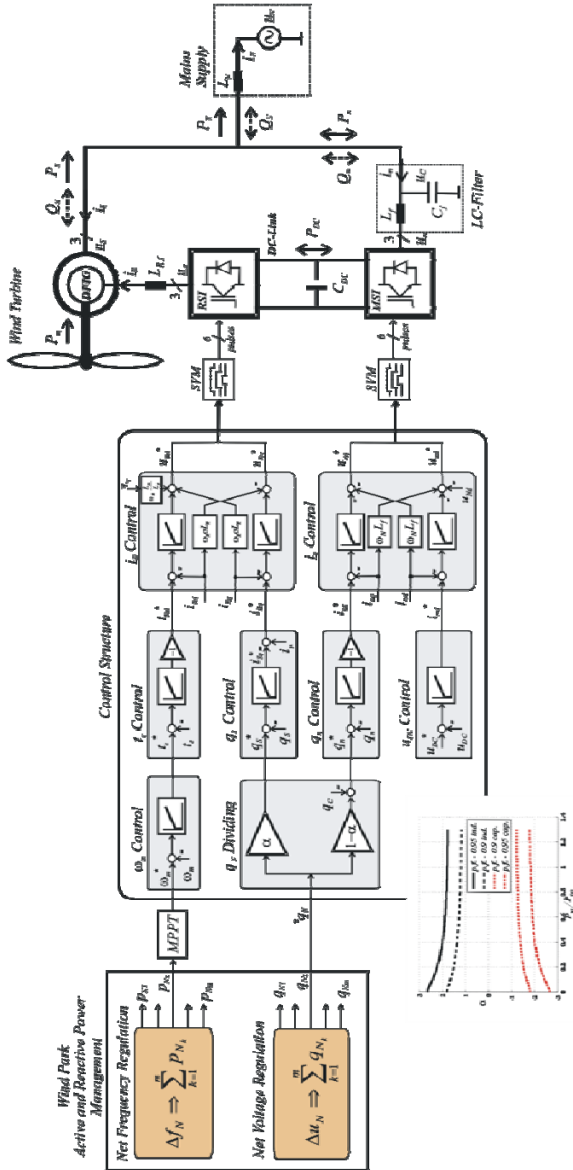
### **Optimal Reactive Power Control in Doubly-Fed Induction Generators for Wind Turbines**

High penetration level of wind power generation in the interconnected electrical network and the increasing rated power of the wind energy converter units impose new technical challenges to engineers. The first one is to guarantee grid stability despite the stochastic nature of wind while the second one is to limit the power losses inherent to the energy conversion process.

Attending to the new requirements of the power companies on wind turbines concerning the contribution to network stability through reactive power exchange with the mains supply, this work proposes a reactive power control scheme for a doubly-fed induction generator (DFIG) drive that minimizes the system power losses.

This drive topology enables besides the control of active power the independent control of reactive power with both inverters. The reactive power sharing factor  $\alpha = q_S / q_N$  is defined and used in order to share the reactive currents resulting on the reactive power required on the network and increasing the efficiency. Experimental results are presented and prove the theoretical assumptions.





**Figure 1:** Control Structure with variation of the reactive power ratio  $\alpha$  and the respective electrical power variations.

## Untersuchungen zum Betriebsverhalten von doppeltgespeisten Asynchrongeneratoren in Windturbinen am Synchronarbeitspunkt

Doppeltgespeiste Asynchrongeneratoren (DASM) sind die am häufigsten verwendeten Windkraftgeneratoren. Zusammen mit hydrodynamischen Getrieben, die die Turbinendrehzahl regeln, können DASM als Synchrongeneratoren betrieben werden und somit die Größe der Leistungselektronikstellglieder reduzieren. Weiterhin ermöglichen DASM-Antriebe die Auswirkungen von Netzausfällen zu verringern. Denn der Rotor ist in der Lage seine Drehzahl zu variieren und kurzzeitig Energie in den rotierenden Massen zu speichern.

Aufgrund ungünstiger Verteilung der Verlustleistungen in den Stromrichtern und Rotorwicklungen wird die DASM normalerweise nicht im Synchronpunkt betrieben (Fig. 1). Diese Arbeit verwendet das dynamische Modell des Antriebs gekoppelt mit Verlust- und thermischen Modell, um das Verhalten in verschiedenen Arbeitspunkten zu untersuchen. Als erstes wird das thermische Verhalten in diesem Arbeitspunkten untersucht.

Das Verlustmodell des Stromrichters beinhaltet die Schalt- und Durchlassverluste des IGBT und der Diode. Die berechneten momentanen Verlustleistungen dienen als Wärmequelle für das

## Investigation of Doubly-Fed Induction Generator Drives Behaviour at Synchronous Operating Point in Wind Turbines

Doubly-fed induction machines (DFIG) are one of the most used wind generators. Combined with hydrodynamic gear-boxes that control turbine speed, they may also be operated as synchronous machines thus reducing the size of power electronics. Furthermore, during faults the rotor is allowed to vary its speed storing part of the involved energy in the rotating masses and thus reducing the load collective.

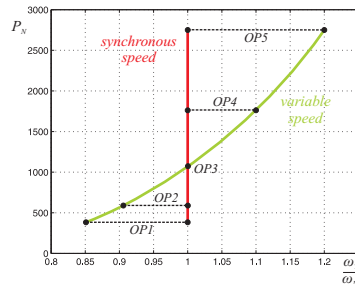
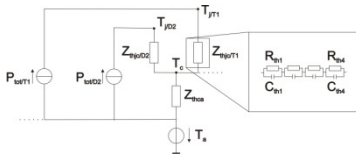


Figure 1: Operating points

Usually DFIG control schemes avoid operation at synchronous speed due to unequal losses distribution in the semiconductors and rotor windings (Fig. 1). This work investigates several aspects of the DFIG in this operating point. First step is the investigation of thermal behaviour of the drive using dynamical models associated with loss and thermal models.

thermische Foster-Modell (Fig. 2). Jeder Halbleiter wird durch die thermische Übergangs-Impedanz zwischen Sperrschicht und Kühlkörper repräsentiert.

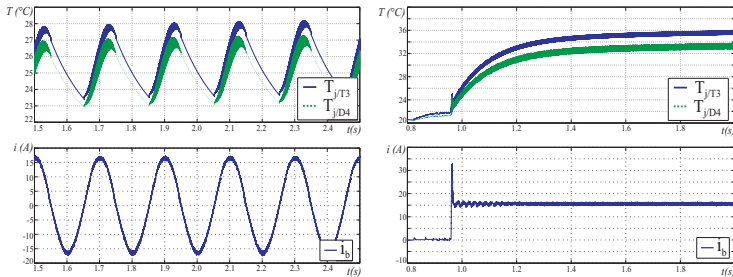


**Figure 2:** Thermal Modell

In Fig. 3 sind die simulierten Temperaturverläufe für synchronen und asynchronen Betrieb gegenübergestellt. Grundsätzlich erreicht die Sperrschichttemperatur ein größeres Niveau im Synchronpunkt.

The inverter loss model comprises forward and switching losses in the IGBT's and diodes. The computed instantaneous power losses are used as heat sources for the switches' thermal Foster model. Each semiconductor may be represented by the thermal impedance between junction and case.

Fig. 3 shows the simulated temperature at synchronous and asynchronous operation. In general the junction temperature at synchronous operating point.



**Figure 3:** Junction temperature and rotor phase current (left: non-synchronous speed, right: synchronous speed)

### **Berechnung von Schiefastströmen in Turbogeneratorläufern**

Synchrongeneratoren müssen gemäß Norm IEC 60034-1 dauernd bis zu 10% der Bemessungsleistung zusätzliche Schiefastlast ertragen können. Sie belastet im Läufer vor allem die Dämpferwicklung, ruft aber bei Turbogeneratoren auch erhebliche Wirbelströme im massiven Läuferisen hervor. Die zugehörige komplexe Stromaufteilung kann bis heute noch nicht zufriedenstellend berechnet werden.

Das Forschungsvorhaben soll zur Überwindung dieses Zustands beitragen. Das Ziel ist es, mithilfe des FEM-Programms ANSYS notwendige 3D-Feldberechnung durchzuführen. Das dreidimensionale Modell zur Bestimmung der Wirbelstromverteilung soll neben den Querschlitten auch die Dämpferwicklung im Pol und die Nuten berücksichtigen.

Bei der Maschinenauslegung kann aus Zeitgründen nicht jedes Mal eine FEM-Berechnung durchgeführt werden. Deshalb soll ein automatisiertes Auslegungsprogramm auf der Basis eines Widerstandswerks entwickelt werden, die auf verschiedene Maschinenvarianten angewendet werden kann.

An einem Läufermodell eines Turbogenerators werden Messungen zur Bestimmung der Wirbelstromaufteilung durchge-

### **Calculation of negative sequence currents in turbine generators rotors**

Synchronous generators must resist additional negative sequence current up to 10% of the rated power according to the IEC 60034-1 standard. The damper winding in the rotor is stressed but in turbo generators significant eddy currents in the massive rotor iron are generated additionally. The associated complex current distribution is not yet satisfactorily calculated.

The target of the method for calculating the negative sequence currents and losses is providing a routine calculation tool for rapid application already in the design stage of a generator. It will be achieved by a compromise of taking into account the actual negative sequence physics as much as possible and requesting no major preparation and evaluation efforts subsequent to the calculation.

Although time consuming FEM calculations shall not be incorporated in the final tool they were considered mandatory for studying and understanding the detailed negative sequence current flow within the rotor. We started with applying the software ANSYS for identifying negative sequence current distribution and the rates of currents which flow at the rotor surface and around and under-

führt. Das 2-polige Modell mit fünf Querschlitten im Pol, ist in Fig. 1 dargestellt. In weiteren Entwicklungsschritten wird die Dämpferwicklung in den Erreger-nuten und im Polbereich eingebaut und berücksichtigt.

Das Widerstandnetzwerk des Auslegungsprogrammes wird auf Basis der Ergebnisse der FEM-Rechnung und der Messungen erweitert damit auch der Polbereich berücksichtigt wird.



**Figure 1:** Rotor model

neath the cross slits. The insights gained were intended to pave the way for a simulation by a lumped circuit model for fast application.

Verifying the results of the FEM we designed and produced a first rotor mock-up with cross slits in the pole faces to measure the negative sequence current distribution with the sole influence of the cross slits.

Fig. 1 shows the rotor model or mock-up. As can be seen, it simulates a two pole turbo generator rotor. At the moment it has no axial slots, excitation winding or damper bars. Appropriate slots, damper bars and slot wedges will be provided in a later research stage. As shown, five cross slits per pole were cut in a massive rotor.

The routine calculation tool will allow for the determination of the inverse current capability for a generator already in the early design stage. It will be extended with the results of the FEM calculations and the measurements.



## 5 AUSSTATTUNG DES LEHRSTUHLS

Neben Arbeitsräumen für Diplomanden, Studienarbeiter, Gastwissenschaftler, IAESTE-Studenten, die mit modernster Büro- und Rechentechnik ausgestattet sind, verfügt der Lehrstuhl über eine Vielzahl von Versuchsständen für Forschung und Lehre.

- Lichthof (354 qm)
- 7 Forschungslabore (400 qm)
- 3 Lehr- und Praktikumlabor (112 qm)
- 1 PC-Pool

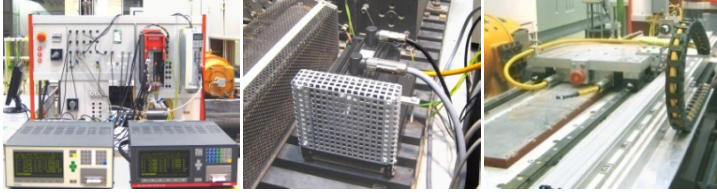


### 5.1 Forschungsversuchsstände

- Labor Energiesystemtechnik mit Netznachbildung, Filtertechnik und Modellanlage für Windenergie und zur Untersuchung von Netzrückwirkungen



- Optimale Bewegungssteuerung mit Rotations- und Linearantrieben



- Matrixumrichter, Z-Source-Inverter
- Rechnergestützte Bewegungssteuerung: automatisierter Entwurf des Programmcodes für Steuergeräte
- Feldverteilung und Wirbelströme in massiven Rotoren
- Aktive Magnetlager
- Schleifringprüfstand
- Arbeitsplatz FEM-Modell der Vollpolmaschine

## 5.2 Lehrversuchsstände

- Schrittmotoren, Switched-Reluctance Motor
- Binäre Steuerungen in der elektrischen Antriebstechnik
- Antriebsregelung, Buskommunikation, technologisch verkettete Antriebe am Netz (4 stromrichter gespeiste Antriebsätze Gleichstrommotor - Drehstrommotor (10 kW)
- Drehstromtrafo
- Feldorientierte Regelung (sensorloser Betrieb)
- Stoßkurzschluss bei Synchronmaschinen
- Gleichstrom- und Drehstromstellantriebe
- Weitere Versuchsstände zur Vertiefungsausbildung elektrische Maschinen und Antriebe in den Studiengängen Elektroenergietechnik und Mechatronik

## 5.3 Systemanlagen

- Separate Netzeinspeisung 0...400V über Stelltrafo, 100A
- Zwei Umformersätze 3x400V, 190kVA (bis 400Hz) und 120kVA (50Hz / 60Hz)
- Schwerlastversuchsfläche mit Zufahrt und Hallenkran (3t)



- Pendelmaschinen zur Motorenprüfung
- Hochwertige Speicheroszilloskope (Bandbreite 600MHz), Drehmomentmesswellen (2Nm... 200Nm), Power-Analyzer, Echtzeitrechensysteme (Fa. dSpace)



## **6 PERSONELLE BESETZUNG**

### **Lehrstuhlinhaber**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wilfried Hofmann

### **Emeriti:**

Prof. Dr.-Ing. habil. Germar Müller

Prof. Dr.-Ing. Manfred Liese

Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Büchner

### **Sekretariat**

Peggy Martin

### **Wissenschaftliche Mitarbeiter**

Priv.-Doz. Dr.-Ing. habil. Gert-Helge Geitner

Priv.-Doz. Dr.-Ing. habil. Volkmar Müller

Dr.-Ing. Nicol Hildebrand

Dr.-Ing. Matthias Würfel

Dipl.-Ing. Thomas Bach

Dipl.-Ing. Marco Festa

Dipl.-Ing. Erik Fleischer

Dipl.-Ing. Sebastian Krauß

Dipl.-Ing. Bastian Rückert

Dipl.-Ing. Marco Schramm

M. Sc. Arturo Arias

M. Sc. Li Chen

M. Sc. Balduino Rabelo

### **Freie Mitarbeiter**

Prof. (i.R.) Dr.-Ing. Heinz-Dieter Eberhardt

Prof. (i.R.) Dr.-Ing. habil. Germar Müller

### **Fachpersonal**

Sylvia Rehn

### **Studentische Hilfskräfte**

Friedrich, Matthias; Siegel, Armin Krug; Bastian; Winkler, Norman; Wöhner, Daniel; Kaufmann, Benjamin; Semmer, Silvio; Zhang, Yuanpeng



## **7 ANSCHRIFT**

*Postanschrift:*

Technische Universität Dresden  
Fakultät Elektrotechnik  
Elektrotechnisches Institut  
01062 Dresden

*Sitz:*

Helmholtzstr. 9  
Görgesbau, Raum 206/207  
01069 Dresden

*Telefon, Fax, E-Mail:*

Lehrstuhlinhaber: 0351-463-37634,  
wilfried.hofmann@tu-dresden.de  
Sekretariat: 0351-463-33223  
peggy.martin@tu-dresden.de  
Fax: 351-463-33655