



Hochschule
Zittau/Görlitz

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Jahresforschungsbericht 2012

*Institut für Prozeßtechnik,
Prozeßautomatisierung
und Meßtechnik*



STUDIERN_OHNE_GRENZEN

Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung	3
2	Statistische Angaben	4
3	Struktur und Fachgebiete.....	5
3.1	Leitung des Institutes.....	5
3.2	Übersicht der Professuren.....	5
3.3	Forschungsgruppen.....	5
4	Forschungsrelevante Aktivitäten des IPM	9
4.1	Mechatronische Systeme.....	9
4.1.1	Publikationen.....	9
4.1.2	Forschungs- und Entwicklungsprojekte.....	9
4.1.3	Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten	14
4.1.4	Betreuung von Promovenden	14
4.2	Kerntechnik/Soft Computing.....	14
4.2.1	Publikationen.....	14
4.2.2	Forschungs- und Entwicklungsprojekte.....	16
4.2.3	Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten	20
4.2.4	Betreuung von Promovenden	20
4.2.5	Weiterbildung/Qualifizierung.....	21
4.3	Messtechnik/ Prozessautomatisierung.....	21
4.3.1	Publikationen.....	21
4.3.2	Forschungs- und Entwicklungsprojekte.....	24
4.3.3	Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten	31
4.3.4	Weiterbildung/Qualifizierung.....	34
4.4	Kraftwerks-, Dampferzeuger- und Feuerungstechnik	34
4.4.1	Publikationen.....	34
4.4.2	Forschungs- und Entwicklungsprojekte.....	34
4.5	Mustererkennung und Bildverarbeitung	36
4.5.1	Publikationen.....	36
4.5.2	Forschungs- und Entwicklungsprojekte.....	36

4.5.3	Betreuung von Promovenden	38
4.6	Messen und Wissenschaftliche Veranstaltungen.....	38
4.6.1	Hannovermesse 2012	38
4.6.2	Jahrestagung Kerntechnik 2012 in Stuttgart.....	39
4.6.3	Workshop zum Einsatz digitaler Leittechnik.....	40
4.6.4	20 th International Conference on Nuclear Engineering.....	41
4.6.5	Internationales Symposium on Magnetic Bearing ISMB13.....	42
4.6.6	DBV-Workshop – Workshop der Digitalen Bildverarbeitung	44
4.6.7	19 th East West Zittau Fuzzy Colloquium	45
4.7	Wissenschaftliche Veranstaltungen – Gesamtübersicht.....	46
4.8	Verantwortliche Mitwirkung in Gremien.....	47
4.9	Kooperative Promotionsverfahren.....	48
5	Auftraggeber und Kooperationspartner.....	50

1 Einleitung

Das Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) realisiert als Institut der Hochschule Zittau/Görlitz auf Drittmittelbasis anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung in den Bereichen Energietechnik und Mechatronik.

Das Jahr 2012 wird in die nunmehr fast 20-jährige Geschichte des IPM als sehr gutes Jahr eingehen. Die Arbeit konnte erfolgreich weitergeführt werden, so dass über die 12 Monate eine kontinuierliche Entwicklung in alle Fachgebieten zu verzeichnen war. Diese drückt sich u.a. in der gestiegenen Mitarbeiterzahl, in der Zunahme der laborativen Ausstattung und in den Veröffentlichungen und Publikationen aus, um nur einige Indikatoren zu nennen.

Das Vorhaben „Zittauer Kraftwerkslabor“ hat aufgrund seines für die weitere Entwicklung des IPM strategischen Stellenwertes besondere Bedeutung. Fachgebietsübergreifend war der weitere Aufbau des „Zittauer Kraftwerkslabors“ eine bestimmende Aufgabe. Sowohl in den wissenschaftlichen Arbeiten als auch bei der Vorbereitung des Aufbaus der Versuchsanlagen konnten wesentliche Fortschritte erzielt werden. Schwierigkeiten konnten, auch aufgrund der starken Unterstützung durch die Hochschule und der Stadtwerke Zittau, gelöst werden. Die Arbeit ist noch nicht getan. Aber an dieser Stelle gebührt schon jetzt allen Beteiligten Dank.

Veröffentlichungen gehören zur wissenschaftlichen Arbeit. Dass dies am IPM gelebt wird zeigen u.a. die zahlreichen nationalen und internationalen Kolloquien, bei denen das IPM 2012 vertreten war.

Über viele Jahre hat die Einheit von Lehre und Forschung am IPM einen hohen Stellenwert. Zahlreiche Studenten nutzen die Möglichkeit, ihre Praxis- oder Abschlussarbeiten am Institut zu bearbeiten. Wir konnten auch wieder Gastwissenschaftler begrüßen, so aus Südafrika und Ägypten. Der Jahresforschungsbericht gibt einen Überblick über das wissenschaftliche Leben des IPM.

Zittau, im März 2013



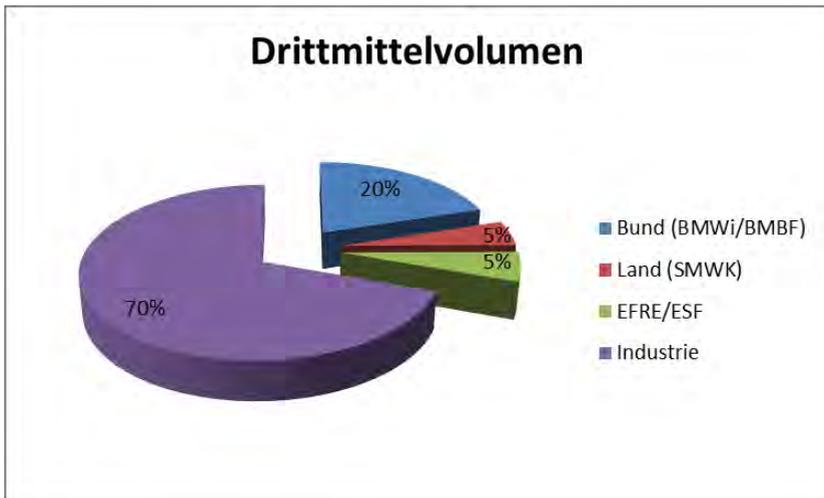
Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz
Direktor IPM

2 Statistische Angaben

Hochschullehrer: 6

Mitarbeiter: 33 VZÄ

Drittmittel: 1,55 Mio. €



3 Struktur und Fachgebiete

3.1 Leitung des Institutes

Direktor:	Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz
Stellv. Direktor:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
Projektmanager:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Sekretariat:	Frau Bärbel Münzberg

3.2 Übersicht der Professuren

- Projektierung von Automatisierungs- und Mechatroniksystemen (Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz)
- Messtechnik/Prozessautomatisierung (Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch)
- Steuerungs- und Regelungstechnik (Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner)
- Medientechnik/Digitaltechnik (Prof. Dr. rer. nat. Stefan Bischoff)
- Elektrotechnik/Schaltungstechnik (Prof. Dr.-Ing. Stephan Kühne)

3.3 Forschungsgruppen

Fachgebiet Mechatronische Systeme

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz

Mitarbeiter:
Dipl.-Ing. Torsten Rottenbach
Dipl.-Ing. (FH) Stephan Düsterhaupt
Dipl.-Ing. (FH) Christian Vanek
Dipl.-Ing. (FH) Holger Neumann
Dipl.-Ing. Ralf Rothe
Dipl.-Ing. (FH) Maik Griegoleit
B.Eng. Stefan Kayser
M.Eng. Christian Panescu
M.Eng. Li Li
Dipl.-Ing. (FH) Christoph Hadank

Arbeitsfelder:

- Entwurf und Projektierung automatisierungstechnischer und mechatronischer Systeme (Rapid-Prototyping, CAE, Modellierung und Simulation mechatronischer Systeme, FEM)
- Magnetlagertechnik (Auslegung und Konstruktion, Regelungstechnik, Leistungselektronik, Diagnose)
- Sensortechnik
- Überwachung und technische Diagnose

Fachgebiet Kerntechnik/Soft Computing

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Sören Alt (Laborleiter)
Dr.-Ing. André Seeliger
Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Miriam Hölker (QM-Beauftragte)
Dipl. Wi. Math. (FH) Stefan Renger
Dipl.-Ing. (FH) Doreen Lißner
Dipl.-Ing.(FH) Stefan Kittan
Frank Zacharias
Matthias Pfeiffer

Arbeitsfelder:

- Anlagen- und Reaktorsicherheit (Modellierung/Simulation: modellgestützte Messverfahren, Soft Computing; Thermohydraulik)
- Partikelströmung (Methodische und experimentelle Untersuchungen)
- Soft Computing (Fuzzy Systeme: Mamdani, Takagi-Sugeno-Kang; Künstliche Neuronale Netze: Multilayer Perzeptron; genetische Algorithmen)
- Regelungstechnik, Prozessführung (Energie- und Verfahrenstechnik)
- Nichtlineare Dynamische Systeme (fraktale Algorithmen, zelluläre Automaten, MAS, Chaostheorie)
- Theoretische und experimentelle Untersuchungen (Zweiphasenströmungen Wasser/Dampf/Inertgase)
- Simulationstechnik (ATHLET, RELAP, CFX, COCOSYS)

Fachgebiet Messtechnik/Prozessautomatisierung

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch

Mitarbeiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Hampel i.R.
Dr. rer. nat. habil. Michael Wagenknecht
Dipl.-Ing. Thoralf Gocht

Dipl.-Ing. (FH) Torsten Klette
Dipl.-Ing. (FH) Clemens Schneider
M.Eng. Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Schmidt
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Fiß
Dipl.-Übersetzerin Elisa Rudolph
Dipl.-Inf. Jana Hänel
Dipl.-Ing. (FH) Stephan Schulz
Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Braun
Dipl.-Ing. (FH) Gregor Donath

Arbeitsfelder:

- Nukleare Sicherheitsforschung (Kühlmittelverluststörfall mit Freisetzung von Isolationsmaterial)
- Entwurf von Versuchsständen, Durchführung experimenteller Untersuchungen auf dem Gebiet der Energie- und Umwelttechnik
- Anwendung von Methoden des Qualitätsmanagements auf Prozesse in der Forschung und Entwicklung
- Prozessautomatisierung (Energie- und Verfahrenstechnik, Leittechnik, Modellierung/Simulation)
- Messtechnik

Fachgebiet Kraftwerks-, Dampferzeuger- und Feuerungstechnik

Fachgebietsleiter: Dipl.-Ing. Ulrich-Steffen Altmann

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Steffen Grusla
Dipl.-Math. (FH) Tom Förster
Dipl.-Ing. Ulrike Gocht
Dipl.-Ing. (FH) Matthias Freund
Dipl.-Ing. (FH) Peter Tusche (bis 06/12)

Arbeitsfelder:

- Prozessverhalten konventioneller Dampferzeuger und Kohlenstaubfeuerungs-systeme, Komplikationsanalysen, Verschlackung, Verschmutzung und Korrosion, Wärmeübertragung, Schadstoffemission, Abbrandverhalten
- Verbrennungstechnologische Brennstoffqualitätsbewertung
- Diagnosestrategien und -algorithmen für konventionelle Dampferzeuger und Feuerungen
- Thermohydraulische Simulation energietechnischer Anlagen, Komponenten und Versuchsanlagen

- Messverfahren zur Überwachung und Betriebsführung von Dampferzeuger-Feuerräumen, Entwicklung optischer Hochtemperaturmessverfahren
- Thermodynamische und betriebstechnische Bewertung von Kraftwerkskreisprozessen
- Dynamisches Verhalten von Kraftwerksanlagen: Betriebstransienten, Störfallszenarien, Laständerungsverhalten, Teillast
- Datenanalyse, Modellierung und Optimierung energieumwandelnder Prozesse

Fachgebiet Mustererkennung/Bildverarbeitung

Fachgebietsleiter: Prof. Dr. rer. nat. S. Bischoff

Prof. Dr.-Ing. Dietmar Scharf

Mitarbeiter: Dipl.-Inf. (FH) Ivo Noack

Arbeitsfelder:

- Bildverarbeitung (Objekterkennung, Tracking, Optische Qualitätskontrolle)
- Automatische Sensordateninterpretation (Erkennung vordefinierter Muster im Sensor-signal)
- Multisensorik (Stereo, TOF, IR, Radar, Multisensordatenfusion)
- Maschinelles Lernen (Überwachte und unüberwachte Verfahren wie SOM's, PCA, SVM, Artificial Neural Networks)
- OpenCV (Intel Open-Source Computer Vision Library für die Programmiersprachen C und C++ mit Algorithmen für Bildverarbeitung und maschinelles Sehen)
- HALCON (Kommerzielles Bildverarbeitungssystem der Firma MVTec-Software GmbH)

Fachgebiet Angewandte Elektronik

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Stephan Kühne

Arbeitsfelder:

- Entwicklung von Messverfahren der Analog- und Digitaltechnik
- Entwicklung von Baugruppen der Leistungselektronik im unteren kW-Bereich
- Entwicklung von Stellgliedern für elektrische Antriebe (Gleich- und Wechselrichter)
- kontaktlose Energieübertragung
- Auswerte- und Verarbeitungselektronik der Messtechnik

4 Forschungsrelevante Aktivitäten des IPM

4.1 Mechatronische Systeme

4.1.1 Publikationen

4.1.1.1 Vorträge und Präsentationen

S. Düsterhaupt, F. Worlitz: HIL-Simulation eines Kalman-Filters für aktive Magnetlager auf Basis eines Digitalen Signalprozessors, 13. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz mitteldeutscher Fachhochschulen, 19. April 2012, Görlitz

H. Neumann, F. Worlitz: Modellierung und Simulation eines Kalman-Filters für aktive Magnetlager, 13. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz mitteldeutscher Fachhochschulen, 19. April 2012, Görlitz

S. Düsterhaupt, F. Worlitz: Complex and Integrated Methods for the Reliability Analysis of Contactless Magnetic Bearings, ISMB 13, 6.-9. August 2012, Arlington, Virginia, USA

C. Vanek, T. Rottenbach, F. Worlitz: Maschinendiagnose mittels Magnetlagern, 10. Tagung Technische Diagnostik 2012, 25.-26. Oktober 2012, Merseburg

4.1.1.2 Sachberichte

S. Düsterhaupt, H. Neumann, T. Rottenbach, F. Worlitz: Komplexe und integrierte Methoden zur Entwicklung und Verlässlichkeitsbewertung berührungsfreier Magnetlager, Abschlussbericht, BMWi-Projekt 150 1362, 31, August 2012

4.1.2 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

Projekt 1:	<i>Einsatz der magnetgelagerten Kreiselpumpe im Kraftwerk Boxberg</i>
Projektleiter:	Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz
Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) S. Düsterhaupt Dipl.-Ing. T. Rottenbach Dipl.-Ing. (FH) C. Vanek
Drittmittelgeber:	Vattenfall Europe Generation AG & Co. KG
Kooperationspartner:	Kraftwerk Boxberg
Laufzeit:	01.01.2012 – 31.12.2012

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Nach der Revision der magnetgelagerten Pumpe wurde diese am 17. August 2011 als Betriebspumpe im Dauerbetrieb wieder zugeschaltet und auch im Jahr 2012 überwiegend in dieser Betriebsart im Teil- und Volllastbereich eingesetzt.

Abschaltungen der Pumpe resultierten aus planmäßigen und außerplanmäßigen Reparatur- und Wartungsarbeiten am Kraftwerksblock. Dabei wurde jedoch die Pumpe als Reservepumpe betrieben, d. h. die Magnetlager blieben eingeschaltet, die Welle mit dem Laufzeug schwebte in den Magnetlagern und die Pumpe war jederzeit einsatzbereit. Damit wurde erstmalig erreicht, dass die Magnetlager einschließlich der dazugehörigen Sensorik, Regel- und Leistungselektronik ganzjährig in Betrieb waren und die Pumpe eine 100%ige Verfügbarkeit erreichte.

Von den 366 Tagen war die magnetgelagerte Pumpe 351 Tage und 19 Stunden als Betriebspumpe und 14 Tage und 5 Stunden als Reservepumpe im Einsatz. In Abhängigkeit der Witterung und netzseitiger Anforderungen wurde die Fahrweise der Pumpe an das Blockregime angepasst. Dabei ergibt der Betrieb der Pumpe im Teillastbereich infolge Abweichungen vom Auslegungspunkt und dem damit einhergehenden Druckanstieg erhöhte Belastungen der Magnetlagerung und der Dichtungssysteme. Aus den aufgezeichneten Signalen Wellenlage und Lagerströme sowie den Prozesssignalen Regelventilstellung und Drücke vor und hinter der Pumpe wurden die Belastungen analysiert und die Datenbasis des Diagnosesystems erweitert.

Zur Realisierung einer Datenfernübertragung (DFÜ) wurde 2012 seitens des Kraftwerkbetreibers eine ISDN-Leitung zum Messrechner in der Anlage verlegt und aufgeschaltet. Die Inbetriebnahme der DFÜ verzögerte sich jedoch, da auf Grund der großen Leitungslänge keine stabile Verbindung hergestellt werden konnte. Dieses Problem kann nur mit der Installation zusätzlicher Hardware im Messschrank behoben werden. Mit der DFÜ verringert sich künftig der Vor-Ort-Aufwand auf ein Minimum. Die Sichtung der Daten, die Datensicherung und die Wartung des Messrechners kann von einem Arbeitsplatz am IPM erfolgen. Die Inbetriebnahme der DFÜ ist für Anfang 2013 geplant.

Projekt 2:	Entwicklung neuartiger Magnetlagerkonzepte
Projektleiter:	Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz
Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) S. Düsterhaupt Dipl.-Ing. (FH) H. Neumann Dipl.-Ing. T. Rottenbach Dipl.-Ing. (FH) C. Vanek
Drittmittelgeber:	Industrie
Kooperationspartner:	Industrie
Laufzeit:	Seit 2009
Bearbeitungsstand/Ergebnisse:	
<u>2012:</u> Gestiegene Anforderungen an Lagerungen bezüglich Geräuscharmheit, Laufruhe oder Wartungsarmut in medizinischen oder energietechnischen Bereichen lassen sich teilweise nur durch den Einsatz von Magnetlagern erfüllen. Dazu müssen Magnetlager als vollständige Einheit aus Lager, Sensorik, Leistungselektronik und Software entwickelt werden. Nur durch die richtige Abstimmung der einzelnen Komponenten aufeinander lassen sich die Vorteile, wie Unwuchtkompensation oder geräuscharmer Lauf, in vollem Umfang nutzen. Derzeit wird am Aufbau eines Prototypen für ein solches Lager in Abstimmung mit einem Projekt-	

partner gearbeitet. Dazu wurde eine mechanische Konstruktion auf Grundlage der statischen und dynamischen Auslegung durchgeführt. Um verschiedene Regelstrategien und Einflüsse von materialtechnischen Eigenschaften untersuchen zu können, wurde ein Kleinversuchsstand erfolgreich in Betrieb genommen. Weiterhin wurde ein Antrieb am Versuchsstand angebracht, um auch dynamische Effekte zu untersuchen. Einen Schwerpunkt dabei bilden die Untersuchungen zu den Verlusten im Lager. Wirbelstromverluste sind ein Hauptbestandteil der entstehenden Verluste. Deshalb ist es notwendig, diese vor dem Bau des Prototypen abschätzen zu können. Um gesicherte Aussagen zu diesen Verlusten zu treffen, wurden diese im Vorfeld mittels einer FEM-Simulation abgeschätzt. Die Validierung der Simulationsergebnisse erfolgte anhand der am Kleinversuchsstand gewonnenen Daten.

Projekt 3:	Entwicklung einer integrierten digitalen Leistungselektronik für aktive Magnetlager
Projektleiter:	Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz
Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) S. Düsterhaupt Dipl.-Ing. (FH) M. Griegoleit Dipl.-Ing. R. Rothe
Drittmittelgeber:	SMWK, IPM
Kooperationspartner:	INNOTAS
Laufzeit:	2011-2012

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Im Rahmen des Kompetenzausbaus Magnetlagertechnik wurde an der Hochschule Zittau/Görlitz eine auf die Anforderungen aktiver Magnetlager abgestimmte digitale Leistungselektronik entwickelt. Die integrierte Leistungselektronik, bestehend aus einem Prozessrechner und bis zu vier Endstufen, erforderte die Entwicklung elektronischer Baugruppen und eingebetteter Software.

Herzstück bildet ein digitaler Signalcontroller (DSC) F28335 mit 150 MHz Taktfrequenz. So werden sämtliche Funktionen zur Strom- und Lageregelung, Signalwandlung und -filterung sowie Sicherheitsfunktionen in einer Baueinheit integriert. Der DSC ist auf einer Eurokarte untergebracht. Diese stellt neben der Spannungsversorgung die Schnittstellentreiber zur Übertragung differentieller Signale bereit. So können digitale Steuersignale ohne Schirmung zwischen Prozessrechner und Endstufe übertragen werden.

Die durch ein regional niedergelassenes Unternehmen gefertigten Baugruppen umfassen neben dem Prozessrechner taktende Endstufen (PWM-Modulation). Diese arbeiten mit einem max. Dauernennstrom von 20 A und einer Zwischenkreisspannung von max. 200 V DC. Die schaltende Baugruppe ist als MOSFET-Vollbrücke aufgebaut.

Für die Bereitstellung der Funktionswelt und entsprechender Parameter ist eine eigenentwickelte Firmware (Programmiersprache C) implementiert.

Die im Labor vorgeprüften Umrichter wurden in einem Rittal-Schaltschrank TS8 montiert und anschlussfertig verdrahtet. Die Erstellung des Schrankkonzeptes (d. h. die Anordnung der Komponenten) erfolgte innerhalb studentischer Arbeiten. Die Verschaltung und der Netzanschluss erfolgten unter Berücksichtigung der einschlägigen Normen und Standards, die ebenfalls im Rahmen einer studentischen Arbeit recherchiert wurden.

Innerhalb der Planung mussten die rückwärtigen Steckverbinder nach DIN EN 60603-2 rechner- und endstufenseitig verbunden werden. Ein durchschnittlich hohes Preisniveau und die schlechte Verfügbarkeit geeigneter Terminals führten zu einer Eigenentwicklung eines speziellen Schraub-Klemm-Terminals. Die Entwicklungsarbeiten umfassten dazu die

Erstellung der Schaltplan- und Platinenlayouts.
 Abschließend erfolgte die Bestellung des Montage- und Installationsmaterials nach den zuvor erstellten Stücklisten.
 Parallel dazu wurde ein bereits vorhandener Aktor eines magnetischen Axiallagers für den Versuchsstandsbetrieb ertüchtigt. Dies erforderte die Neukonstruktion eines Stahlrahmens sowie einer Vorrichtung zur Simulation statischer mechanischer Belastungen.
 Es erfolgte die Aufrüstung des Schaltschranks TS8 mit zwei 2 Prozessrechnern und 7 Endstufen, die mit Hilfe der eigenentwickelten Schraub-Klemm-Terminals verbunden sind. Dies lässt schaltungsnahe Messungen während des Betriebes zu. Die Aufnahme der Europakar-ten erfolgte mit Hilfe standardisierter 19-Zoll-Einbauschübe.
 Im Ergebnis der Normenrecherche wurde festgelegt, dass je ein Eingangsfilter und Trafo-schutzschalter netzseitig zu montieren war. Die Absicherung des Gleichspannungszwi-schenkreises und der Teilkreise gegen elektrische Überlast erfolgte aufgrund der DC-Charakteristik mit geeigneten Schmelzeinsätzen.
 Anschließend erfolgte eine elektrische Überprüfung der Schrankinstallation inkl. Teilinbe-triebnahme der unterschiedlichen Spannungsebenen.
 Gegenwärtig werden die Tests für ausgewählte Versuchsanlagen im Feld vorbereitet. Es soll der Nachweis geführt werden, dass die Anordnung der Baugruppen im Sinne eines Mag-netlagerregelkreises die notwendigen Anforderungen nach Genauigkeit und Stabilität er-füllen.
 Mit der Entwicklung einer integrierten Leistungselektronik wird dem Potenzial aktiver Magnetlager im Sinne der Diagnosefähigkeit Rechnung getragen.

Projekt 4:	<i>Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Erhöhung der Energieeffizienz von Turbomaschinen in Kraftwerksanlagen durch innovative Lagerkonzepte</i>
Projektleiter:	Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz
Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) S. Düsterhaupt B. Eng. S. Kayser M. Eng. Li Li Dipl.-Ing. (FH) H. Neumann M. Eng. C. Panescu Dipl.-Ing. R. Rothe
Drittmittelgeber:	 SMWA,
Kooperationspartner:	Stadtwerke Zittau GmbH
Laufzeit:	01.09.2011 – 31.08.2014
Bearbeitungsstand/Ergebnisse:	
<p>Das Projekt ist Bestandteil des Zittauer Kraftwerkslabors. Es ordnet sich in die Forschung und Entwicklung innerhalb der Profillinie „Energie und Umwelt“ der Hochschule Zittau/Görlitz ein.</p> <p>Gegenstand des Projektes ist die Planung, Auslegung und Errichtung eines Großversuchsstandes zur Untersuchung von Magnetlagern einschließlich der dazu notwendigen Fanglagerung unter extremen Prozess- und Umgebungsbedingungen. Dazu soll einerseits eine</p>	

magnetgelagerte Kraftwerksmaschine mit Dampf und Kraftwerkschemie beaufschlagt werden. Andererseits ist die Errichtung eines Kleinversuchsstandes für den Betrieb unter Normalatmosphäre vorgesehen, mit dem Einzeleffekte untersucht werden können. Daran sollen auch Arbeiten auf den Gebieten Digitale Filter, Regelungstechnik und Diagnose durchgeführt werden. In der Projektlaufzeit sind erste Versuche mit dem Schwerpunkt Fanglagerkonstruktionen geplant.

Im Projektzeitraum 2012 wurde ein Vordesign der magnetgelagerten Maschine erstellt. Dies umfasste die Grobkonstruktion einer Wellenkontur des zukünftigen Läufers, die Auslegung einer aktiven axialen und radialen Magnetlagerung einschließlich der dazu notwendigen Fanglagerung.

Mit dem Abschluss der Vordesignphase wurde die Siemens AG Power Generation Görlitz mit der Erstellung eines detaillierten Versuchsstandskonzeptes beauftragt. Die Auftragsvergabe erfolgte im Rahmen einer öffentlichen Ausschreibung.

Das Versuchsstandsdesign wurde iterativ durch die Entwicklung physikalischer Modelle zur Simulation von Einzeleffekten beim Rotor-Fanglager-Kontakt begleitet. Neben der prinzipiellen Unterscheidung zwischen Gleit- und Wälzfanglagern wurden zahlreiche Werkstoffparameter in der Modellbildung berücksichtigt. Dabei stellten Untersuchungen zur Verifikation der Teilmodelle die Qualität der Entwicklungsarbeiten sicher. Es erfolgte darüber hinaus eine Ableitung von Erkenntnissen der für die Validierung des Codes notwendigen Instrumentierung in Bezug auf Messort, -größe und Messbereich.

Einen weiteren Schwerpunkt stellte die Entwicklung eines Messstellenkonzeptes für den Versuchsstand dar. Neben der Messung der Rotorlage mit Hilfe von Wirbelstromsensoren wurden zahlreiche Messstellen für die Erfassung von Dampftemperaturen und -drücken innerhalb der Druckbehälterkammern vorgesehen. Wesentliche Voraussetzung insbesondere für die Validierung der Fanglagermodelle war die konstruktive Integration von Sensoren zur Kraft- und Schwingungsmessung in die Fanglagergehäuse.

Im Ergebnis wurde ein Versuchsfeld mit dem magnetgelagerten Versuchsstand „MFLP2“ projektiert. Dieser besteht aus einem Druckbehälter, der einen Rotor (Masse 1.300 kg) inkl. der notwendigen axialen/radialen Magnet- und Fanglagerung aufnimmt. Dabei wird der Rotor mit Hilfe eines elektrischen Antriebes auf maximal 4.000 min^{-1} beschleunigt. Wesentlich für die experimentellen Untersuchungen ist die Einstellung spezifischer Prozessbedingungen im Bereich der Magnet- und Fanglager. Dazu wird ein liegender Druckbehälter durch Trennwände in Kammern geteilt, die mit Wasserdampf (Überdruck max. 0,3 MPa, Dampfmassenstrom max. 324 kg/h) bei Temperaturen bis zu 250°C beaufschlagt werden können.

Aufgrund der zu erwartenden hohen mechanischen Belastungen infolge von Rotorabwürfen in die Fanglager und thermischen Dehnungen wird, wie im Turbinenbau üblich, der Druckbehälter auf einem Grundrahmen errichtet. Umlaufende Kräfte von bis zu 120 kN und impulsförmige Spitzenbelastungen von mehr als 150 kN machen die Gründung des Versuchsstandes auf einen Maschinentisch notwendig. Seine statische Last beträgt 126 kN.

Im Jahr 2013 werden weitere Versuchsstandskomponenten entsprechend ihrer Anforderungsspezifikationen ausgeschrieben. Parallel dazu erfolgt die Ertüchtigung des Versuchsfeldes aus Sicht des Baukörpers. Die Errichtung der Versuchsstandskomponenten ist ab August 2013 geplant.

4.1.3 Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten

Thema 1:	<i>Aufbau, Inbetriebnahme und Versuchsdurchführung eines Versuchstandes zur Untersuchung des elastischen Stoßes - Bachelorarbeit</i>
BearbeiterIn:	Beiwen Liu
BetreuerIn:	Dipl.-Ing. (FH) Christian Vanek
Thema 2:	<i>Entwicklung von Modellen zur Simulation von physikalischen Vorgängen in Fanglagern - Bachelorarbeit</i>
BearbeiterIn:	Lulu Huan
BetreuerIn:	Dipl.-Ing. (FH) Christian Vanek

4.1.4 Betreuung von Promovenden

Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz:

Dipl.-Ing. (FH) Düsterhaupt, Stephan: Komplexe und integrierte Methoden zur Entwicklung und Verlässlichkeitsbewertung berührungsfreier Magnetlager, Technische Universität Chemnitz, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Dipl.-Ing. (FH) Vanek, Christian: Entwicklung von Methoden zur Bewertung und Optimierung von Fanglagern für magnetgelagerte Maschinen, Technische Universität Chemnitz, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

M.Eng. Li, Li: Methoden des Soft Computing zur Regelung und Diagnose von Magnetlagern, Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Informatik und Automatisierung

4.2 Kerntechnik/Soft Computing

4.2.1 Publikationen

4.2.1.1 Veröffentlichungen in Fachzeitschriften

G. Cartland-Glover, A. Kratzsch, E. Krepper, S. Renger, A. Seeliger, F. Zacharias, S. Alt, W. Kästner, H. Kryk, F.-P. Weiss: Verification and Validation of Numerical Models of the Transport of Insulation Debris. Journal of Computational Multiphase Flows, Vol. 4, Issue 3, p. 255-270, 2012

H. Kryk, G. Cartland-Glover, W. Hoffmann, A. Grahn, E. Krepper, S. Alt, W. Kästner, A. Kratzsch, S. Renger, A. Seeliger, F. Zacharias: On the Long-Term Impact of Insulation Material Debris and Corrosion Processes on Sump Strainer Pressure Drop during Loss-of-Coolant Accidents in Light Water Reactor. Chemical Engineering Research and Design, 2012 (eingereicht)

4.2.1.2 Proceedings

S. Alt, W. Kästner, S. Renger, A. Seeliger: Untersuchungen zum Langzeitverhalten von freigesetztem Isolationsmaterial in horizontalen Strömungen. Proceedings zur Jahrestagung Kerntechnik, 22. - 24. Mai 2012, Stuttgart, 2012

S. Alt, W. Kästner, S. Renger, A. Seeliger: Generische Untersuchungen zum Kühlmittelverluststörfall mit Freisetzung von Isolationsmaterial. Proceedings zur Jahrestagung Kerntechnik, 22. - 24. Mai 2012, Stuttgart, 2012

S. Kittan: Einsatz zellulärer Automaten für Themen der nuklearen Sicherheitsforschung. Proceedings zur Jahrestagung Kerntechnik, Workshop "Kompetenzerhaltung in der Kerntechnik", 22. - 24. Mai 2012, Stuttgart, 2012

S. Kittan, W. Kästner: Potentialanalyse von Zellulären Automaten in der nuklearen Sicherheitsforschung. Proceedings zur 13. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz, Görlitz, 19. April, 2012

S. Alt, W. Kästner, S. Renger, A. Seeliger, F. Zacharias: Insulation Material Deposition and Distribution in a PWR Fuel Assembly Cluster. Proceedings of the 20th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE20), Anaheim/California, USA, July 30-August 3, 2012

S. Kittan, W. Kästner: Modeling the Solid Fraction Transport of a Fiber Suspension with Cellular Automata. Proceedings of 10th International FLINS Conference on Uncertainty Modeling in Knowledge Engineering and Decision Making, Istanbul, August 26-29, 2012

4.2.1.3 Vorträge und Präsentationen

S. Kittan, W. Kästner: Potentialanalyse von Zellulären Automaten in der nuklearen Sicherheitsforschung. 13. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz, Görlitz, 19. April, 2012

S. Alt: Generische Untersuchungen zum Kühlmittelverluststörfall mit Freisetzung von Isolationsmaterial. Vortrag zur Jahrestagung Kerntechnik, 22. - 24. Mai 2012, Stuttgart, 2012

A. Seeliger: Untersuchungen zum Langzeitverhalten von freigesetztem Isolationsmaterial in horizontalen Strömungen. Vortrag zur Jahrestagung Kerntechnik, 22. - 24. Mai 2012, Stuttgart, 2012

S. Kittan: Einsatz zellulärer Automaten für Themen der nuklearen Sicherheitsforschung. Vortrag zur Jahrestagung Kerntechnik, Workshop "Kompetenzerhaltung in der Kerntechnik", 22. - 24. Mai 2012, Stuttgart, 2012

S. Renger: Aufbereitung experimenteller Bilddaten zur Validierung numerischer Simulationen. Workshop der Digitalen Bildverarbeitung, Zittau, 2012

S. Kittan: Analyse des Potentials Zellulärer Automaten zur Nachbildung dynamischer Anlagerungsprozesse. Workshop der Digitalen Bildverarbeitung, Zittau, 2012

D. Lißner: Entwicklung von Methoden zur Datenanalyse für Maschinentransformatoren. Erfa-Transformatoren, Berlin, 2012

S. Kittan, W. Kästner: Modelling the Solid Fraction Transport of a Fiber Suspension with Cellular Automata. 10th International FLINS Conference on Uncertainty Modeling in Knowledge Engineering and Decision Making, Istanbul, August 26-29, 2012

S. Renger: Partikelentstehung und -transport im DWR-Kern - Berechnungen zur Grundströmung und zum Wärmeübergang in einer 3x3 Heizstabkonfiguration. Kompetenzzentrum Ost für Kerntechnik, Seminar für Doktoranden und Nachwuchswissenschaftler, Dresden, 2012

S. Kittan; Simulation dynamischer Anlagerungsprozesse - Ein Multi-Agenten-Ansatz. Posterbeitrag zum Kompetenzzentrum Ost für Kerntechnik, Seminar für Doktoranden und Nachwuchswissenschaftler, Dresden, 2012

4.2.1.4 Forschungsberichte

S. Alt, M. Hölker, S. Kittan, A. Kratzsch, M. Pfeiffer, S. Renger, A. Seeliger, F. Zacharias, M. Wagenknecht: Isolationsmaterialbelastete Kühlmittelströmung im Kern - Experimentelle Untersuchungen und Datenanalyse. Abschlussbericht zum BMWi-Vorhaben (FKZ 150 1360), Bericht-Nr. HZG-IPM-2012/KTPA007/02/01.01/E, Zittau, 2012

J. Hänel, D. Lißner: Datenanalyse bezüglich Maschinentransformatoren. Abschlussbericht zum F&E-Projekt mit Vattenfall Europe Generation AG, Zittau, 2012

4.2.2 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

Projekt 1:	<i>Entwicklung von Simulationstools für die mehrdimensionale Beschreibung isolationsmaterialbelasteter Kühlmittelströmungen insbesondere im Reaktorkern sowie Untersuchungen zum Langzeitverhalten und zum Einfluss der Wasserchemie</i>
ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. S. Alt, Dr.-Ing. A. Seeliger, Prof. Dr.-Ing. A. Kratzsch, Dipl. Wi. Math. (FH) S. Renger, F. Zacharias, M. Pfeiffer

Drittmittelgeber:	BMWi Gefördert durch:  Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages Projektträger: Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit GRS mbH
Kooperationspartner:	Helmholtzzentrum Dresden-Rossendorf
Laufzeit:	01.10.2008 - 31.03.2012
Bearbeitungsstand/ Ergebnisse: Die experimentellen und methodischen Arbeiten zur Untersuchung des Verhaltens freigesetzter Isolationsmaterialien und Korrosionsprodukte im Kühlmittel liefern Aussagen, die zur verbesserten analytischen Bewertung der Funktion der Notkühlsysteme nach einem postulierten Kühlmittelverluststörfall und zur Bewertung der Integrität der Brennelemente in Kernkraftwerken notwendig sind. Die Ergebnisse der Untersuchungen bestehen in der Weiterentwicklung von CFD Codes und deren Anwendung bei der Nachbildung komplexer dreidimensionaler Strömungsphänomene im Containment und im Kern von Kernkraftwerken, insbesondere unter dem Aspekt einer mehrphasigen, faser- oder partikelbelasteten Kühlmittelströmung. Der Einfluss chemischer Korrosionsprozesse (insbesondere: Borsäurekontakt mit verzinkten Lichtgitterrosten) sowie der Einfluss von Langzeiteffekten werden bei der Modellentwicklung berücksichtigt. Für die experimentellen Untersuchungen stehen mehrere Versuchsanlagen als technische Basis zur Verfügung, die in den letzten Jahren errichtet und 2011 um einen Brennelement-Dummy-Cluster erweitert wurden. An diesen Anlagen wurden gezielt skalierte Experimente zu Einzeleffekten als auch Großversuche mit integralem Charakter zum Strömungsverhalten partikelbelasteter Kühlmittelströmungen und zum Differenzdruckaufbau über faserförmige Festbetten durchgeführt. Wesentlicher Bestandteil der experimentellen Untersuchungen ist die Weiterentwicklung moderner Strömungsmessverfahren und Algorithmen unter Anwendung digitaler Bildverarbeitungstechniken für die Parameterbestimmung der Strömung. Es erfolgten methodische Untersuchungen zur Modellierung nichtlinearer dynamischer Prozesse mittels Soft Computing Verfahren.	

Projekt 2:	Partikelentstehung und -transport im Kern von Druckwasserreaktoren - Thermo- und fluiddynamische Mechanismen
ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. S. Alt, Dr.-Ing. A. Seeliger, Dipl. Wi. Math. (FH) S. Renger, F. Zacharias, M. Pfeiffer
Drittmittelgeber:	BMWi Gefördert durch:  Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

	Projektträger: Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit GRS mbH
Kooperationspartner:	Helmholtzzentrum Dresden-Rossendorf
Laufzeit:	01.04.2012- 31.03.2014
Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:	
<p>Das Projektziel besteht in der systematischen Aufklärung der physiko-chemischen Prozesse, welche zur Bildung von Zn-Korrosionsproduktschichten an heißen Hüllrohren von DWR-Brennstäben und einer nachfolgenden Ablatzung mit Freisetzung von Korrosionsprodukt-Agglomeraten sowie zur Bildung unlöslicher Korrosionsprodukte durch Thermohydrolyse führen. Die Untersuchungen schließen die Quantifizierung der entstehenden Korrosionspartikelmengen sowie deren Auswirkungen auf thermohydraulische Prozesse ein.</p> <p>Es werden Experimente bezüglich der Entstehung kristalliner Zn-Korrosionsprodukte sowie deren Einfluss auf lokale Druckverluste, Temperaturverteilungen, Phasenübergänge und Wärmetransportprozesse durchgeführt. Ergänzende Experimente an vorhandenen Versuchsständen dienen der gezielten Erweiterung der Datenbasis um zusätzliche Randbedingungen.</p> <p>Die experimentellen und methodischen Arbeiten zur Untersuchung der Entstehungsmechanismen und des Verhaltens der Korrosionsprodukte im Kühlmittel liefern Aussagen, die zur verbesserten analytischen Bewertung der Funktion der Notkühlsysteme in der Spätphase eines postulierten Kühlmittelverluststörfalls und zur Bewertung der Integrität der Brennelemente notwendig sind.</p> <p>Neben der Konzeption, dem Aufbau und dem Testbetrieb von Versuchsständen erfolgten Berechnungen zur Temperaturverteilung über die Heizstablänge für verschiedene Nachzerfalls-Randbedingungen. Die Ergebnisse der parallel hierzu ausgeführten CFD-Simulationen zeigen eine sehr gute Übereinstimmung mit den Resultaten der theoretischen Berechnung.</p>	

Projekt 3:	Verfahren zur Zustandsbewertung von Leistungstransformatoren und Generierung von Fail-Safe-Kriterien
ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. (FH) D. Lißner
Drittmittelgeber:	Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH
Laufzeit:	01.12.2009-31.05.2013
Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:	
<p>Nach Abschluss der Datenanalyse der Transformatoraten der Vattenfall Europe Generation AG, wurden die wesentlichen Parameter für einen Diagnosealgorithmus festgelegt. Hierfür wurde u.a. ein Bewertungsfaktor für Separation (BFS) eingeführt. Folgende Methoden werden im Diagnosealgorithmus umgesetzt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassifikationsverfahren (MLP/Kohonen Netze) • Fuzzy-System nach Mamdani <p>Zur Entscheidungsfindung, ob ein Einzelfehler oder ein Mischfehler vorliegt, wird ein Entscheidungsbaum im Algorithmus hinterlegt.</p> <p>Für das kooperative Promotionsverfahren wurden durch die TU Ilmenau zwei Prüfungsfächer festgelegt. Die Promotionseignungsprüfungen sind für Januar (Wissensbasierte Systeme) bzw. März 2013 (Diagnose- und Vorhersagesysteme) geplant.</p>	

Projekt 4:	Modellierung/Simulation der Dynamik von Anlagerungs- und Penetrationsprozessen in partikelbelasteten Kühlmittelströmungen
ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. (FH) S. Kittan
Drittmittelgeber:	BMWi (FKZ 1501402) Gefördert durch:  aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
Laufzeit:	01.01.2011 – 31.12.2013
<u>Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:</u> Hintergrund der Untersuchungen ist ein aus Sicht der Reaktorsicherheitsforschung postulierter Kühlmittelverluststörfall. Dabei ist das Ziel des Vorhabens die Dynamik von Anlagerungs- und Penetrationsvorgängen von Isolationsmaterialpartikeln an Rückhaltevorrichtungen experimentell zu ermitteln sowie geeignete Modelle zu entwickeln. Es wurde ein ganzheitliches Modell auf Basis der Multi-Agenten-Simulation sowie von Zellulären Automaten erstellt. Mit Hilfe dieses Modells können die wesentlichen Parameter des dynamischen Anlagerungsvorganges wie Differenzdruck und Massenbilanz berechnet werden. Weiterhin wurden ein Versuchskonzept und Vergleichsrechnungen mittels ANSYS CFX zum Zweck des Modellvergleichs erstellt.	

Projekt 5:	Dampfbeaufschlagungstests für Isolierkassetten
ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. S. Alt, Dipl.-Ing. T. Gocht, Dipl. Wi. Math. (FH) S. Renger, M. Pfeiffer, F. Zacharias
Drittmittelgeber:	Alion Science and Technology Corp.
Laufzeit:	25.01 – 31.03.2012
<u>Bearbeitungsstand/Ergebnisse:</u> Die Projektarbeiten beinhalteten Beaufschlagungstests mit Prototypen von Isolierkassetten des Typs Min-K, welche für die Isolierung von Rohrleitungen konzipiert wurden. Die Tests wurden am Versuchsstand „Fragmentierung“ des IPM unter den innerhalb eines US-Siedewasserreaktors vorherrschenden Randbedingungen (Satttdampf bei ~285 °C und ~70 bar Druck) mit Verwendung von Bertscheiben durchgeführt. Für jeden Beaufschlagungstest wurde ein detaillierter Report angefertigt, welcher u.a. Druckverläufe und umfangreiches Bildmaterial beinhaltete. Eine Hochgeschwindigkeits-Videokamera wurde eingesetzt, um die Beaufschlagungsvorgänge aufzuzeichnen.	

Projekt 6:	Entwicklung von Diagnosealgorithmen für Maschinentransformatoren
ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Inf. J. Hänel
Drittmittelgeber:	Vattenfall Europe Generation AG
Laufzeit:	01.01.2012 – 31.12.2012

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Um die Betriebstüchtigkeit von Transformatoren zu gewährleisten, ist eine Zustandsüberwachung nötig. Dies geschieht durch Erfassung von Systemparametern (Monitoring) und der Auswertung dieser Parameter mit dem Soll-Zustand, um daraus eine Fehldiagnose zu ermitteln und Instandhaltungsmaßnahmen zu planen.

Die von Vattenfall zur Verfügung gestellten Daten wurden für ausgewählte Transformatoren analysiert und unterschiedlichen Auswerteverfahren unterzogen. Sie wurden auf ihre Zusammenhänge untersucht. Der Hauptteil der Daten bestand aus Messwerten der gelösten Gase in Öl. Bei der Literaturrecherche wurden die wichtigsten Analyseverfahren für gelöste Gase und die Einteilung in Fehlerklassen gesammelt und in einer Fehlertabelle hinterlegt. Ausgehend von dieser Fehlertabelle wurden Regeln für eine Klassifizierung von aufgetretenen Fehlern erstellt. Bisher sind hauptsächlich die gemessenen Ölparameter ausgewertet worden. Die Parameter Spannung, Strom, Last und Temperaturen haben Einfluss auf die Gasbildungsraten.

Diese werden im Regelwerk berücksichtigt. Die mathematische Umsetzung des Prozesswissens in Form von Regeln erfolgt durch ein Fuzzy-System. Alternativ dazu besteht die Möglichkeit aus großen Datenmengen die diagnoserelevanten Zusammenhänge mit Hilfe von künstlichen neuronalen Netzen (KNN) automatisiert zu erheben. Der Entwurf und die Anwendung der KNN setzt eine Archivierung der hierfür notwendigen Daten voraus.

Ziel des Einsatzes dieser Methoden (Fuzzy, KNN) ist die Entwicklung eines Diagnosealgorithmus, der graduierte (Fehler-)Aussagen erlaubt.

4.2.3 Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten

Thema 1:	Anwendung mathematischer Methoden zur Zeitreihenanalyse
BearbeiterIn:	Miedek, Markus
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
Auftraggeber:	IPM

4.2.4 Betreuung von Promovenden

Prof. Dr.-Ing. W. Kästner:

Dipl.-Ing. (FH) Lißner, Doreen: Verfahren zur Zustandsbewertung von Leistungstransformatoren und Generierung von Fail-Safe-Kriterien, Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Informatik und Automatisierung

Dipl.-Ing. (FH) Kittan, Stefan: Modellierung/Simulation der Dynamik von Anlagerungs- und Penetrationsprozessen in partikelbelasteten Kühlmittelströmungen, Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Informatik und Automatisierung

Dipl. Wi. Math. (FH) Renger, Stefan: Anwendung der Digitalen Bildverarbeitung zur Bestimmung von Parametern für die Validierung von CFD-Simulationen partikelbeladener Strömungen, Technische Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen

4.2.5 Weiterbildung/Qualifizierung

Dr.-Ing. A. Seeliger, Dipl.-Ing. S. Alt, Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) M. Hölker, Dipl.-Ing.(FH) D. Lißner, Dipl. Wi. Math. (FH) S. Renger, Dipl.-Ing.(FH) S. Kittan: Erfolgreicher Abschluss des Modellprojekts „Ingenieurdidaktik an Sächsischen Hochschulen e-Didact“/ Weiterbildung zum Euro-Ingenieurpädagogen (IGIP)

4.3 Messtechnik/ Prozessautomatisierung

4.3.1 Publikationen

4.3.1.1 Veröffentlichungen in Fachzeitschriften

S. Meissner, L. Kirsten, C. Schneider, E. Koch: 3D Optical Coherence Tomography as New Tool for Microscopic Investigations of Nucleate Boiling on Heated Surfaces, International Journal of Heat and Mass Transfer (reviewed), 2012

4.3.1.2 Proceedings

D. Fiß, M. Wagenknecht, R. Hampel: Modellierung eines Siedeprozesses mit einem Takagi-Sugeno-Fuzzy-Modell. In: Proceedings Nachwuchswissenschaftlerkonferenz NWK'13. Görlitz, 2012 (ISBN: 978-3-86870-436-5)

D. Fiß, M. Wagenknecht, R. Hampel: Modellbeispiel zum Strömungssieden – eine dynamische Simulation mit Berücksichtigung von Unsicherheiten. In: Proceedings des Workshops "Kompetenzerhaltung in der Kerntechnik", Jahrestagung Kerntechnik 2012. Stuttgart, 2012

D. Fiß, M. Wagenknecht, R. Hampel: Modeling a Boiling Process by Means of a Takagi-Sugeno-Fuzzy-Model., The 10th International FLINS Conference on Uncertainty Modeling in Knowledge Engineering and Decision Making. Istanbul, 2012

D. Fiß, M. Wagenknecht, R. Hampel: Modeling a Boiling Process under Uncertainties. In: Proceedings East West Fuzzy Colloquium 2012, 19th Zittau Fuzzy Colloquium. Zittau, 2012

L. Kirsten, S. Meissner, C. Schneider, R. Hampel, E. Koch: Optical Coherence Tomography as New Tool for the Investigation of Boiling Phenomena on Heated Surfaces, ECI 8th International Conference on Boiling and Condensation Heat Transfer, 3-7 June 2012, Lausanne, Switzerland

- A. Kratzsch, T. Gocht, W. Kästner, M. Strasser: Test and Evaluation of a Filtering System for Retention of Fibres in a Coolant Flow. In: Proceedings of 20th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE20). Anaheim, California, USA, July 30-August 3, 2012
- C. Schneider, R. Hampel: Experimentelle Untersuchung des Einzelblasenverhaltens beim unterkühlten Sieden mittels digitaler Bildverarbeitung (DBV), 13. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz mitteldeutscher Fachhochschulen, 19. April 2012, Görlitz
- C. Schneider, R. Hampel, A. Hurtado, S. Meissner, E. Koch, A. Traichel: Experimental Investigation of Bubble Behavior under PWR-Specific Subcooling and Flow Parameters by Optical Measurement Methods, TopSafe 2012, Safety in Reactor Operations, Helsinki, Finland, 22.-24. April 2012
- C. Schneider, R. Hampel, A. Hurtado, S. Meissner, E. Koch, A. Traichel: Experimental Investigation of Flow Boiling Heat Transfer on Optically Transparent ITO-Surfaces and Capillary Tubes, 7th International Youth Nuclear Congress IYNC 2012, 5 – 11 August, Charlotte, North Carolina, USA
- C. Schneider, R. Hampel, A. Traichel, A. Hurtado, S. Meissner, E. Koch, : Experimental Investigation of Nucleate Boiling on Capillary Tubes under PWR-Specific Subcooling and Flow Parameters, Proceedings of the 20th International Conference on Nuclear Engineering, ICONE20, July 30-August 3, 2012, Anaheim, California, USA
- S. Schulz, R. Hampel: "Untersuchung des stationären und transienten Verhaltens von Gas/Liquid-Phasengrenzflächen in geneigten, dünnen Rohren", 13. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz, Görlitz, April 2012
- S. Schulz, R. Hampel: "Experiments and Simulations on the Steady-State and Transient Behavior of Gas/Liquid Interfaces in Impulse Pipes for Hydrostatic Level Measurements", ICONE 20, Anaheim (USA), July/August 2012
- P. Tusche, T. Zschunke: Parameteranpassung bei dynamischen Simulationen durch implementierte Auslegungsrechnung. In: Proceedings des Workshops der ASIM/GI-Fachgruppen STS und GMMS. Wolfenbüttel, 2012, ISBN: 978-3-901608-39-1
- P. Tusche: Verbesserung bei der dynamischen Simulation von Kraftwerkskomponenten durch Parameteranpassung bei größeren Lastfalländerungen. In: Proceedings in Nachwuchswissenschaftlerkonferenz NWK'13. Görlitz, 2012, ISBN: 978-3-86870-436-5

P. Tusche, R. Hampel: Modellierungsmethode für dynamische Simulationen von Neuanlagen. In: Proceedings des Workshops "Kompetenzerhaltung in der Kerntechnik", Jahrestagung Kerntechnik 2012. Stuttgart, 2012

P. Tusche, T. Zschunke, R. Hampel: Adjustment of the Nonlinear Parameters in Dynamic Simulations of Steam Generators. In: Proceedings in "26th European Conference on Modelling and Simulation", ECMS'12. Koblenz, 2012, ISBN: 978-0-9564944-4-3, ISBN: 978-0-9564944-5-0

4.3.1.3 Vorträge und Präsentationen

A. Kratzsch: Übersichtsvortrag zur Energiespeicherung mit Integration in den Kraftwerksprozess, AG1-Treffen bei COORETEC-Beirat, Berlin, 19.04.2012

A. Kratzsch, S. Braun: Möglichkeiten der thermischen Energiespeicherung im Kraftwerksprozess, Vattenfall-Workshop, Cottbus, 09.05.2012

A. Kratzsch, T. Klette: Übersicht Versuchsanlage THERESA, Vattenfall-Workshop, Cottbus, 09.05.2012

A. Kratzsch, S. Braun: Einbindung thermischer Energiespeicher in den Kraftwerksprozess, Vattenfall-Workshop, Cottbus, 04.09.2012

D. Fiß, M. Wagenknecht, R. Hampel: A Dynamic Simulation in Consideration of Uncertainties - Model Example of Flow Boiling, ISCAMI, Malenovice (Tschechien), 2012

M. Wagenknecht (Hochschule Zittau/ Görlitz), O. Sokolov, O. Molchanova (National Aerospace Univ., Kharkiv, Ukraine): "Application of Fuzzy Relations to Test Theory". 14. International Conference on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems (IPMU), Catania (Italien), 9. – 13. Juli 2012

S. Schmidt, C. Brachem: Kernzustandsdiagnose, Verbundposter, Doktorandenseminar Kompetenzzentrum Ost für Kerntechnik 2012, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, 2012

C. Schneider, R. Hampel, A. Hurtado, S. Meissner, E. Koch, A. Traichel: Experimentelle Untersuchung des Einflusses von DWR spezifischen Flüssigkeitsunterkühlungen und Strömungsgeschwindigkeiten auf das Wärmetransportverhalten beim Blasensieden, Jahrestagung Kerntechnik - Workshop „Kompetenzerhalt in der Kerntechnik“, Stuttgart, 22.-24. Mai 2012

C. Schneider, R. Hampel, A. Hurtado, Experimental Investigation of Bubble Behavior during Nucleate Boiling Under PWR-Specific Subcooling and Flow Parameters by Optical Measurement Methods, Vortrag, 10th Multiphase Flow Conference, 12.-14. Juni 2012, Dresden-Rossendorf

C. Schneider, L. Kirsten, S. Meissner, A. Hurtado, E. Koch, R. Hampel: Kleinskalige Siedeeperimente unter Einsatz zweidimensionaler Bildgebung mit Highspeed Kamera und Optischer Kohärenztomographie, Vortrag zum KTG Fachtag: Aktuelle Themen der Reaktorsicherheitsforschung in Deutschland, 11.-12. Oktober 2012, Dresden-Rossendorf

S. Schulz, R. Hampel, S. Boden: "Röntgen-radiografische Untersuchung des Referenzfüllstandes bei der hydrostatischen Füllstandsmessung in Siedewasserreaktoren", Jahrestagung Kerntechnik, Stuttgart, Mai 2012

S. Schulz, R. Hampel, S. Boden: "Experimental and Numerical Investigation of Phenomena in Impulse Pipes for the Hydrostatic Level Measurement in Boiling Water Reactors", 10th Multiphase Flow Conference and Short Course: Simulation, Experiment and Application, Dresden, June 2012

S. Schulz, R. Hampel: "Quasi-Stationary and Transient Behavior of Gas/Liquid Phase Boundaries in Impulse Pipes for Hydrostatic Level Measurements ", Kolloquium des Kompetenzzentrums OST für Kerntechnik (KOMPOST), Dresden, Dezember 2012

4.3.1.4 Sachberichte

A. Seeliger: Weiterentwicklung des Simulationssystems DynStar. Sachbericht zum SMWK-Projekt 4-7531.60-02-5150-12/1, 2012

4.3.2 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

Projekt 1:	<i>Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Steigerung der Energieeffizienz in thermischen Energieerzeugungsanlagen durch Optimierung von Strömungs- und Speicherprozessen in Wasser-Dampf-Strömungen bei hohen Drücken und Temperaturen</i>
	<ul style="list-style-type: none"> - Konzeption und Aufbau eines Versuchsstandes - Geometrische Gestaltung der thermischen Energiespeicher - Bestimmung der dynamischen Eigenschaft thermischer Energiespeicher und deren Instandhaltung
Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
Mitarbeiter:	F. Zacharias, M. Hölker, T. Klette, S. Braun, G. Donath, S. Schmidt (bis 30.06.2012)

Drittmittelgeber:	Sächsische Aufbaubank (SAB) 
Kooperationspartner	Stadtwerke Zittau
Laufzeit:	05.09.2011 – 31.08.2014
Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:	
<p>Ausgangspunkt bildet eine ausführliche Literaturrecherche zur Energiespeicherung mit thermischen Energiespeichern (TES). Dabei wurden die Parameter und Randbedingungen bestehender Speichermedien je nach Einsatz und Funktionsprinzip betrachtet und klassifiziert. Parallel erfolgte die Planung und Konzeption einer Versuchsanlage zur Energieeffizienzsteigerung in thermischen Energieanlagen.</p> <p>Kraftwerksrelevante Prozesspunkte können in dieser Anlage nachgebildet werden und bilden die Basis für Untersuchungen zur thermischen Energiespeicherung (VA THERESA). Die Anlage wurde in einzelne Teilsysteme untergliedert. Es erfolgten die Konzeptionierung und die Planung des Druckbehältersystems. Dies umfassen beide Druckbehälter, unterschiedliche Pumpen (Füll-, Druckauflastungs- und Hochdruck-Umwälzpumpe), die Ventile (Regel-, Sicherheits- und Absperrventile) und zwei Wärmeübertrager (Vorwärmer, Überhitzer). Parallel erfolgten umfassende Planungsleistungen ausgehend von notwendigen Baumaßnahmen, wie Decken- und Wanddurchbrüchen sowie der Medienbereitstellung (Wasser, Dampf und elektrischer Strom).</p> <p>Zukünftig erfolgen die Ausschreibungen der jeweiligen Komponenten. Des Weiteren sind in den nächsten Schritten die Konzeptionierung und Planung der anderen Teilsysteme vorgesehen.</p>	

Projekt 2:	<i>Simulation mit Unschärfe für komplexe energetische Systeme</i>
Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hampel
Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) D. Fiß
Drittmittelgeber:	SAB, Europäischer Sozialfonds (ESF) 
Kooperationspartner:	TU Bergakademie Freiberg (kooperatives Promotionsverfahren)
Laufzeit:	01.07.2009 – 30.06.2012
Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:	
<p>Neben einer Literaturrecherche zu existierenden Methoden und Verfahren für die Beschreibung von Prozessen mit unsicheren Parametern, wurden kraftwerksspezifische Prozesse analysiert und ein Siedeprozess als geeignetes Prozessbeispiel ausgewählt. Dieses wurde mit einem Computer Algebra System sowie mit dem Programmsystem „DynStar“ umgesetzt. Die Validierung erfolgte durch zahlreiche Simulationen.</p> <p>Es wurden Möglichkeiten erarbeitet, verschiedenartige Unsicherheiten zu berücksichtigen. Nichtstochastische werden mit Hilfe von unscharfen Mengen nachgebildet. In einem ersten Schritt wurde der Wärmeübergangskoeffizient α für die dynamische Simulation eines Siedeprozesses mit Takagi-Sugeno-Fuzzy-Modell modelliert und in die Differentialgleichung integriert. Die dynamische Simulation des Siedebeispiels bildet das Prozessverhalten nachvollziehbar ab. Weitere Arbeiten sind die Berücksichtigung der Parameterunsicherheiten/-unsicherheiten für die wichtigsten Größen (z.B.: Druck, Temperatur). Diese Unsicherheiten werden als unscharfe Mengen modelliert und in die Simulation eingebunden.</p>	

Projekt 3:	Bewertung des Human Factor bei der Quantifizierung der Zuverlässigkeit technischer Systeme unter Berücksichtigung kognitiv-kausaler Aspekte -Mathematische Modellierung menschlicher Zuverlässigkeit
Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. A. Kratzsch
Mitarbeiter:	Dr. rer. nat. habil. M. Wagenknecht Dipl.-Inf. J. Hänel
Drittmittelgeber:	BMWi Gefördert durch:  Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
Laufzeit:	01.07.2012 - 30.06.2014
Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:	
<p>Es wird eine generelle Methode zur Bewertung der Fehlerwahrscheinlichkeit menschlicher Handlungen im Rahmen von PSA mittels unscharfer heuristischer Regeln und unscharfer Arithmetik entwickelt. Ausgangspunkt ist dabei eine Auswertung der Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehender HRA-Methoden der 1. und insbesondere der 2. Generation (THERP, CREAM, HEROS, ATHEANA). Das Vorhaben wird in zwei eng miteinander verbundenen Themenkomplexen am IPM, Hochschule Zittau/Görlitz und am AOUK, Universität Kassel bearbeitet.</p>	

Projekt 4:	Verbundprojekt: Nichtinvasive Zustandsüberwachung von Kernreaktoren zur Detektion von Füllstandsänderungen und der Deformation des Kerns
Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Mitarbeiter:	M.Eng. Dipl.-Ing. (FH) S. Schmidt, Dipl.-Ing. (FH) D. Fiß
Drittmittelgeber:	BMBF (FKZ: 02 NUK 018A)  Bundesministerium für Bildung und Forschung
Kooperationspartner::	TU Dresden (Prof. Dr.-Ing. Uwe Hampel)
Laufzeit:	01.07.2012 - 30.06.2015
Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:	
<p>Kernschmelzunfälle haben stets als Vorbedingung ein auslösendes Ereignis. Abhängig vom auslösenden Ereignis wird zwischen einem Kernschmelzunfall im Niederdruckpfad (ND-Pfad) oder einem Kernschmelzunfall im Hochdruckpfad (HD-Pfad) unterschieden. Die Vorbedingungen haben einen wesentlichen Einfluss auf den zeitlichen Ablauf eines Kernschmelzunfalls. Ist das auslösende Ereignis nicht kontrollierbar, folgt der Beginn des Kernschmelzunfalls. Der Ablauf gliedert sich in vier Phasen. Hierbei kommt es von der Kernaufheizung über die Verlagerung von Kernmaterialien in die RDB-Bodenkalotte zu einem Aufschmelzen des Reaktordruckbehälters. Das Ende eines Kernschmelzunfalls bildet die Verla-</p>	

gerung von Kernmaterialien in das Containment eines KKW sowie bei einem Überdruckversagen des Containments die Spaltproduktfreisetzung an die Umwelt. Für die projektrelevanten Phasen eines Kernschmelzunfalls (Phasen im Reaktordruckbehälter) wurden signifikante Zustände erarbeitet, die die wesentlichen Kernzerstörungen und das damit verbundene Spaltproduktverhalten beschreiben. Bei der Erarbeitung der signifikanten Zustände wurde zwischen einem Wiederfluten bzw. Nichtwiederfluten des Reaktordruckbehälters während eines Kernschmelzunfalls unterschieden.

Bei der Recherche zu Strahlentransportrechnungen wurde der Schwerpunkt auf einfache physikalische Modelle gelegt, die eine schnelle Abschätzung zur Gammastrahlungsverteilung liefern. Im Projekt „Nichtinvasive Zustandsüberwachung an SWR (NZÜ)“ (BMWi gefördertes Vorhaben: 150 1248) wurde ein Gammastrahlungsverteilungsmodell erstellt. Das zugrundeliegende physikalische Modell basiert auf der Strahlungsschwächungsberechnung unter Annahme der Gammastrahlungsabsorption. Entstehende Streustrahlungen aus dem Compton- und Paarbildungseffekt werden nicht berücksichtigt, da diese nur mit einer Monte-Carlo-Berechnung möglich sind. Das Modell dient als Grundlage für die Auslegung des geplanten Versuchsstands und wird in weiteren Projektphasen angepasst bzw. weiterentwickelt.

Aufbauend auf dem vorliegenden Gammastrahlungsmodell des Projektes NZÜ wurde ein Anforderungsprofil in Form eines Lastenheftes „Ein handliches Modell für die Simulation von Strahlentransport/Gammaverteilungen“ erstellt.

Projekt 5:	<i>Experimentelle Untersuchung von Siedevorgängen mit optischen Verfahren und Parameterbestimmung für CFD-Rechnungen an kleinskaligen Versuchsständen</i>
Projektleitung:	Prof. Dr. – Ing. habil. Rainer Hampel
Mitarbeiter:	Dipl. – Ing. (FH) C. Schneider
Drittmittelgeber:	BMBF (FKZ: 02NUK010C) 
Laufzeit:	10/2009 bis 01/2013

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:
 In zahlreichen technischen Anwendungen zur Wärmeübertragung wird durch das Sieden von Flüssigkeiten die Übertragung großer Wärmeströme bei kleinen wärmeübertragenden Oberflächen realisiert. Im Leistungsbetrieb von Druckwasserreaktoren kann als Folge einer hohen Wärmestromdichte an den Oberflächen der Brennstäbe unterkühltes Sieden auftreten. Dabei bilden sich trotz starker Unterkühlung des Arbeitsmediums Dampfblasen an der beheizten Oberfläche der Brennstäbe. Diese lösen sich mit hoher Geschwindigkeit von der Oberfläche ab und kondensieren in der Kernströmung wieder aus. Ein Störfall mit Unterbrechung der Nachzerfallwärmeabfuhr aus dem Reaktor kann zum Erreichen der kritischen Wärmestromdichte engl. Critical Heat Flux (CHF) und somit zum Filmsieden führen. Dabei bildet sich ein geschlossener Blasenfilm an der Oberfläche des Brennstabes aus, was zur Aufheizung der Brennstabhülle mit Bildung von Wasserstoff und Zerstörung der Brennstabhüllrohre führen kann. Für die Sicherheit von Kernkraftwerken ist es daher erforderlich, CHF in jedem Falle zu vermeiden. Für die Simulation dieser Vorgänge mit Computational Fluid Dynamic-Codes (CFD) sollen entsprechende Rechenmodelle entwickelt und

mit experimentellen Daten validiert werden.

Der Inhalt des Projektes ist die experimentelle Untersuchung der Wärmetransportvorgänge bei unterkühlten Siedevorgängen. Der dabei auftretende Wärmestrom bei der Bildung und Ablösung von Dampfblasen lässt sich für die Entwicklung von CFD-Modellen in Konvektion, Verdampfung und so genanntes Quenching aufteilen. Die Untersuchungen hierbei werden auf den lokalen und globalen Wärmetransport bei Blasensieden unter Variation der Masse- und Wärmestromdichte sowie der Eintrittsunterkühlung fokussiert. Im Ergebnis werden daraus wichtige Kenngrößen und Abhängigkeiten abgeleitet.

Die Ergebnisse leisten unter anderem einen Beitrag zur Entwicklung und Validierung des so genannten Wandsiedemodells, um CHF und Burnout mit hinreichender Güte modellieren zu können.

Dazu wurde eine Versuchsanlage zur Untersuchung des unterkühlten Blasensiedens bis hin zum Filmsieden konzipiert, konstruiert und aufgebaut. Zur Vermeidung von Korrosion wurden die gesamte Anlage und deren Komponenten aus rostfreiem Stahl gefertigt.

Zur Erfassung der Blasenparameter mittels High-Speed-Kamera wird eine mit Indium-Zinn-Oxid (ITO) beschichtete Borosilikatglasscheibe mit einer Abmessung von 20 x 20 mm und 1,1 mm Stärke verwendet. Die ca. 100 nm dicke Beschichtung ist optisch transparent, elektrisch leitfähig und ermöglicht somit die direkte elektrische Aufheizung und Erfassung der Siedevorgänge im Durchlichtverfahren.

Zur Untersuchung der lokalen und integralen Größen bei unterkühltem Strömungssieden wurde in einer weiteren Anordnung ein elektrisch beheiztes Kapillarrohr mit 3 mm Durchmesser in die Versuchsstrecke eingesetzt. Mit einer Wandstärke von 0,3 mm und einer beheizten Länge von 72 mm erfolgte die Beheizung mit einer Gleichstromquelle vom Typ POWER STATION pe4606 welche eine maximale Wärmestromdichte von 350 W/cm^2 ermöglicht. Unter diesen Randbedingungen konnte der Bereich vom Blasensieden bei unterkühlten Strömungen bis hin zum Filmsieden realisiert werden. Die Außenseite des Rohres wird mit Wasser überströmt, welches an der Oberfläche siedet. Die Temperatur im Inneren wird mit Thermoelementen gemessen. Je nach Versuch wurden ein Thermoelement zur Messung der Innentemperatur in der Mitte der beheizten Länge, bzw. bis zu drei Thermolemente zur Bestimmung der Temperaturverteilung entlang der beheizten Länge eingesetzt. Mittels einer CMOS Kamera bzw. einer High-Speed-Kamera wurde dabei der Siedevorgang an der Oberfläche des Kapillarrohres mit bis zu 10.000 fps erfasst, welcher anschließend mit Hilfe digitaler Bildverarbeitung (DBV) ausgewertet wurde.

Zur Untersuchung des Einflusses der Blasenbildung, -Ablösung und -Kondensation auf die Strömung wurde das Wasser im Kreislauf nicht vollständig entgast. Die dabei in der Flüssigkeit gebundenen Inertgase verursachen nicht kondensierbare Gasbläschen nach der Kondensation von Dampfblasen in der Strömung. Im fortgeschrittenen Bereich der beheizten Länge des Kapillarrohres in Strömungsrichtung ist es somit möglich die zuvor entstandenen Inertgasbläschen als Tracerpartikel zu nutzen, um den Einfluss des Verdampfungs- und Kondensationsvorganges auf das Strömungsprofil mittels Particle Image Velocimetry (PIV)-Algorithmen zu bestimmen.

Um aus der großen Menge an Bildmaterial die relevanten Parameter auswerten zu können, wurden Auswertalgorithmen zur DBV entwickelt und angepasst, welche es ermöglichen große Datenmengen aus dem experimentellen Bildmaterial zu bestimmen. Die Weiterverarbeitung der extrahierten Daten erfolgte mittels weiterer Auswertungsalgorithmen zur Selektierung signifikanter Parameter in Excel-VBL.

Die ausgewerteten Parameter umfassen den Blasendurchmesser Verlauf während des Verdampfungsvorganges in hoher zeitlicher Auflösung in Abhängigkeit von Strömungsge-

schwindigkeit, Unterkühlung und Wärmestromdichte an der beheizten Oberfläche. Weitere Parameter welche als Eingangsparameter für die Simulation derartiger Wärmetransportvorgänge bestimmt wurden sind die Blasenablösefrequenz, die globale Temperatur entlang der beheizten Fläche und deren lokale Abkühlung bei Blasenablösung.

Projekt 6:	Modellierung und Simulation von Übergangsprozessen in geneigten dünnen Rohrleitungen
Projektleitung:	Prof. Dr. - Ing. habil. Rainer Hampel
Mitarbeiter:	Dipl. - Ing. (FH) S. Schulz
Drittmittelgeber:	BMWi (Förderkennzeichen: 1501378) Gefördert durch:  aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages
Laufzeit:	09/2009 bis 02/2013

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Das Projekt behandelt die Modellierung und Simulation von Übergangsprozessen in dünnen, leicht geneigten Rohren am Beispiel von Impulsleitungen der Differenzdruckmessumformer hydrostatischer Füllstandmesssysteme in Siedewasserreaktoren (SWR) und liefert somit einen Beitrag auf dem Gebiet der Reaktorsicherheitsforschung. Aufgrund des funktionsbedingt geringen Innendurchmessers und einer leichten Neigung solcher Nullkammerpegelgefäße (NKPG) liegt der Schwerpunkt auf der Beschreibung physikalischer Effekte, welche in großvolumigen Rohren von untergeordneter Bedeutung sind, das Messsignal jedoch beeinflussen können. Hierzu zählen Phänomene der Phasengrenzflächenausbildung und -stabilität, welche bislang in vielen Fällen nur phänomenologisch beschrieben werden. Die Modellierung dieser Effekte mit dreidimensionalen Strömungscodes (Computational Fluid Dynamics, CFD) erfordert die experimentelle Validierung der Simulationsansätze unter Berücksichtigung relevanter Einflussparameter (Temperaturgradienten, Oberflächenspannung, Kontaktwinkel, Rauigkeit, nichtkondensierende Gase, etc.). Anhand der Modelle kann die Sicherheit bestehender Messleitungsanordnungen in einem Funktionsnachweis bewertet und Optimierungspotenziale bei der Auslegung zukünftiger Impulsleitungen und deren Anbindung an großvolumige Behälter berücksichtigt werden. In Kooperation mit dem Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf wurden die Wasser/Dampf-Phasengrenzflächen in NKPG bei SWR-Parametern mithilfe eines Röntgen-Messverfahrens experimentell untersucht. Es wurde nachgewiesen, dass der Referenzfüllstand unter idealen Bedingungen auf dem geforderten konstanten Niveau bleibt. Die Thermografie wurde als alternatives, vollkommen nichtinvasives Messverfahren qualifiziert. Die Phasengrenze ist durch Isothermen darstellbar und liefert gute Übereinstimmungen mit den Röntgenradiografie-Messdaten. Die modifizierten Versuche beschreiben eine nichtideale Prozessführung und/oder Geometrie durch das gezielte Aufprägen von Störgrößen. Es wurde festgestellt, dass der Eintrag von Wasser in das NKPG zu Temperaturschwankungen führt, deren Amplitude mit der eingebrachten Liquidmenge korreliert. Trotz der dynamischen Fluktuationen der Grenzflächenlage bleibt der absolute Referenzfüllstand durch die geringe Neigung nahezu unverändert. Die Voraussetzung einer exak-

ten Füllstandsmessung ist somit erfüllt. Auch schnelle Druckabsenkungen führen zum Rückschreiten der Grenzfläche, einhergehend mit einer kurzzeitigen Herabsenkung der lokalen Temperatur.

Die Anwendung der Infrarot-Thermografie könnte bei Anwendung als Betriebsmesssystem einen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit von Kernkraftwerken leisten. Durch das Verfahren ist es erstmals möglich, lokale Temperatursenken mit vergleichsweise einfachen Messmitteln schnell und ohne mechanische Eingriffe zu detektieren. Somit ist eine vorzeitige Erkennung von Radiolysegasansammlungen möglich und notwendige Maßnahmen zur Vermeidung von Detonationen können schneller eingeleitet werden.

Ausgewählte Beispiele der durchgeführten Experimente bei SWR-Parametern wurden mit dem CFD Code ANSYS CFX 14 numerisch simuliert. Für eine Vergleichbarkeit der Mess- und Simulationsdaten wurden die Geometrie- und Prozessparameter aus den Experimenten in CFD übernommen. Die Modelle wurden zur Erhöhung der Simulationsgenauigkeit um einen dynamischen Kontaktwinkel erweitert. Anhand eines Vergleiches der experimentellen und numerischen Daten wurde die Eignung von ANSYS CFX 14 zur numerischen Simulation des Referenzpegels der hydrostatischen Füllstandsmessung in SWR mit NKPG bewertet.

Projekt 7:	Weiterentwicklung des Simulationssystems DynStar
Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. A. Kratzsch
Mitarbeiter:	Dr.-Ing. A. Seeliger
Drittmittelgeber:	SMWK
Laufzeit:	01.04. – 30.09.2012
<p>Das Simulationssystem <i>DynStar</i> ist ein Softwareprodukt des IPM der Hochschule Zittau/Görlitz und wird traditionell in Lehre und Forschung eingesetzt. Im Projekt wurde eine Studie über existierende Versionsmanagementsysteme durchgeführt, ein für das Simulationssystem <i>DynStar</i> geeignetes System ausgewählt und in Betrieb genommen. Ebenso wurde für die mit <i>DynStar</i> in Verbindung stehenden Anwendungen (Anwenderhilfe, Installationssystem) eine zentrale Versionskontrolle eingeführt.</p> <p>Der Quellcode des Simulationssystems <i>DynStar</i> wurde in die aktuelle Entwicklungsumgebung von Delphi® migriert, um dessen uneingeschränkte Lauffähigkeit unter derzeit aktuellen und kommenden Windows-Betriebssystemen zu gewährleisten.</p> <p>Weiterhin wurden funktionelle Erweiterungen des Simulationssystems umgesetzt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • einheitlich gestaltete, kontextsensitive Anwenderhilfe • Implementierung zusätzlicher Funktionsblöcke • Installationssystem mit hohem Funktionsumfang und mit an die existierenden Programmvarianten angepasster Gestaltung (grafisch und textuell) <p>Die umfangreiche Kommentierung des Quelltextes mit der Option der Erstellung einer Programmdokumentation, die Bereitstellung von Templates für die Anwenderhilfe sowie die separat erstellte Richtlinien und Hilfen erleichtern die Integration weiterer Mitarbeiter in bestehende und zukünftige <i>DynStar</i>-Projekte mit entsprechendem Synergiegewinn.</p>	

Projekt 8:	Optimierung von Kraftwerkskomponenten unter Oxyfuelbedingungen mittels Simulationsmodellen Kooperative Promotion
Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. habil. T. Zschunke
Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. P. Tusche (FH)
Drittmittelgeber:	Sächsische Aufbaubank

	
Laufzeit:	01.07.2009 – 30.06.2012
<p>Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:</p> <p>Das Projekt befasste sich mit der Modellierung von Kraftwerkskomponenten für dynamische Simulationen fossil befeuerter Kraftwerke. Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der Technologie des Oxyfuel-Prozesses, welches als innovative Verbrennungstechnologie in einigen Forschungseinrichtungen des Freistaates Sachsen grundlegend untersucht wird. Führende deutsche Energiekonzerne wollen diese umweltschonende Verbrennungstechnologie auf dem Markt etablieren und in Forschungsanlagen und der Pilotanlage testen. Fokus liegt hierbei in optimalen Fahrweisen, im Lastwechselverhalten und im Umschaltprozedere.</p> <p>Die Nutzung von dynamischen Simulationen ist eine Möglichkeit um solche Übergangsvorgänge zu analysieren ohne dabei die Anlage in bauteilgefährdende Situationen zu versetzen. Zu hohe Verbrennungstemperaturen oder zu hohe Wärmeflussdichten sind Bedingungen, die den Dampferzeuger zerstören können.</p> <p>Nach erfolgter Programmierung der dynamischen Teilmodelle sind diese einzeln getestet worden. Mit anderen Softwaretools wie ATHLET® oder EBSILON® und auch einer Auswertung durch Messergebnisse an ähnlich arbeitenden schon bestehenden Anlagen wurden die Teilmodelle validiert und verifiziert. Der Test von Einzelkomponenten im Zusammenspiel während einer dynamischen Simulation wurde erfolgreich absolviert. Jedoch den kompletten Dampferzeuger nachzubilden, mit allen speziellen Komponenten ist sehr umfangreich und in diesem Zeitrahmen nicht möglich gewesen. Eine Vereinfachung des Simulationsmodells mit geringerem Modellierungsaufwand konnte jedoch die dynamischen Übergangsvorgänge des Oxyfuel-Prozesses sowie auch die stationären Arbeitspunkte für verschiedene Lastfälle widerspiegeln.</p> <p>Die Quantität und die Qualität der Ergebnisse ist durchaus zufriedenstellend und für den Nutzer der Simulation ein gutes Hilfsmittel, durch die Komplexität des Verbrennungsprozess den Gesamtprozess zu analysieren und zu optimieren. Dabei liegt der Fokus auf der Analyse hochdynamischer Vorgänge wie Lastwechselfahrweisen, mögliche Störfallsituationen oder auch Umschaltvorgängen die durch ein Monitoring am Simulationsmodell den Dampferzeuger vor bauteilschädigenden Situationen schützen kann.</p> <p>Während der 3-jährigen Projektlaufzeit ist ein kooperatives Promotionsverfahren zwischen dem Promovenden Peter Tusche, der Hochschule Zittau/Görlitz und der Technischen Universität in Dresden entstanden. Bestimmte Auflagen, wie die Promotionseignungsprüfungen wurden erfolgreich absolviert.</p> <p>Die Dissertationsschrift ist unter einer abschließenden Kontrolle und wird baldmöglichst den Gutachtern überreicht.</p>	

4.3.3 Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten

Thema 1:	Entwicklung eines Simulationsmodells zur Analyse des statischen und dynamischen Verhaltens von thermischen Energiespeichern
BearbeiterIn:	Thomas Häcker
BetreuerIn:	M.Eng. Sebastian Schmidt
Auftraggeber:	Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 2:	Entwicklung eines Simulationsmodells zur Analyse des statischen und dynamischen Verhaltens eines thermodynamischen Kreisprozesses mit eingebundenem thermischen Energiespeicher
BearbeiterIn:	Markus Boob
BetreuerIn:	Dipl.-Ing. (FH) Torsten Klette
Auftraggeber:	Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 3:	Auswertung und Interpretation von Messwerten und Bildmaterial unter Anwendung der Digitalen Bildverarbeitung zur Bestimmung von signifikanten Parametern für die Wärmeübertragung beim unterkühlten Strömungssieden
BearbeiterIn:	AN Guizeng
BetreuerIn:	Dipl.-Ing. (FH) Clemens Schneider, Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Hampel
Auftraggeber:	BMBF (FKZ: 02NUK010C)

Thema 4:	Untersuchung des Verhaltens signifikanter Größen und Zusammenhänge des Blasensiedens aus experimentellen Daten in Abhängigkeit variierender Thermohydraulischer Randbedingungen
BearbeiterIn:	AN Guizeng
BetreuerIn:	Dipl.-Ing. (FH) Clemens Schneider, Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Hampel
Auftraggeber:	BMBF (FKZ: 02NUK010C)

Thema 5:	Aufbau und Erprobung einer Nadelsonde für dreiphasige Medien zur gleichzeitigen Erfassung von Leitfähigkeits- und Brechindexsprüngen
BearbeiterIn:	Stefan Kayser
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Auftraggeber:	HZDR

Thema 6:	Gasregelstrecke für eine Volumenstrom- mit überlagerter Druckregelung
BearbeiterIn:	René Zajic
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Auftraggeber:	Fa. Kjellberg Finsterwalde

Thema 7:	Evaluierung von Betriebsschwingungsformen
BearbeiterIn:	Christian Engel
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Auftraggeber:	AREVA

Thema 8:	Analyse eines neu geplanten Antriebprüfstandes im Hinblick auf Visualisierung und Kommunikation
BearbeiterIn:	Oliver Götze
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Auftraggeber :	FEST AG

Thema 9:	Entwicklung eines technischen Konzeptes zur Ausrüstung von Kohlenwagen mit einem Condition Monitoring System
BearbeiterIn:	Max Häfner
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Auftraggeber:	Vattenfall

Thema 10:	Entwicklung einer flexiblen Online-Systemlösung für Strahlungsmessungen
BearbeiterIn:	Johannes Schöner
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Auftraggeber:	AREVA

Thema 11:	Entwicklung einer automatischen Wischtesteinrichtung/-auswertung
BearbeiterIn:	Stefan Köhler
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Auftraggeber:	NUKEM

Thema 12:	Temperaturregelung von Antrieben zur energieoptimierten Kühlung über drehzahleregelte Fremdlüfter
BearbeiterIn:	Johannes Menzel
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Auftraggeber:	FEST AG

Thema 13:	Fertigstellung eines Demonstrationsversuchsstandes "Inverses Pendel" für die studentische Ausbildung
BearbeiterIn:	MU, Qing
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Auftraggeber:	Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 14:	Messung und Auswertung von Gasgeschwindigkeitsfeldern in einem zylindrischen Wasser-Präzessionsexperiment für verschiedene Winkel zwischen Rotations- und Präzessionsachse
BearbeiterIn:	SUN, Yunhan
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Auftraggeber:	HZDR

Thema 15:	Optimierung einer Gasverdünnungseinrichtung in einem Olfaktometer
BearbeiterIn:	HU, Xinrui
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Auftraggeber:	meta Meßtechnische Systeme Dresden

Thema 16:	Programmierung der Steuerung, Datenerfassung und Signalauswertung eines Messsystems zur Erfassung von Schallfeldern im Wasser bzw. Flüssigmetallen
BearbeiterIn:	ZHU, Da
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Auftraggeber:	HZDR

Thema 17:	Entwicklung einer Projektierumgebung für die Hardwareplanung von hartverdrahteten Leittechniksystemen
BearbeiterIn:	Stephan Uhlmann
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Auftraggeber:	AREVA

Thema 18:	Automatisierte Leitungsprüfung im Fahrzeug installierter Kabel und Leitungen nach DIN EN 50343
BearbeiterIn:	Nils Höhne
BetreuerIn:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Auftraggeber:	BOMBARDIER Transportation & Co. KG

4.3.4 Weiterbildung/Qualifizierung

Prof. Dr.-Ing. A. Kratzsch, Dipl.-Ing. (FH)T. Klette, Dipl.-Ing. (FH) S. Schulz, Dipl.-Ing. (FH) D. Fiß:
Erfolgreicher Abschluss des Modellprojekts „Ingenieurdidaktik an Sächsischen Hochschulen e-Didact“/ Weiterbildung zum Euro-Ingenieurpädagogen (IGIP)

S. Schulz: Durchführung von Seminaren im Fach „Messtechnik“ im Rahmen eines Lehrauftrages.

4.4 Kraftwerks-, Dampferzeuger- und Feuerungstechnik

4.4.1 Publikationen

4.4.1.1 Vorträge und Präsentationen

U. Gocht (Hochschule Zittau/Görlitz), G.-J. Seeberger (AREVA NP): Post-test Calculation of the PKL G7.1 Experiment with S-RELAP5. OECD, Paris, October 15-19, 2012

4.4.2 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

Projekt 1:	Brennstoff- und verbrennungstechnologische Bewertung der Verschlackungsneigung Niederlausitzer Kesselkohlen für den Einsatz im Kraftwerk Schwarze Pumpe (Sonderproben)
ProjektleiterIn:	Dipl.-Ing. U.-S. Altmann
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. S. Grusla
Drittmittelgeber:	Vattenfall Europe Generation AG
Laufzeit:	Januar bis März 2012

Projekt 2:	Bewertung des Verschlackungsverhaltens von Braunkohle unter Oxyfuel-Verbrennungsbedingungen
ProjektleiterIn:	Dipl.-Ing. U.-S. Altmann
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. S. Grusla
Drittmittelgeber:	Vattenfall Europe PowerConsult GmbH
Laufzeit:	Mai bis Dezember 2012

Projekt 3:	Modellvalidierung eines indirekten Speicherbauteils der Simulationssoftware "EBSILON® Professional"
ProjektleiterIn:	Dipl.-Ing. U.-S. Altmann

MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. U. Gocht
Drittmittelgeber:	STEAG Energy Services GmbH
Laufzeit	Januar bis März 2012

Projekt 4:	Versuchsnachrechnung mit S-RELAP5
ProjektleiterIn:	Dipl.-Ing. U.-S. Altmann
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. U. Gocht
Drittmittelgeber:	AREVA NP GmbH
Laufzeit:	Mai 2012

Projekt 5:	Untersuchungen zur Weiterentwicklung der statistischen Störfallanalyse
ProjektleiterIn:	Dipl.-Ing. U.-S. Altmann
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. U. Gocht
Drittmittelgeber:	AREVA NP GmbH
Laufzeit	August bis November 2012

Projekt 6:	Entwicklung einer Methodik zur Charakterisierung des Aktivitätsinventars
ProjektleiterIn:	Dipl.-Ing. U.-S. Altmann
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. U. Gocht
Drittmittelgeber:	NUKEM Technologies GmbH
Laufzeit:	Februar bis April 2012

Projekt 7:	Thermochemisches Versuchsfeld (Kraftwerkslabor) Simulation, Datenanalyse für Holzvergaser und Speicher, Messwerterfassung, messtechnische Ausstattung
ProjektleiterIn:	Prof. T. Zschunke
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. U. Gocht, Dipl.-Math. (FH) T. Förster, Dipl.-Ing. S. Grusla,
Drittmittelgeber:	Europa fördert Sachsen.  Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Kooperationspartner:	Stadtwerke Zittau
Laufzeit:	09/2011 bis 08/2014

Projekt 8:	Verbundvorhaben „COORETEC“ ADECOS-Komponenten „Oxyfuel-Komponentenentwicklung und -Prozessoptimierung“
ProjektleiterIn:	Prof. T. Zschunke
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. S. Grusla, Dipl.-Ing. S. Altmann, Dipl.-Ing. (FH) M. Freund
Drittmittelgeber:	BMW i
Kooperationspartner:	TU Dresden, TU Hamburg-Harburg, Uni Stuttgart, FZ Jülich, AL-STOM Carbon Capture GmbH, Babcock Borsig Service GmbH, Babcock Noell GmbH, Clyde Bergemann GmbH

	EnBW Kraftwerke AG, E.ON Energie AG, EVN AG, Vattenfall Europe Generation AG
Laufzeit:	01. 04. 2011 – 31. 03. 2014

4.5 Mustererkennung und Bildverarbeitung

4.5.1 Publikationen

4.5.1.1 Vorträge und Präsentationen

A. Seeliger: Bildübertragungsschnittstellen. Workshop für Digitale Bildverarbeitung, Zittau, 2012

I. Noack: Einsatz der Digitalen Bildverarbeitung zur industriellen Qualitätskontrolle von Verpackungen. Workshop für Digitale Bildverarbeitung, Zittau, 2012

D. Scharf: Sensorik. Workshop für Digitale Bildverarbeitung, Zittau, 2012

S. Bischoff: Bildverarbeitende Systeme - Typische Architekturen. Workshop für Digitale Bildverarbeitung, Zittau, 2012

Die im AiF-Projekt „PET-Auge - spektrometerbasierter Kunststoffdetektor“ erzielten Ergebnisse wurden auf dem Messestand „Forschung für die Zukunft“ dem interessierten Fachpublikum auf der Hannover Messe 2012 vorgestellt. <http://www.hannovermesse.de/produkt/pet-auge-spektrometerbasierterkunststoffdetektor/306279/M636350>

4.5.2 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

Projekt 1:	<i>Thermosensitives Sortieren</i>
ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Jürgen I. Schoenherr
MitarbeiterInnen:	Prof. Dr. rer. nat. Stefan Bischoff, Dipl.-Inf. (FH) Ivo Noack
Drittmittelgeber:	AiF, Geschäftsstelle Berlin, FHprofUnt
Kooperationspartner:	Leibnitz-Institut für Polymerforschung Dresden e. V. RTT Robotertechnik-TRANSFER GmbH, Zittau SRW metalfloat GmbH, Espenhain
Laufzeit:	02/2012 bis 07/2012
Bearbeitungsstand/ Ergebnisse: Das Gesamtprojekt „Thermosensitives Sortieren“ wird am Institut für Technologieentwicklung, Torf- und Naturstoff-Forschung (iTN) der Hochschule Zittau/Görlitz durchgeführt. Das Ziel des Forschungsvorhabens besteht darin, eine Technologie und ein kleintechnisches Sortiergerät für das Trennen mikrowellenerwärmter disperser Kunststoffabfallgemische mit Hilfe einer NIR-Zeilenkamera zu entwickeln und zu erproben. Hierdurch soll die derzeitig nur unzureichende Recyclingquote für disperse Mischkunststoffabfälle wesentlich erhöht werden. Die zu trennenden polymeren Mehrstoffgemische werden hierzu auf einem Transportband	

mit Hilfe von Mikrowellen erwärmt. Nach dem Verlassen des Mikrowellenapplikators wird die Temperatur der Teilchen mittels einer NIR-Zeilenkamera in Form von Wärmebildaufnahmen ermittelt (siehe Abb.1).

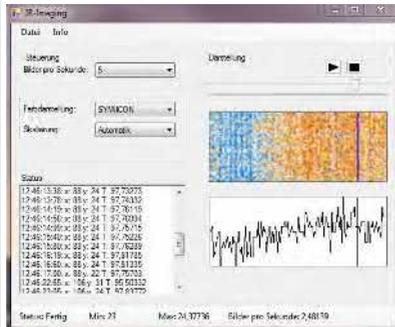


Abb. 1: IR Imaging

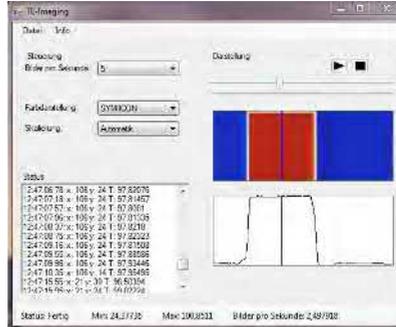


Abb. 2: Objektbildung

Innerhalb des am IPM durchgeführten Teilprojektes wurden die so erhaltenen Signale aufbereitet und ausgewertet. Hierzu wurden Algorithmen zur Objektbildung und Trennung nicht zusammengehöriger Objekte im Strom mikrowellenerwärmter disperser Kunststoffabfallgemische entwickelt (siehe Abb.2). Diese bilden die Grundlage für das anschließende Ausblenden der unterschiedlichen Kunststofffraktionen mit Druckluft und tragen entscheidend für die Qualität des Sortierergebnisses bei.

Projekt 2:	Kommunikationsinfrastruktur für Elektro-Tankstellen
ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Scharf
MitarbeiterInnen:	Dipl. – Inf. (FH) Ivo Noack
Drittmittelgeber:	SMWK
Kooperationspartner:	Belectric Solarkraftwerke Dresden
Laufzeit:	07/2012 - 12/2012

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Der Markt für Elektromobilität ist einer der großen Wachstumsmärkte weltweit. Allein in Deutschland sollen nach einer Zielstellung der Bundesregierung 2020 eine Million Elektrofahrzeuge rollen. Dementsprechend hoch wird der Bedarf an Tankstellen zum Nachladen von Elektroenergie sein.

Die derzeit auf dem Markt angebotenen Ladeeinrichtungen sind für einen räumlich verteilten Inselbetrieb ausgelegt. Die Energie wird aus dem zentral organisierten Energieversorgungsnetz bezogen und für die Kommunikation mit einer Zentralstelle werden GSM-Modems eingesetzt. Für die Einbindung in das Last Management dezentraler Energieversorger, aber auch bei der Steuerung mehrerer Ladeeinrichtungen an einem Ort wird diese Form der Kommunikation schnell unrentabel.

Mit dieser Studie wurde eine vergleichende Untersuchung und Bewertung hinsichtlich der Praxistauglichkeit moderner Kommunikationstechnologien für eine lokale Vernetzung mehrerer Ladeeinrichtungen untereinander bzw. deren Kopplung an dezentrale Last Managementsysteme vorgenommen. Dabei wurden neben rein technischen, kommerziellen und praktischen Aspekten auch internationale Trends bei der Entwicklung der Ladeinfrastruktur sowie die Kommunikation mit weiteren am Ladevorgang Beteiligten, wie z.B. Elektromobil und Nutzer, berücksichtigt.

4.5.3 Betreuung von Promovenden

Prof. Dr. rer. nat. Stefan Bischoff:

Dipl.-Ing. (FH) Wohllebe, Markus: Ein Beitrag zur Erschließung neuartiger Verfahren im Recycling von Wertstoffen durch Einsatz innovativer und kosteneffizienter Multi-Sensor-Sortiersysteme, Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Fakultät 4 - Lehrstuhl Aufbereitungstechnik

4.6 Messen und Wissenschaftliche Veranstaltungen

4.6.1 Hannovermesse 2012

Auf der Hannovermesse 2012 vom 23. bis 27. April präsentierte sich auch das Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) der Hochschule Zittau/Görlitz. Vorgestellt wurde ein spektrometerbasierter Kunststoffdetektor, das sogenannte „PET-Auge“, welcher im Rahmen eines Forschungsprojektes des BMWi gemeinsam mit der RTT Robotertechnik GmbH Zittau und der RSK Elektronik GmbH Nürnberg entwickelt wurde. Als Ergebnis dieses Projektes entstand ein auf Basis der VNIR-Spektrometrie arbeitendes, kostengünstiges Detektorsystem einschließlich dazugehöriger Automatisierungskomponenten.

In der Getränkeindustrie wurde in den letzten Jahren eine zunehmende Umstellung von Glas auf PET-Flaschen verzeichnet. Während in Deutschland der Rücknahmeprozess für das Recycling dieser Flaschen über Einwegpfand realisiert wird, sind in anderen Ländern hiervon abweichende Systeme etabliert. Die Getränkeindustrie fordert hierbei das getrennte Sammeln von PET-Flaschen in Rücknahmeautomaten, welche mit einem kostengünstigen Materialdetektor auszurüsten sind. Dieser übernimmt die Aufgabe, aus PET gefertigte Flaschen zu erkennen und aus anderem Material gefertigte Flaschen zurückweisen.



Bild 4-1: Die Landräte der Kreise Görlitz und Bautzen, Bernd Lange (li.) und Michael Harig (re.) zu Besuch am Messestand der Hochschule Zittau/Görlitz (Foto: Marketing-Gesellschaft Oberlausitz-Niederschlesien mbH)

Die Präsentation auf der Messe erfolgte von Herrn Dr.-Ing. André Seeliger am Gemeinschaftsstand "Forschung für die Zukunft" der ausstellenden Hochschulen von Sachsen, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Mecklenburg-Vorpommern. Neben zahlreichen Interessenten konnten auch die Landräte der Kreise Görlitz und Bautzen, Bernd Lange und Michael Harig, sowie der Geschäftsführer der Marketing-Gesellschaft Oberlausitz-Niederschlesien mbH, Prof. Holm Große, am IPM-Messestand begrüßt werden.

4.6.2 Jahrestagung Kerntechnik 2012 in Stuttgart

Vom 22. bis 24. Mai 2012 fand im Stuttgarter Kultur- und Kongresszentrum Liederhalle die Jahrestagung Kerntechnik statt, bei welcher u.a. zahlreiche Fachvorträge zu aktuellen Themen aus Forschung und Anwendung der Kernenergie präsentiert wurden. Dr. Ralf Güldner, Präsident des deutschen Atomforums e.V. (DAfF), machte in seiner Eröffnungsansprache deutlich, dass die Energiewende Deutschlands Wirtschaft vor anspruchsvolle Herausforderungen stellt und bei vielen Branchen und Unternehmen bereits existentielle Fragen aufwirft.

Das Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) der Hochschule Zittau/Görlitz beteiligte sich mit zahlreichen Vorträgen an dieser Veranstaltung. Dr. André Seeliger und Sören Alt präsentierten ihre Arbeit in der Sektion "Sicherheit kerntechnischer Anlagen - Methoden, Analysen, Ergebnisse" mit Vorträgen zu den Themen "Generische Untersuchungen zum Kühlmittelverluststörfall mit Freisetzung von Isolationsmaterial" sowie "Untersuchungen zum Langzeitverhalten von freigesetztem Isolationsmaterial in horizontalen Kühlmittelströmungen". Weiterhin stellten die Doktoranden Peter Tusche, Stefan Kittan, Daniel Fiß, Stephan Schulz und Clemens Schneider im Rahmen des Workshops "Kompetenzerhaltung in der Kerntechnik" ihre Arbeiten vor. Ihre Vorträge zu den Themen "Modellierungsmethode für dynamische Simulationen von Neuanlagen", "Einsatz zellulärer Automaten für Themen der nuklearen Sicherheitsforschung", "Modellbeispiel zum Strömungssieden - eine dynamische Simulation mit Berücksichtigung von Unsicherheiten", "Röntgenradiografische Untersuchung des Referenzfüllstandes bei der hydrostatischen Füllstandsmessung in Siedewasserreaktoren" sowie "Experimentelle Untersuchung des Einflusses von DWR-spezifischen Flüssigkeitsunterkühlungen und Strömungsgeschwindigkeiten auf das Wärmetransportverhalten beim Blasensieden" stießen beim Auditorium auf reges Interesse.

Mit der aktiven Beteiligung des IPM an dieser Veranstaltung wurde die Hochschule Zittau/Görlitz erneut ihrem Ruf als anerkannten Standort für Lehre und Forschung in der Energietechnik gerecht.

4.6.3 Workshop zum Einsatz digitaler Leittechnik

Am 12.06.2012 fand an der Hochschule Zittau/Görlitz im Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) ein Workshop zum Thema „Einsatz digitaler Leittechnik in Kernkraftwerken, Umrüstung des Reaktorschutzsystems im Kernkraftwerk (KKW) Oskarshamn Block 2 (Schweden)“ statt.

Neben dem Projektleiter, Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch und den Projektmitarbeitern nahmen Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Hampel sowie Vertreter von E.ON Kernkraft (Deutschland und Schweden), AREVA NP und aus dem Kernkraftwerk Oskarshamn teil.

Zu Beginn stellte Prof. Alexander Kratzsch die Hochschule sowie die Forschungsaktivitäten am IPM vor. Im zweiten Vortrag des Workshops gab Frank Dräger (E.ON Kernkraft Deutschland) einen Überblick über eine erfolgreiche Umrüstung eines us-amerikanischen Kernkraftwerkes auf

ein digitales Reaktorschutzsystem. Anschließend präsentierte Maik Griegoleit (IPM) die erzielten Ergebnisse des am IPM realisierten Projektes. Auf Grundlage einer vergleichenden Analyse verschiedener Leittechnikstrukturen für die Realisierung von Schutz- und Sicherheitsfunktionen wurde der Vorteil des Einsatzes digitaler Leittechnik für den Reaktorschutz aufgezeigt.

Des Weiteren wurden Argumentationen erarbeitet und im Rahmen des Workshops diskutiert, die dazu beitragen, die Umsetzung entsprechender sicherheitstechnischer Normen und Standards in der Ausführung für dieses konkrete Projekt in Schweden sicherzustellen. In einem abschließenden Vortrag seitens der Vertreter aus Oskarshamn erfolgte auf Grundlage der Vorstellung des Kraftwerks die Darstellung der Ziele und den aktuellen Stand der Arbeiten zum Umrüstungsprojekt im Block 2 des KKW Oskarshamn. Das Projektziel sind die Erhöhung der Sicherheit sowie eine Leistungserhöhung und eine damit verbundene Effizienzsteigerung. Aus den Ergebnissen der Projektarbeit und des Workshops werden Argumente abgeleitet, die die Vorteile des neuen Reaktorschutz-Designs darstellen und dadurch eine wesentliche Verbesserung der Sicherheit von schwedischen KKW erreicht werden kann.

Mit dem Abschluss dieses Projektes konnte die Kompetenz des IPM auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheitsforschung auch im internationalen Kontext zur Anwendung gebracht werden. Eine weiterführende Zusammenarbeit mit E.ON Kernkraft Schweden wurde vereinbart.

4.6.4 20th International Conference on Nuclear Engineering

Im Zeitraum vom 30. Juli bis 03. August fand im Disneyland Anaheim in Kalifornien/USA die Tagung ICONE 20 (20th International Conference on Nuclear Engineering) statt, auf der zahlreiche Fachvorträge zu aktuellen Themen aus Forschung, Entwicklung und Anwendung der Kernenergie präsentiert wurden. Die bedeutende Rolle der Kernenergie bei der Lösung der weltweiten Energieproblematik wurde von Vertretern aus Industrie und Politik zahlreicher Nationen erläutert.

Das Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) der Hochschule Zittau/Görlitz präsentierte sich mit zahlreichen Vorträgen und trug somit zum Gelingen der Sektion Thermohydraulik bei.

Thoralf Gocht präsentierte seine Arbeit zum Thema "Test and Evaluation of a Filtering System for Retention of Fibers in a Coolant Flow after Loss-of-Coolant Accident".



Bild 4-2: Auszeichnung des Beitrages von Stefan Schulz beim Wettbewerb "Students Best Paper Competition"

Stefan Renger stellte die Ergebnisse zum Thema "Insulation Material Deposition and Distribution in a PWR Fuel Assembly Cluster" und Sören Alt zu "Qualification of a New Insulation Material Concept for Nuclear Power Plants Based on Aerogel®" vor.

Die Doktoranden Stephan Schulz und Clemens Schneider präsentierten im Wettbewerb "Student Paper Competition" als einzige deutsche Teilnehmer unter 18 europäischen Vortragenden ihre Ergebnisse zum Thema "Experiments and Simulations on the Steady-State and Transient Behavior of Gas/Liquid Interfaces in Impulse Pipes for Hydrostatic Level Measurements" und "Experimental Investigation of Nucleate Boiling on Capillary Tubes under PWR Specific Subcooling and Flow Parameters".

Der Beitrag von Herrn Schulz wurde dabei mit dem Preis "Students Best Paper Award" ausgezeichnet.

4.6.5 Internationales Symposium on Magnetic Bearing ISMB13

Die Internationale Konferenz für Magnetlager findet alle zwei Jahre an unterschiedlichen Orten auf der Welt statt. Ausrichter der ISMB13 war im Jahr 2012 die University of Virginia. In den Tagen vom 6. - 9. August 2012 trafen sich Fachleute aus Industrie und Forschung in Arlington in

der unmittelbaren Nähe von Washington D.C. um sich über neueste Entwicklungen auf dem Gebiet auszutauschen.

Das IPM nutzt seit 1998 die Konferenz, um die Zittauer Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der magnetischen Lagerungen einem breiten internationalen Fachpublikum vorzustellen.

Mit einem Beitrag zur „Verlässlichkeit von Magnetlagern“ stellte Herr Stephan Düsterhaupt in einem Vortrag Ergebnisse seiner Promotion vor. Die Arbeiten wurden im Rahmen des Programms „Kompetenzerhaltung Kerntechnik“ über drei Jahre vom BMWi finanziert.

Die Thematik befasst sich mit Methoden der Bestimmung von Kenngrößen, die Aussagen zur Zuverlässigkeit und zum sicheren Betrieb von Magnetlagern zulassen und das bereits in der Auslegungsphase. Dies ist vor dem Hintergrund des erweiterten Einsatzspektrums, insbesondere in der Energietechnik, eine hochaktuelle Fragestellung, was auch die hohe Resonanz bei den Fachleuten zeigte.



Bild 4-3: ISMB 13 – Vortrag „Verlässlichkeit von Magnetlagern“

4.6.6 DBV-Workshop – Workshop der Digitalen Bildverarbeitung

Am 4. September 2012 fand an der Hochschule Zittau/Görlitz im Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) ein Workshop zum Thema „Digitale Bildverarbeitung“ (DBV) statt. Diese vom IPM initiierte Veranstaltung diente der Vermittlung von Grundlagen- und Aufbauwissen auf dem Gebiet der Digitalen Bildverarbeitung und bot eine Plattform zur Präsentation und Diskussion bestehender praktischer Anwendungen in Industrie und Forschung.

Zu Beginn wurden von Prof. Stefan Bischoff, Prof. Dietmar Scharf und Dr.-Ing. André Seeliger aktuelle Informationen aus dem Gebiet der DBV vermittelt.



Bild 4-4: Logo des Workshops für Digitale Bildverarbeitung

Inhaltlich umfassten diese Beiträge die Vorstellung der derzeit am Markt etablierten Bildübertragungsschnittstellen, eine Einführung in die moderne bildgebende Sensorik sowie Ausführungen zu typischen Architekturen bildverarbeitender Systeme.

Die im Anschluss von den Teilnehmern gebotenen Vorträge belegten, dass gegenwärtig in der Forschung ein breites Spektrum von Anwendungsmöglichkeiten für die DBV existiert. Mitarbeiter des IPM und des Helmholtzzentrums Dresden-Rossendorf zeigten hier u.a. die Einsatzmöglichkeiten dieses Messverfahrens für die Analyse von Mehrphasenströmungen (Wasser/Gas, Wasser/Dampf, Wasser/Feststoff) sowie für die Parameterbestimmung und Verifikation von numerischen CFD-Simulationen.

In den Beiträgen des dritten Veranstaltungsblocks wurde der Einsatz der DBV auf den industriell orientierten Gebieten des Automotive Engineering, der Verpackungsindustrie und der Kunststoffsortierung näher vorgestellt.

Das IPM dankt allen Teilnehmern des Workshops dafür, dass sie zu einer abwechslungsreichen Veranstaltung mit interessanten Einblicken und anregenden Diskussionen beigetragen haben.

4.6.7 19th East West Zittau Fuzzy Colloquium

Vom 05.09. - 07.09.2012 fand an der Hochschule Zittau/Görlitz das 19. Zittauer Fuzzy-Kolloquium statt, organisiert durch das IPM. Wie bereits 2010 wurde das Kolloquium als wissenschaftliche Tagung durchgeführt (im jährlichen Wechsel mit der Sommerschule). Insgesamt nahmen 25 Kollegen aus folgenden europäischen Ländern teil: Tschechische Republik, Slowakei, Polen, Russland, Ukraine und Deutschland sowie zahlreiche Hochschulmitarbeiter. Es wurden 2 Einladungsvorträge gehalten (Prof. E. Hüllermeier, Universität Marburg und Prof. M. Stepnicka, Universität Ostrava).

In über 20 Vorträgen wurden neue Ergebnisse zur Fuzzy-Sets-Theorie, neuronalen Netzen, Bildverarbeitung, Simulation und Data Mining vorgestellt sowie moderne Methoden in der studentischen Ausbildung diskutiert. Wie in den vergangenen Jahren konnte insbesondere den osteuropäischen Teilnehmern durch eine entsprechende finanzielle Unterstützung die Teilnahme ermöglicht bzw. erleichtert werden.

Die Veranstaltung ist eingebettet in das Wissenschaftsjahr 2012/2013 der Hochschule Zittau/Görlitz und unterstreicht ihre Bedeutung als Bildungseinrichtung mit internationaler Ausstrahlung und enger Verknüpfung von Forschung und Lehre.



Bild 4-5: Teilnehmer des 19. East-West Zittau Fuzzy Colloquium

4.7 Wissenschaftliche Veranstaltungen – Gesamtübersicht

<i>Datum</i>	<i>Thema/Bezeichnung</i>	<i>Veranstalter</i>
22.-24.05.2012	Jahrestagung Kerntechnik 2012 in Stuttgart	Kerntechnische Gesellschaft e.V.
12.06.2012	Workshop zum Einsatz digitaler Leittechnik	IPM
30.07.-03.08.2012	20 th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE20) in Anaheim, California USA	ASME American Society of Mechanical Engineers
06.-09.08.2012	Internationales Symposium on Magnetic Bearing ISMB13, Virginia USA	University of Virginia
26.-29.08.2012	10th International FLINS Conference on Uncertainty Modeling in Knowledge Engineering and Decision Making (FLINS 2012), Istanbul, Turkey	Istanbul Technical University, Bahcesehir University
04.09.2012	DBV-Workshop Workshop für Digitale Bildverarbeitung	IPM
05.-07.09.2012	19 th East West Fuzzy Colloquium	IPM

4.8 Verantwortliche Mitwirkung in Gremien

Prof. Dr.-Ing. F. Worlitz:

- Studienkommission Mechatronik
- Mitglied des Prüfungsausschusses des Studienganges Elektrotechnik und des Studienganges Mechatronik
- Gutachter DIN/ISO-Ausschuss NALS/VDI Schwingungen von Maschinen mit aktiven Magnetlagern
- Gutachter AiF, FH³ an Fachhochschulen
- Gutachter des tschechischen Ministeriums für Ausbildung und Wissenschaft
- Mitglied im Arbeitskreis Mechatronik der CDHAW an der Tongji-Universität Shanghai
- Gastdozent Chinesisch-Deutsche Hochschule für Angewandte Wissenschaften (CDHAW) und TU Liberec

Prof. Dr.-Ing. W. Kästner:

- GMA-Fachausschuss 5.14 "Computational Intelligence"
- Berkeley Initiative in Soft Computing (BISC)
- Gutachter Auswahlausschuss Jahrestagung Kerntechnik

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hampel i. R.

- Projektkomitee "Transienten und Unfallabläufe" bei Projektträger BMWi bis 2010
- Projektgutachter für Czech Science Foundation
- Reaktorsicherheitskommission, Ausschuss Elektrische Einrichtungen 1991-2010
- Gutachter im aFuE-Programm des BMBF (Automatisierungstechnik)
- GMA-Fachausschuss 7.11 „Leittechnik in Kernkraftwerken“
- Gutachter für BMWi, BMBF - Forschungsprojekte

Prof. Dr.-Ing. A. Kratzsch:

- Deutscher CFD-Verbund
- VGB Arbeitskreis „Gesicherte Sumpfansaugung“
- Obmann VDI Bezirksgruppe Oberlausitz
- Gutachter AiF
- Gutachter Auswahlausschuss Jahrestagung Kerntechnik

Dr. rer. nat. habil. Wagenknecht:

- Area-Editor Fuzzy Sets and Systems

Dipl.-Ing. (FH) Fiß:

- GMA-Fachausschuss 7.11 „Leittechnik in Kernkraftwerken“
- GMA-Fachausschuss 5.14 "Computational Intelligence"
- ITG Informationstechnische Gesellschaft im VDE

4.9 Kooperative Promotionsverfahren

Lfd. Nr.	Promovend	Betreuender HSL	Kooperierende Hochschule	Thema	Laufzeit von - bis
1	Renger, Stefan	Prof. Kästner	TU Dresden	Anwendung der digitalen Bildverarbeitung und der Photogrammetrie zur Bestimmung von Parametern für CFX und 3D-Simulation in partikelbehafteten Strömungen	11/06 - 11/09
2	Düsterhaupt, Stephan	Prof. Worlitz	TU Chemnitz	Komplexe und integrierte Methoden zur Entwicklung und Verlässlichkeitsbewertung berührungsfreier Magnetlager	08-11
3	Vanek, Christian	Prof. Worlitz	TU Chemnitz	Entwicklung von Methoden zur Bewertung und Optimierung von Fanlagern für magnetgelagerte Maschinen	08-11
4	Lißner, Doreen	Prof. Kästner	TU Dresden	Verfahren zur Zustandsbewertung von Leistungstransformatoren und Generierung von Fail-Safe-Kriterien	12/09 - 05/13
5	Schneider, Clemens	Prof. Hampel	TU Dresden	Experimentelle Untersuchung von Siedevorgängen mit optischen Verfahren und Parameterbestimmung für CFD-Rechnungen an kleinskaligen Versuchsständen	10/09 - 09/12
6	Fiß, Daniel	Prof. Hampel	TU BA Freiberg	Simulation mit Unschärfe für komplexe energetische Systeme (ESF)	06/09 - 07/12
7	Tusche, Peter	Prof. Zschunke, Prof. Hampel	TU Dresden	Optimierung von Kraftwerkskomponenten unter Oxyfuel-Bedingungen mittels Simulationsmodellen (ESF)	06/09 - 07/12
8	Schulz, Stephan	Prof. Hampel	TU BA Freiberg	Modellierung und Simulation von Übergangsprozessen in geeigneten dünnen Rohrleitungen	09/09 - 08/12

Lfd. Nr.	Promovend	Betreuender HSL	Kooperierende Hochschule	Thema	Laufzeit von - bis
9	Kittan, Stefan	Prof. Kästner	TU Ilmenau	Modellierung/ Simulation der Dynamik von Anlagerungs- und Penetrationsprozessen in partikelbelasteten Kühlmittelströmungen	01/11-12/13
10	Schmidt, Sebastian	Prof. Kratzsch	Technische Universität Dresden	Einsatz von Soft Computing-Methoden für die Kernzustandsdiagnose	07/12 - 6/15
11	Li, Li	Prof. Worlitz	TU Ilmenau	Methoden des Soft Computing zur Regelung und Diagnose von Magnetlagern	12-15

5 Auftraggeber und Kooperationspartner

Alion Science and Technology Corp.

ALSTOM Power Systems GmbH, Stuttgart

ALSTOM Carbon Capture GmbH, Mainz-Kastel

Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF)

AREVA NP

Babcock Borsig Steinmüller GmbH, Oberhausen

Babcock Noel GmbH, Würzburg

Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl Kraftwerkstechnik

Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA)

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

Clyde Bergemann GmbH, Wesel

CombTec GmbH, Zittau

Continental

Deutsche Forschungsgemeinschaft

EAAT GmbH, Chemnitz

E.ON Oskarshamn

Fest AG, Berlin

Forschungszentrum Jülich GmbH (PTJ)

Forschungszentrum Jülich GmbH, Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK)

GEO montan Gesellschaft für angewandte Geologie mbH, Freiberg

Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS)

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

Helmut Mauell GmbH, Velbert

Helmut Mauell GmbH, Werk Weida

Hitachi Power Europe GmbH, Duisburg
Innotas Elektronik GmbH, Zittau
Jeumont S.A., Frankreich
KEW Kunststoffserzeugnisse GmbH, Wilthen
KKW Brunsbüttel
KKW Gundremmingen
KKW Krümmel
KKW Philippsburg
KKW Unterweser
Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V.
LumaSense Technologies GmbH, Frankfurt/Main
Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH
North-West University, Potchefstroom, Südafrika
Nuclear Research and Consultancy Group - NRG, Niederlande
NUKEM Technologies GmbH
Otto Bock GmbH
RWE Power Essen/Köln
RWE Power, Kraftwerke Niederaußem, Neurath, Weisweiler
SAB Sächsische Aufbaubank Dresden
Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit
Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst
Siemens Fossil Power Generation, Erlangen
Siemens Görlitz
Solar World Freiberg
Steinmüller-Instandsetzung Kraftwerke GmbH, Peitz

Thyssen Krupp Rothe Erde, Lippstadt

TLON Michelbach

Toshiba Corporation, Japan

TU Bergakademie Freiberg

TU Dresden

TU Hamburg-Harburg, Institut für Energietechnik; Institut für Thermische Verfahrenstechnik/Wärme- und Stofftransport

Universität Gh Kassel, IEE

Vattenfall Europe Generation AG, Hauptverwaltung Cottbus

Vattenfall Europe Generation AG, Kraftwerke Jänschwalde, Schwarze Pumpe, Boxberg, Lippendorf

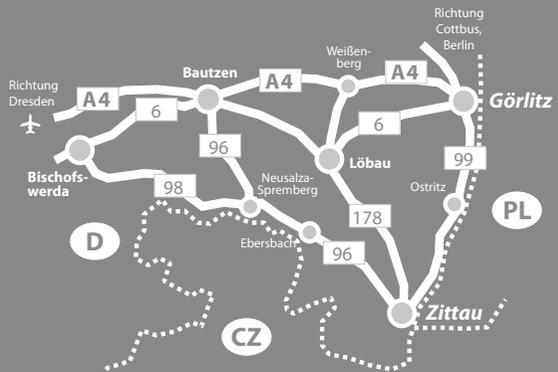
Vattenfall Europe Mining AG

Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH, Hamburg

Vattenfall Europe PowerConsult GmbH, Vetschau

VGB PowerTech e.V., Essen

Winkel GmbH, Illingen



University of Applied Sciences Zittau/Görlitz

Institute of Process Technology, Process Automation and Measuring Technology (IPM)

P.O. Box 1455, D-02754 Zittau, Germany

+49(0)3583 61-1383 // +49(0)3583 61-1288 // [✉ ipm@hszg.de](mailto:ipm@hszg.de) // [🌐 www.hszg.de/ipm](http://www.hszg.de/ipm)