



Hochschule  
Zittau/Görlitz  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



*Institut für Prozeßtechnik, Prozeßauto-  
matisierung und Meßtechnik (IPM)*

**Ihr Partner für anwendungsorientierte  
Forschung und Entwicklung**

FORSCHEN\_OHNE\_GRENZEN

## DAS INSTITUT FÜR PROZESSTECHNIK, PROZESSAUTOMATISIERUNG UND MESSTECHNIK (IPM)

### 03 // VORSTELLUNG

### 05 // FACHGEBIET MESSTECHNIK/PROZESSAUTOMATISIERUNG

### 09 // FACHGEBIET KERNTECHNIK/SOFT COMPUTING

### 13 // FACHGEBIET MECHATRONISCHE SYSTEME

### 16 // FACHGEBIET ANGEWANDTE ELEKTRONIK

### 17 // FACHGEBIET KRAFTWERKS-/DAMPFERZEUGER- UND FEUERUNGSTECHNIK

## VORSTELLUNG

Liebe Leserinnen und Leser,

das Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) wurde im Jahr 1993 gegründet und hat sich über die vergangenen Jahre zum Forschungsmotor der Hochschule Zittau/Görlitz entwickelt. Das IPM leistet anwendungsorientierte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf den Gebieten der Energietechnik und der Mechatronik.

Mit ca. 40 Mitarbeitern und fünf Professoren, die je ein Fachgebiet vertreten, stellt das IPM die größte Struktureinheit der Hochschule Zittau/Görlitz. Zusätzlich arbeiten am Institut im Rahmen von Praktika und Abschlussarbeiten ca. 20 Studierende aus dem In- und Ausland. Gemeinsam arbeiten sie auf einer Laborfläche von ca. 1.400 m<sup>2</sup> mit modernster Forschungsinfrastruktur und an 70 Computerarbeitsplätzen.

Das IPM stellt insgesamt ca. 30 % der Drittmittel der Hochschule, die aus öffentlichen und wirtschaftlichen Mitteln bestehen. Der Anteil des IPM an den Wirtschaftsdrittmitteln der Hochschule liegt sogar bei mehr als 40 %.

Auf den folgenden Seiten möchten wir Ihnen unsere Arbeit, unsere Schwerpunkte und einige unserer Forschungs- und Entwicklungsprojekte vorstellen.

#### Struktur

Das IPM beschäftigt sich mit Themen der Energietechnik und der Mechatronik. Vor allem vor dem Hintergrund des Strukturwandels in der Lausitzer Region leistet das IPM wichtige Beiträge, um bevorstehende Herausforderungen zu bewältigen.

Die Aktivitäten des IPM werden in fünf Fachgebiete unterteilt:

- Mechatronische Systeme
- Messtechnik/Prozessautomatisierung
- Kerntechnik/Soft Computing
- Kraftwerks-/Dampferzeuger- und Feuerungstechnik
- Angewandte Elektronik

#### Jahresforschungsbericht

Über diesen QR-Code gelangen Sie zu unserem aktuellen Jahresforschungsbericht.



[ipm.hszg.de/jfb](http://ipm.hszg.de/jfb)



Foto: Jens Feudenberg

#### Direktor

Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch  
 ☎ 03583 612-4282  
 ✉ a.kratzsch@hszg.de

#### Kontakt

Hochschule Zittau/Görlitz  
 Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung  
 und Meßtechnik (IPM)  
 ☎ 03583 612-4283  
 ✉ ipm@hszg.de

#### Besucheradresse

Theodor-Körner-Allee 8  
 02763 Zittau

#### Postadresse

Postfach 1455  
 02754 Zittau

[www.hszg.de/ipm](http://www.hszg.de/ipm)

## FACHGEBIET MESSTECHNIK/PROZESSAUTOMATISIERUNG

### Vorstellung

Im Fachgebiet Messtechnik/Prozessautomatisierung beschäftigen wir uns mit methodischen und experimentellen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in den Bereichen Energieversorgung, Messverfahren, Prozessautomatisierung, digitale Sicherheitsleittechnik sowie Modellierung und Simulation.

Die experimentellen Arbeiten setzen die Entwicklung, das Design und die Projektierung von schwerpunktspezifischen Versuchsanlagen voraus. Dazu gehören u. a. die Auslegung, Dimensionierung und die Konstruktion von Anlagenkomponenten, die prozess- und leittechnische Integration, die Flexibilisierung und prozesstechnische Optimierung, sowie die Implementierung von Messtechnik und Automatisierungskonzepten zur präzisen Bedienung der Anlagen.

Die experimentellen Untersuchungen beinhalten Konzept- und Komponententests an der Großversuchsanlage THERESA (thermische Energiespeicheranlage) und die experimentelle Analyse von Messtechnik- und Automatisierungskonzepten sowie des statischen und dynamischen Verhaltens von Messverfahren. Ein weiterer Fokus unseres Fachgebiets ist die experimentelle Validierung von Simulationsmodellen in den Bereichen Prozessautomatisierung, Flexibilisierung thermischer Anlagen und Energiespeicherung.

Zu unseren Aufgaben gehört außerdem die Entwicklung von Messverfahren, die das Verhalten von Systemen analysieren sowie erforderliche Messkonfigurationen bestimmen sollen. Ein umfangreiches Arbeitsfeld umfasst die Modellentwicklung, die Simulation des statischen und dynamischen Verhaltens von Speicherprozessen in Verbindung mit dem Anlagenverhalten sowie Mess- und Leittechnik. Hinzu kommt die simulationsgestützte Analyse von Messverfahren und die Simulation von Prozessen der thermischen Verfahrenstechnik. Dabei kommen Simulationswerkzeuge wie EBSILON, ATHLET, Matlab/Simulink, R und Python sowie das am IPM für die Simulation dynamischer Prozesse entwickelte DynStar zum Einsatz.

Im Bereich der digitalen Sicherheitsleittechnik befassen wir uns mit der Strukturanalyse sowie der sicherheitstechnischen Bewertung von Strukturen im Bereich Energie- und Verfahrenstechnik. Durch unsere Simulationssoftware DynStar sind wir in der Lage, unser Werkzeug für neue Herausforderungen anzupassen bzw. zu erweitern.

### Schwerpunkte

- Thermische Energiespeicher und Sektorenkopplung
  - Entwicklung, Design und Projektierung von Speicherkonzepten
  - Modellierung und Simulation (DynStar, EBSILON, ATHLET)
  - Experimentelle Untersuchungen (Großversuchsanlage THERESA)
- Nichtinvasive Messverfahren zur Zustandsdiagnose von Systemen
  - Entwicklung von Messverfahren
  - Modellierung und Simulation (DynStar, Matlab/Simulink, R)
  - Experimentelle Untersuchungen (z. B. Versuchsanlage NiCoLe)
- Digitale Sicherheitsleittechnik
  - Strukturanalysen
  - Modellierung und Simulation (Verfahrenstechnische Prozesse mit Mess- und Leittechnik)
  - Sicherheitstechnische Bewertungen
- Prozessautomatisierung
  - Entwicklung, Modellierung und Simulation
  - Anlagenimplementierung und Optimierung



Foto: Jens Feudenberg

### Fachgebietsleiter

Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch  
 ☎ 03583 612-4282  
 ✉ a.kratzsch@hszg.de



## FACHGEBIET MESSTECHNIK/PROZESSAUTOMATISIERUNG

### Projekt

### Hochtransientes Thermisches Energiespeichersystem

In Stromnetzen muss in jedem Moment genau so viel elektrische Leistung bereitgestellt werden, wie vom Verbraucher benötigt wird. Der steigende Anteil an Photovoltaik- und Windenergieanlagen mit Einspeisevorrang führt dazu, dass die sogenannte Residuallast, also die Differenz zwischen der eingespeisten Leistung aus Photovoltaik- und Windkraftanlagen und der benötigten Leistung im Netz, immer stärker fluktuiert. Diese fluktuierende Residuallast muss durch konventionelle und flexibel regelbare Energieanlagen bereitgestellt werden, um die Versorgungssicherheit gewährleisten zu können. Dies ist unter anderem durch verschiedene Speicherlösungen möglich, welche dazu dienen, den Flexibilisierungsgrad von konventionellen Energieanlagen zu erhöhen und die schwankende Residuallast schnellstmöglich sowie umweltschonend zu kompensieren.

Ziel unserer Arbeiten ist es, einen Beitrag zur Flexibilisierung von thermischen Energieanlagen zu leisten. Dabei soll die Bereitstellung von Regelenergie das Verbundnetz stabilisieren und die Versorgungssicherheit der Wirtschaft gewährleisten. Gegenstand des Vorhabens ist die anwendungsorientierte Forschung an innovativen Energietechniken.

Mit der Errichtung der Versuchsanlage THERESA im Zittauer Kraftwerkslabor wurde die experimentelle Infrastruktur dafür geschaf-

fen, das Komponenten- und Anlagenverhalten durch Flexibilisierungsmaßnahmen experimentell zu analysieren und wichtige Erkenntnisse für den zukünftigen Betrieb von Energieanlagen abzuleiten. Die Versuchsanlage THERESA reproduziert einen thermodynamischen Kreisprozess mit Vorwärmern, Dampferzeuger, Überhitzer, Wärmesenke und einem thermischen Energiespeicher. So werden Wärmequelle und Wärmesenke zeitlich voneinander entkoppelt. Die maximalen Wasser-Dampf-Parameter betragen je nach Konfiguration bis zu 160 bar und 350 °C.

Derzeit führen wir experimentelle und methodische Arbeiten durch, die die Entwicklung von simulationsgestützten Auslegungs- und Integrationsmethoden zum Ziel haben. Die Ergebnisse können auch auf die Integration von Speichern in Produktionsanlagen und verfahrenstechnischen Anlagen übertragen werden.



Europäische Union



## FACHGEBIET MESSTECHNIK/PROZESSAUTOMATISIERUNG

### Projekt

### Zustandsüberwachung von Transport- und Lagerbehältern

Bis zur Verfügbarkeit eines Endlagers in tiefen geologischen Formationen besteht in Deutschland die Notwendigkeit, abgebrannte Brennelemente an den Kraftwerksstandorten in Transport- und Lagerbehältern (TLB) sicher zwischenzulagern. Dies wird in dieser Form seit 2005 betrieben und es ist derzeit davon auszugehen, dass es für große Zeiträume von mehr als 50 Jahren dabei bleiben könnte. Problematisch ist in diesem Zusammenhang, dass die dafür vorgesehenen TLB (CASTOR® V/19 und V/52) und Zwischenlager derzeit nur eine maximale Betriebserlaubnis von 40 Jahren haben. Darüber hinaus liegen über das Langzeitverhalten von abgebrannten Brennelementen derzeit keine verlässlichen Informationen vor. Hinzu kommt, dass eine extrapolative Modellierung des radiochemischen und thermomechanischen Materialverhaltens für abschließende Bewertungen schwierig ist.

Daraus ergibt sich im Sinne der öffentlichen Daseinsvorsorge für die Gesellschaft, aber auch zur Sicherstellung der späteren Transportfähigkeit der abgebrannten Brennelemente in ein Endlager die Notwendigkeit, Möglichkeiten zu evaluieren und gegebenenfalls zu implementieren, die eine nichtinvasive Zustandsüberwachung von TLB und deren Inhalt zulässt.

Die extrem hohe Aktivität des Behälterinhalts sowie die daraus resultierende massive Bauweise der TLB (dickwandiger Sphäroguss)

schränken das Spektrum prinzipiell einsetzbarer nichtinvasiver Zustandsüberwachungsverfahren stark ein. Ziel des Verbundvorhabens ist es daher, Möglichkeiten und Methoden zu erforschen, mit denen eine nichtinvasive Zustandsüberwachung von TLB bzw. eine Detektion von Veränderungen des Behälterinhalts in seinen thermischen und mechanischen Eigenschaften ermöglicht wird, ohne die TLB zu öffnen.

Das Projektziel ist die experimentelle sowie simulationstechnische Untersuchung und Bewertung der vier Mess- bzw. Wirkprinzipien: Gammaemissionen, Thermografie, akustische Emissionen und Schwingungsanalyse.

Unsere Aufgabe ist es, eine geeignete experimentelle Infrastruktur zu errichten, Untersuchungen durchzuführen und gemeinsam mit dem Projektpartner TU Dresden ein verfahrenstechnisches Untersuchungskonzept für die Zustandsüberwachung von TLB zu erarbeiten.

Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



## FACHGEBIET KERNTECHNIK/SOFT COMPUTING

### Vorstellung

Die Kernenergie wird noch bis zum Jahr 2022 an der nationalen Stromerzeugung beteiligt sein. Die für die verbleibende Laufzeit zu gewährleistende Anlagen- und Reaktorsicherheit ist einer der Schwerpunkte des Fachgebiets Kerntechnik/Soft Computing.

Seit mehr als 15 Jahren bearbeiten wir Projekte der nuklearen Sicherheitsforschung, die hauptsächlich auf die Beherrschbarkeit von Kühlmittelverluststörfällen abzielen. Sowohl experimentell als auch simulativ leisten wir dazu in bewährter Kooperation mit dem Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) und der TU Dresden unseren Anteil.

Ein weiterer Schwerpunkt des Fachgebiets ist das Soft Computing. Während das Teilgebiet „Machine Learning“ aktuell eine überwältigende Renaissance erfährt, kann das Fachgebiet hier bereits auf langjährige und umfangreiche Erfahrungen zurückgreifen, u. a. in der Modellierung und praktischen Anwendung von Künstlichen Neuronalen Netzen sowie Fuzzy-Technologien.



Foto: Jens Freudenberg

### Fachgebietsleiter

Prof. Dr.-Ing. W. Kästner  
 ☎ 03583 612-4553  
 ✉ w.kaestner@hszg.de

### Schwerpunkte

- Nukleare Sicherheitsforschung
  - Gesicherte Sumpfansaugung, Kühlmittelverluststörfälle mit Partikelentstehung und -freisetzung, Methodische und experimentelle Untersuchungen zu Partikelströmungen
- Anlagen- und Reaktorsicherheit
  - Modellierung/Simulation (Modellgestützte Messverfahren, Soft Computing), Thermohydraulik
- Soft Computing, Maschinelles Lernen
  - Fuzzy-Systeme (Mamdani, Takagi-Sugeno-Kang)
  - Maschinelles Lernen: Künstliche Neuronale Netze (Multilayer Perzeptron, Self-Organising Map...)
  - Support Vector Machines (SVM)
- Nichtlineare Dynamische Systeme
  - Genetische Algorithmen
  - Fraktale Algorithmen
  - Multi Agenten Systeme
- Regelungstechnik, Prozessführung
  - Energie- und Verfahrenstechnik
- Bildverarbeitung
  - Objekterkennung
  - Tracking
  - Optische Qualitätskontrolle
- Theoretische und experimentelle Untersuchungen
  - Zweiphasenströmungen Wasser/Dampf/Inertgase
- Simulationstechnik
  - Simulationscodes ATHLET, RELAP, CFD, COCOSYS



## FACHGEBIET KERNTECHNIK/SOFT COMPUTING

### Projekt

#### Partikel im Reaktor

An der Hochschule Zittau/Görlitz werden zusammen mit der TU Dresden und dem Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf Untersuchungen im Rahmen der nuklearen Sicherheitsforschung durchgeführt. Diese dienen der Klärung von physikochemischen Mechanismen und deren Einfluss auf thermofluidynamische Prozesse, die nach Kühlmittelverluststörfällen in einem Druckwasserreaktor (DWR) auftreten können.

Durch Korrosion kann an verzinkten Installationen Zink in Form von Ionen im borierten Kühlmittel gelöst werden. Im Fokus der ersten Untersuchungen stand somit das Verhalten dieses Kühlmittels an heißen Oberflächen, wie sie im heißen Reaktorkern von DWR vorhanden sind. Es zeigte sich, dass hier Trübungen des Kühlmittels auftreten können, gefolgt von Ausscheidungen von Zinkborat-Partikeln. Letztere können nicht nur verschiedene Erscheinungsformen aufweisen, sondern ggf. auch die Abfuhr der Wärme von den Oberflächen beeinflussen.

Aktuell werden Zustände und Bedingungen ermittelt, bei denen eine Gefährdung der Kernkühlung eintreten könnte. Diese werden dann in Versuchsanlagen im halbertechnischen Maßstab nachgebildet. Damit können die im DWR auftretenden chemischen und thermodynamischen Einflüsse auf die Zinkfreisetzung und das Ausfällungs- und Ablagerungsverhalten der Zink-Korrosionsprodukte erfasst werden.

Die Vorhaben werden mit Mitteln des BMWi gefördert. Fachlich werden sie von Vertretern der Forschungsbetreuung des Projektträgers sowie von Gutachtern, Herstellern und Anlagenbetreibern betreut.

Die Ergebnisse werden u. a. in Simulationen Verwendung finden, die einer sicherheitstechnischen Einschätzung der Anlagen für verschiedene Störfallszenarien dienen.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## FACHGEBIET KERNTECHNIK/SOFT COMPUTING

### Projekt

#### Diagnose- und Prognosetool für Maschinentransformatoren

Maschinentransformatoren stellen ein wichtiges Glied in der Kette der Stromversorgung dar. Schäden an diesen Großkomponenten führen zu hohen Reparaturkosten. Darüber hinaus stehen bei Trafoschäden Blockeinheiten dem Stromversorgungsnetz nicht mehr zur Verfügung. Dies führt zu hohen Folgekosten, die die Höhe des eigentlichen Schadens um ein Vielfaches übersteigen können. Um die Betriebstüchtigkeit von Maschinentransformatoren zu gewährleisten und deren Verfügbarkeit zu erhöhen, ist also eine Zustandsüberwachung (Monitoring) erforderlich.

Von den hierfür installierten Monitoring-Systemen werden zahlreiche Parameter der Transformatoren erfasst und überwacht. Der Datenumfang kann bezüglich der Anzahl der erfassten Parameter und der Abstraten variieren. Basierend auf diesen erfassten Systemparametern wird von der Hochschule Zittau/Görlitz in Zusammenarbeit mit der Lausitz Energie Kraftwerke AG ein Software-Tool für die Beurteilung des aktuellen Zustands eines Transformators (Diagnose) und die Vorhersage kommender Zustände (Prognose) realisiert.

Zur Bereitstellung von Diagnoseaussagen erfolgt die Verarbeitung der Daten mit Hilfe von sogenannten „unscharfen“ Fuzzy-Algorithmen, die Expertenwissen in Form von Regeln beinhalten. Aus den vorliegenden Zeitreihen werden mittels Prognoseverfahren die zukünftigen Parameterwerte geschätzt. Daraus wiederum sind Handlungsempfehlungen für die weitere Überwachung der Transformator-Komponenten ableitbar.

Die Diagnose- und Prognosealgorithmen wurden als Module eines Software-Tools zur Verfügung gestellt, welches die Daten direkt aus einer firmeninternen Datenbank bezieht und verarbeitet. Auf Wunsch des Anwenders liefert das Tool auch eine Bewertung des aktuellen Zustands eines Maschinentransformators und eine Prognose für ausgewählte Parameter. Letztere erlauben eine Abschätzung der verbleibenden Lebensdauer eines Transformators und die vorausschauende Planung von Instandhaltungsmaßnahmen.



## FACHGEBIET MECHATRONISCHE SYSTEME

### Vorstellung

Im Fachgebiet Mechatronische Systeme führen wir seit dem Jahr 1994 Forschungsarbeiten zur Erhöhung der Effizienz, der Sicherheit und der Zuverlässigkeit insbesondere von rotierenden Maschinen in energietechnischen Anlagen durch. Seitdem haben wir eine Vielzahl von Projekten erfolgreich bearbeitet und eine Reihe unikaler Versuchsanlagen errichtet. Dabei liegt unser besonderes Augenmerk darauf, konventionelle Wälz- oder Gleitlager durch aktive Magnetlager zu ersetzen.

Magnetlager basieren auf der Idee, Rotoren von Maschinen in Magnetfeldern zu lagern. Der Rotor schwebt dabei berührungsfrei in den Magnetlagern. Dadurch lassen sich Lagerreibung und Verschleiß vermeiden. So werden Schmierstoffe überflüssig, was der Sicherheit dient, da sowohl die Brandmasse in der Anlage als auch der anlagentechnische Aufwand zur Schmiermittelaufbereitung und -kühlung reduziert werden. Das Magnetlager hat praktisch eine unbegrenzte Lebensdauer. Wartungsarbeiten wie bei konventionellen Wälz- oder Gleitlagern sind nicht notwendig. Außerdem bieten aktive Magnetlager die Möglichkeit der Maschinen- und Anlagendiagnose durch die Nutzung inhärenter Signale. Bei abgeschalteten Magnetlagern wird der Rotor durch sogenannte Fanglager aufgenommen. Diese verhindern einen mechanischen Kontakt zwischen den Rotor- und Statorbauteilen der Maschine.

Die Entwicklung aktiver Magnetlager umfasst neben den eigentlichen Lagern die dazu erforderliche Sensorik, Regelungstechnik, Leistungselektronik und Fanglagerung sowie die Messwerterfassung und -auswertung. Dazu werden moderne Methoden der Modellierung, Simulation und des Rapid Prototyping eingesetzt.

Finanziert werden diese Arbeiten sowohl durch öffentliche Auftraggeber, wie das SMWA, das SMWK, das BMBF, das BMWi sowie die Europäische Union, als auch durch die Industrie. Die Ergebnisse haben Grundlagencharakter, mündeten aber auch in Prototypen magnetgelagerter Maschinen für den Einsatz in den Kraftwerken Boxberg und Jänschwalde. Hier konnten im Langzeiteinsatz im Kraftwerksregime Betriebserfahrungen gesammelt werden.

Die wissenschaftlich-technische Basis wurde durch die Entwicklung und den Bau einer Reihe von Versuchsständen stetig erweitert. Dies ermöglicht uns, experimentelle Grundlagenuntersuchungen und Einzeleffektanalysen durchzuführen. Die Versuchsanlagen werden auch in der Lehre eingesetzt, um die Studierenden anschaulich und praxisnah auszubilden.

### Schwerpunkte

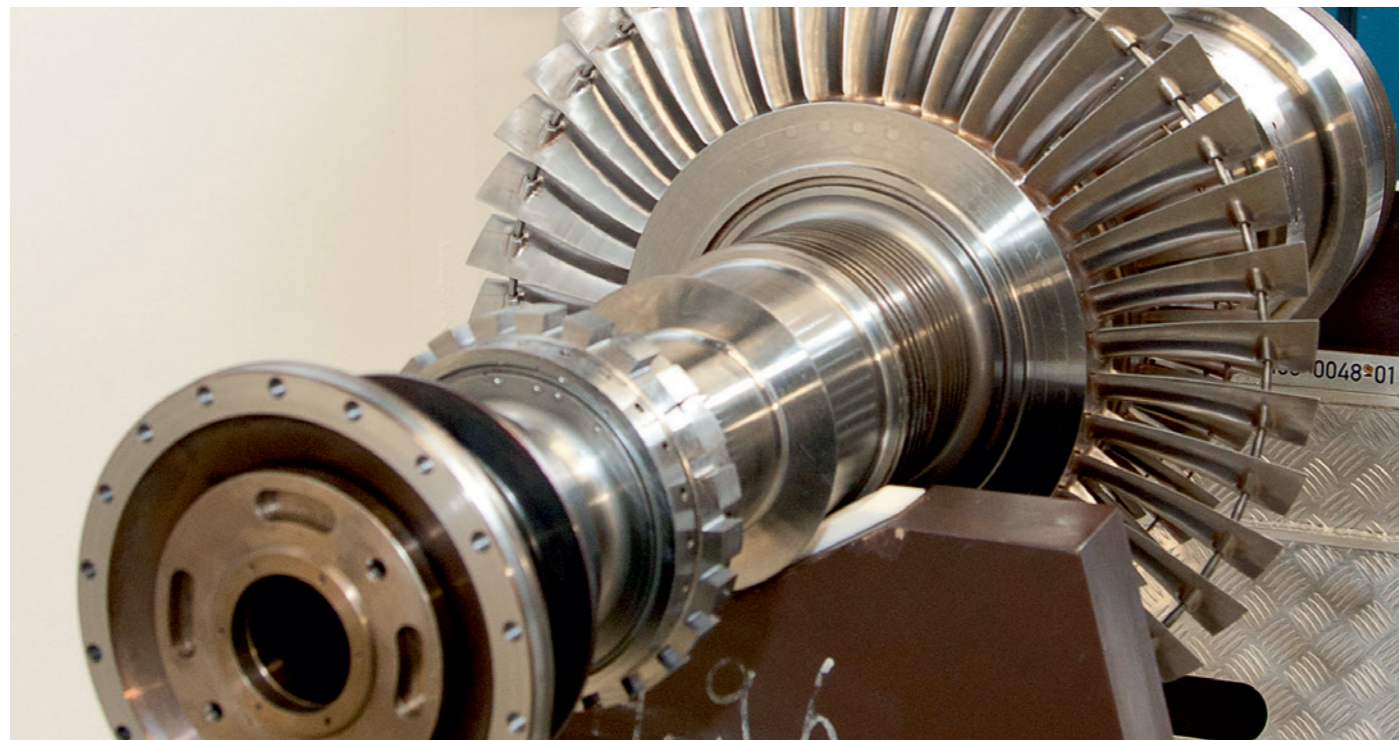
- Design und Projektierung automatisierungstechnischer und mechatronischer Systeme
  - Rapid Prototyping
  - CAE
  - Modellierung und Simulation mechatronischer Systeme
  - FEM
- Magnetlager
  - Auslegung und Konstruktion
  - Regelungstechnik
  - Leistungselektronik
  - Diagnose
- Sensortechnik
- Überwachung und technische Diagnose



Foto: Jens Freudenberg

### Fachgebietsleiter

Prof. Dr.-Ing. F. Worlitz  
 ☎ 03583 612-4548  
 ✉ f.worlitz@hszg.de



## FACHGEBIET MECHATRONISCHE SYSTEME

### Projekt

Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Erhöhung der Energieeffizienz von Turbomaschinen in Kraftwerksanlagen durch innovative Lagerkonzepte

Mit dem Einsatz aktiver Magnetlagerungen soll die Energieeffizienz von Turbomaschinen gesteigert werden. Dabei stellen die extremen Umgebungsbedingungen hohe Anforderungen an die Magnet- und Fanglagerkonstruktionen sowie an die Werkstoffauswahl.

Die Frage nach geeigneten Fanglagerkonzepten ist für Turbomaschinen bisher unzureichend beantwortet. Im Projekt verfolgen wir daher das Ziel, wissenschaftliche und technische Grundlagen zur Entwicklung geeigneter Fanglagerkonzepte für Großmaschinen mit aktiv magnetgelagerten Rotoren zu erarbeiten.

Dazu erarbeiten wir die theoretischen Grundlagen für die Auslegung, Modellierung und Simulation von Gleit- und Wälzlagerungen und entwickeln, konstruieren und bauen einen geeigneten Großversuchsstand zur Qualifizierung von Fanglagerungen. Dies ermöglicht es uns, Fanglagerungen unter extremen Umgebungsbedingungen zu testen und Modelle zu validieren.

Das Projekt wird innerhalb des Zittauer Kraftwerkslabors bearbeitet und ordnet sich in die Forschung und Entwicklung innerhalb des Kompetenzfeldes „Energie und Umwelt“ der Hochschule Zittau/Görlitz ein.



## FACHGEBIET MECHATRONISCHE SYSTEME

### Projekt

Konzeption, Entwurf, Konstruktion, Bau und Erprobung einer magnetgelagerten Industriedampfturbine

Dampfturbinen werden üblicherweise mit Gleitlagern ausgestattet. Zur Schmierung und Kühlung der Gleitlager wird Öl verwendet. Auch für die Ventile der Drehzahlregelung sowie für die Sicherheitsabschaltung wird Öl benötigt. Diese nicht unerheblichen Ölmengen stellen ein großes Sicherheitsrisiko dar. Durch den Einsatz von Magnetlagern und elektromechanischen Ventilantrieben kann auf den Einsatz von Öl bei Dampfturbinen verzichtet werden, denn Magnetlager stabilisieren den Turbinenläufer mit Hilfe von magnetischen Kräften und benötigen somit keine Schmiermittel.

Um eine ölfreie magnetgelagerte Industriedampfturbine im Kraftwerk Jänschwalde industriell einsetzen zu können, haben wir diese Technologie an einem Versuchsstand in Zittau getestet und den Funktionsnachweis für die Magnetlagerung erbracht.

Außerdem haben wir Experimente zur Kühlung der Magnetlager mittels Luft durchgeführt und konnten dabei optimale Arbeitspunkte für die Luftkühlung finden. Zudem haben wir das Verhalten der Notfallsysteme bei einem Ausfall der Magnetlager überprüft.

Nach Abschluss der Experimente wurde der Prototyp einer Speisepumpenantriebsturbine im Turbinenwerk Görlitz der SIEMENS AG gefertigt und im Braunkohlekraftwerk Jänschwalde installiert. Dort läuft die Maschine seit 2014, zunächst im Probebetrieb und seit 2015 im Leistungsbetrieb.





## FACHGEBIET ANGEWANDTE ELEKTRONIK

### Vorstellung

Die zunehmende Digitalisierung der Informationsverarbeitung beeinflusst auch die Signalaufbereitung in der Steuerungs-, Reg- lungs- und Messtechnik. Eine wachsende Rechenleistung und ein immer größer werdender Arbeitsspeicher der Mikrocontroller und Mikrorechnerhardware gestattet es, zunehmend Aufgaben der Signalverarbeitung in die Rechentechnik zu verlagern. Dabei kommen moderne Softwaretools zum Einsatz, die die Program- mierung in einer Hochsprache oder mit einer grafischen Oberflä- che zulassen. Dennoch wird es immer eine analoge oder digitale Signalverarbeitung jenseits der Rechentechnik geben. Die meis- ten physikalischen Größen in Technik und Natur lassen sich nur auf der Basis einer analogen Messtechnik erfassen. Außerdem werden vom Menschen fast alle Informationen analog wahrgenommen.

Unser Fachgebiet beschäftigt sich insbesondere mit der Entwick- lung von Interfaceschaltungen Mensch-Maschine und Maschi- ne-Mensch. Ein weiterer Bereich zahlreicher Innovationen auf dem Gebiet der Elektronik ergibt sich aus dem Klimawandel, der Energiewende und der Notwendigkeit einer verstärkten Energie- einsparung und Verbrauchsoptimierung. Durch den Einsatz lei- stungselektronischer Stellglieder und Vorschaltgeräte ist es mög- lich, in bestimmten Bereichen große Mengen an Elektroenergie einzusparen, wie beispielsweise bei umrichter gespeisten Dreh- stromantrieben und bei der LED-Beleuchtungstechnik. Allerdings ergibt sich durch den Einsatz der Leistungselektronik eine zuneh- mende Beanspruchung des Elektroenergieversorgungsnetzes.

Die leistungselektronisch bedingte Belastung des Netzes mit Verzerrungsblindleistung und die Generierung nichtsinusförmiger Netzströme können durch intelligente Schaltungen mit einer Power-Factoring-Control (PFC) reduziert werden. Die Entwicklung von Steuerverfahren und elektronischen Schaltungen zur Verbes- serung der PFC ist ein weiterer Schwerpunkt unseres Fachgebiets.

### Schwerpunkte

- Kontaktlose Energie- und Signalübertragung
  - Transformatorische Übertragung von elektrischer Energie
  - Induktive Übertragung von Messsignalen
- Entwicklung leistungselektronischer Schaltungen für PFC
  - Steuerverfahren zur Verbesserung des Leistungsfaktors
  - Ansteuerschaltungen für netzgebundene Verbraucher mit Verzerrungsblindleistung
  - Oberschwingungsanalyse bei elektrischen Verbrauchern
  - Verminderung/Optimierung des Blindleistungsbedarfs
- Leistungselektronische Schaltungen zur Steuerung elektri- scher Antriebe
  - Entwicklung von Steuerverfahren für Wechsel- und Gleich- richter
  - Einsatz neuer Halbleiterbauelemente in der Umrichtertech- nik
  - Verminderung der Schaltverluste durch Entlastungsschal- tungen
  - Implementierung neuer Regel- und Steuerverfahren für elektrischen Antrieb in leistungselektronischen Stellgliedern
- Messverfahren der Analog- und Digitaltechnik
  - Sensorspezifische Auswertelektronik
  - Hardwareentwicklung für die Messwertaufbereitung



Foto: Jens Feudenberg

### Fachgebietsleiter

Prof. Dr.-Ing. S. Kühne  
 ☎ 03583 612-4381  
 ✉ st.kuehne@hszg.de

## FACHGEBIET KRAFTWERKS-/DAMPFERZEUGER- UND FEUERUNGSTECHNIK

### Vorstellung

In diesem Fachgebiet konzentrieren wir uns auf die Analyse, Simu- lation und Optimierung von konventionellen Kraftwerksanlagen und thermochemischen Konversionsanlagen. Das dazugehörige Brennstoffspektrum reicht von den konventionellen Brennstoffen Braun- und Steinkohle sowie Ersatzbrennstoffen bis hin zu erneu- erbarer Energiebiomasse und biogenen Nebenprodukten.

Unsere Arbeitsfelder umfassen die stoffliche und energetische Bilanzierung, die thermodynamische und betriebstechnische Be- wertung sowie die Simulation von Prozessen in kraftwerkstech- nischen Anlagen. Die Skala reicht dabei vom Großkraftwerk bis zu kleintechnischen, biomassebasierten Kraftwerken bzw. Block- heizkraftwerken. Im Rahmen der Prozessanalyse und Simulation setzen wir neben thermodynamischen und thermohydraulischen Modellen auch statistische Methoden und mathematische Algo- rithmen ein.

Im Fokus unserer Untersuchungen stehen neben der detaillierten Analyse und Bewertung verschiedenster Brennstoffe hinsichtlich ihres Einsatzverhaltens auch die Komplikationsanalyse und Zu- standsüberwachung der Energieanlagen, die diese Brennstoffe umsetzen. Bei Feuerungsanlagen sind beispielsweise Verschla- ckung und Verschmutzung von Heizflächen und Wärmeübertra- gung aber auch Schadstoffemissionen und Korrosion von Heizflä- chen zu analysieren.

Um die Energieumwandlungsprozesse und die dazugehörigen An- lagen labortechnisch untersuchen zu können, verfügen wir über eine Vielzahl von Versuchsständen, z. B. diverse Verbrennungs- und Trocknungsanlagen und ein komplettes Klein-Heizkraftwerk. Diese sind mit einer umfassenden Messtechnik ausgestattet, die uns eine detaillierte Erfassung der zu untersuchenden Phänomene ermöglicht.

Für die Überwachung und Betriebsführung von Dampferzeuger- Feuerungen wurde im Fachgebiet ein System der radiometrischen Temperaturmessung entwickelt.



Foto: Jens Feudenberg

### Schwerpunkte

- Prozessdiagnose/Betriebsoptimierung in der Kraftwerkstechnik
  - Betriebsführung von Kraftwerkssystemen, Dampferzeu- gern und thermochemischen Konversionsanlagen
  - Thermodynamische und betriebstechnische Bewertung von Kraftwerkskreisprozessen und komplexen wärmetech- nischen Prozessen
  - Dynamisches Verhalten von energietechnischen Anlagen
- Komplikationsanalyse und Zustandsüberwachung für Feu- rungssysteme
  - Verschlackung/Verschmutzung von Dampferzeugerheiz- flächen
  - Wärmeübertragung
  - Schadstoffemission
  - Zünd- und Abbrandverhalten
  - Mahltrocknung in Ventilatormühlen
- Modellierung und Simulation
  - Stationäre und fluiddynamische Simulation energietechni- scher Anlagen
  - Differentialgleichungssysteme und thermodynamische Gleichgewichtsberechnungen
  - Energie- und Stoffstrombilanzierung
- Datenanalyse, Modellierung und Optimierung energieum- wandelnder Prozesse
  - Statistische Methoden
  - Clusteranalyse
  - Künstliche Neuronale Netze
  - Genetische Algorithmen
- Bewertung des feuerungstechnologischen Einsatzverhaltens von Brennstoffen
  - Braun- und Steinkohle
  - Biobrennstoffe
  - Ersatzbrennstoffe
- Hochtemperatur-Messverfahren von Brennstoffen
  - Überwachung und Betriebsführung von Dampferzeuger- Feuerungen mit radiometrischer Temperaturmessung

### Fachgebietsleiter

Prof. Dr.-Ing. habil. T. Zschunke  
 ☎ 03583 612-4843  
 ✉ t.zschunke@hszg.de

Dipl.-Ing. U.-S. Altmann  
 ☎ 03583 612-4743  
 ✉ s.altmann@hszg.de



## FACHGEBIET KRAFTWERKS-/DAMPFERZEUGER- UND FEUERUNGSTECHNIK

### Projekt

### Entwicklung eines Stützfeuerungs-systems auf Basis von Trockenbraunkohle zur Erhöhung der Flexibilität bestehender Dampfkraftwerke – Optimierung der Kesselfeuerung

Ziel dieses Projekts waren die Erhöhung der Lastflexibilität und die Optimierung bestehender Braunkohlekraftwerke. Es wurde ein Stützfeuerungs-system auf Basis von Trockenbraunkohle entwickelt, getestet und in einen bestehenden Kraftwerksblock als Ersatz für das bisherige ölgefeuerte System eingebaut. Das Zünd- und Stützfeuerungs-system wird für das Anfahren der Feuerung (Zündung) und für die Stabilisierung des Mühlenfeuers in Betriebszuständen mit geringer Kessellast (Stützbetrieb) benötigt. Durch den Einsatz von hochveredelter Trockenbraunkohle, einer innovativen Brennertechnik sowie einer guten Regelfähigkeit der Brenner wird so die Flexibilität der Braunkohlekraftwerke gesteigert. Dadurch kann die Mindestlast des Kraftwerksblocks weiter als bisher gesenkt und somit mehr Strom aus erneuerbaren Energien in das Netz eingespeist werden.

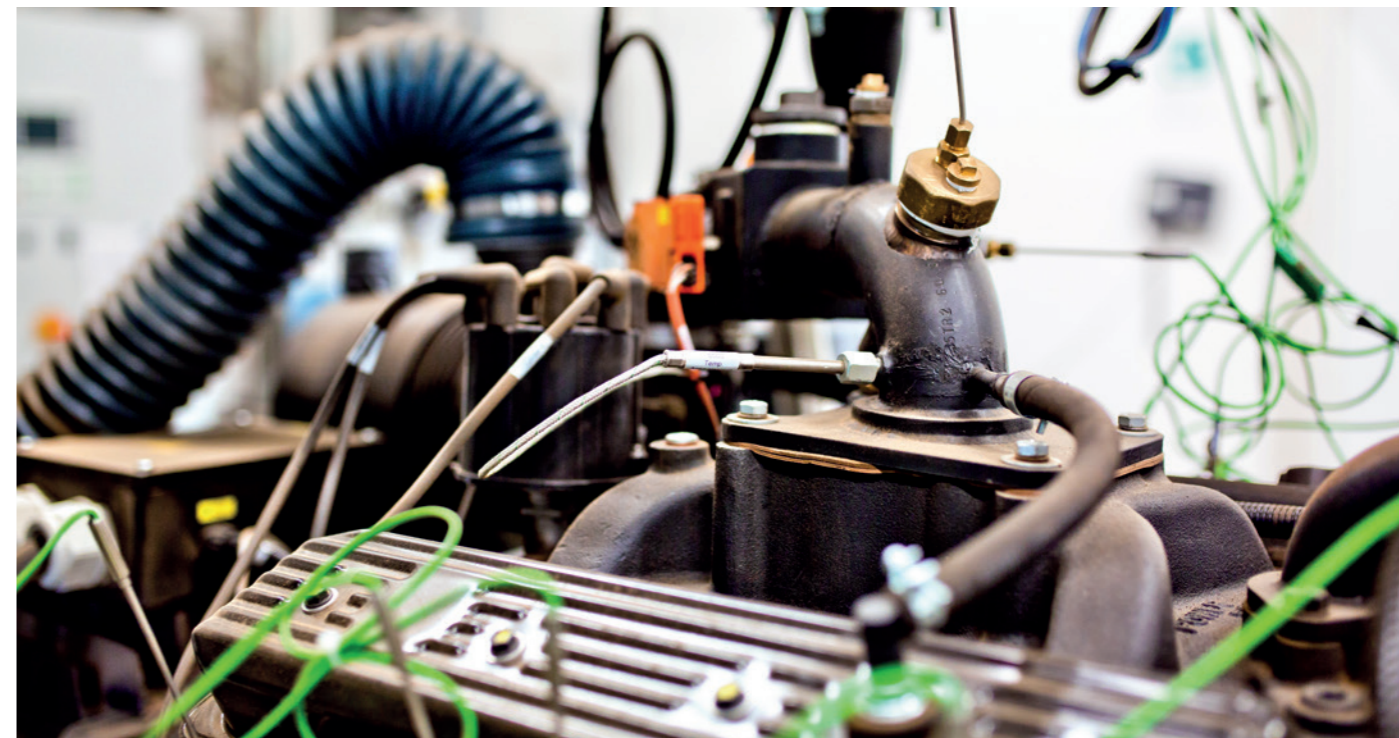
Unsere Forschungsarbeiten umfassten die Auslegung und Überwachung des Feuerraums, die Untersuchung des Einflusses der

neuen Stützbrenner auf die Verschlackung und Verschmutzung der Heizflächen, Untersuchungen zur Einbindung der neuen Zünd- und Stützbrenner in die Leittechnik sowie die Unterstützung des Kraftwerksbetreibers im Test- und Versuchsbetrieb. Für den Probebetrieb wurde dazu ein mobiles Mess- und Diagnosesystem für die Überwachung des Feuerraums eingesetzt. Im Rahmen der Untersuchung der Prozesse in der Feuerung wurden die umfangreichen Daten aus dem Test- und Probebetrieb analysiert und Simulationen durchgeführt. Daraus konnten Empfehlungen für den Betrieb und die Regelung der Feuerung gewonnen werden. Für die Vermeidung von Verschlackung und Verschmutzung der Heizflächen wurden Betriebszustände ermittelt, die in diesem Zusammenhang besondere Risiken aufweisen, und Empfehlungen für den Betrieb der Zünd- und Stützbrenner ausgesprochen.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## FACHGEBIET KRAFTWERKS-/DAMPFERZEUGER- UND FEUERUNGSTECHNIK

### Projekt

### Thermochemische und fluiddynamische Optimierung einer Biomasse-Festbettvergasung mit BHKW (TCV III)

Inhalt dieses Projekts ist die Untersuchung von Anlagen zur thermochemischen Vergasung von Biomasse mit dem Ziel, elektrische und thermische Energie bereitzustellen. Dabei steht die Auflösung des Konflikts zwischen wirtschaftlichem Betrieb und Erfüllung komplexer Versorgungsaufgaben im Mittelpunkt.

Die Grundidee ist die Nutzung von selektiven katalytischen Wirkungen mineralischer Zuschlagstoffe und die Verwendung von innovativen Speichertechnologien sowie von Mess- und Regelkonzepten, die das Problem der zeitversetzten Entstehung und Nutzung von Strom und Wärme lösen sollen. Gleichzeitig soll getestet werden, inwieweit sich solche Anlagen in bestehende Versorgungssysteme integrieren lassen. Die prozessbedingt anfallenden Rest- und Abfallstoffe sollen sowohl mengenmäßig reduziert als auch hinsichtlich der Zusammensetzung beeinflusst werden, sodass der Umgang damit wirtschaftlicher wird.

Es sollen neue Technologien der Emissionsminderung im instationären sowie im stationären Teil- und Nennlastbetrieb entwickelt und unter praxisnahen Bedingungen erprobt werden. Darüber hinaus ist auch die Gewinnung wichtiger Substanzen aus den Reststoffen und deren Nutzung als Sekundärrohstoffe Gegenstand unserer Untersuchungen.



## Impressum

### Herausgeber:

Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM)

### Verantwortlich:

Direktor Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch

☎ 03583 612-4282

✉ a.kratzsch@hszg.de

### Koordination der Inhalte:

Dr.-Ing. Clemens Schneider

### Satz und Layout:

Astrid Tarasewicz

🌐 [www.ataradesign.de](http://www.ataradesign.de)

### Fotos:

Carla Schmidt, Jens Freudenberg,  
Hochschule Zittau/Görlitz

### Informationen zum Titelbild:

Latentwärmespeicher im Zittauer  
Kraftwerkslabor

### Druck:

Druckerei der Hochschule Zittau/Görlitz