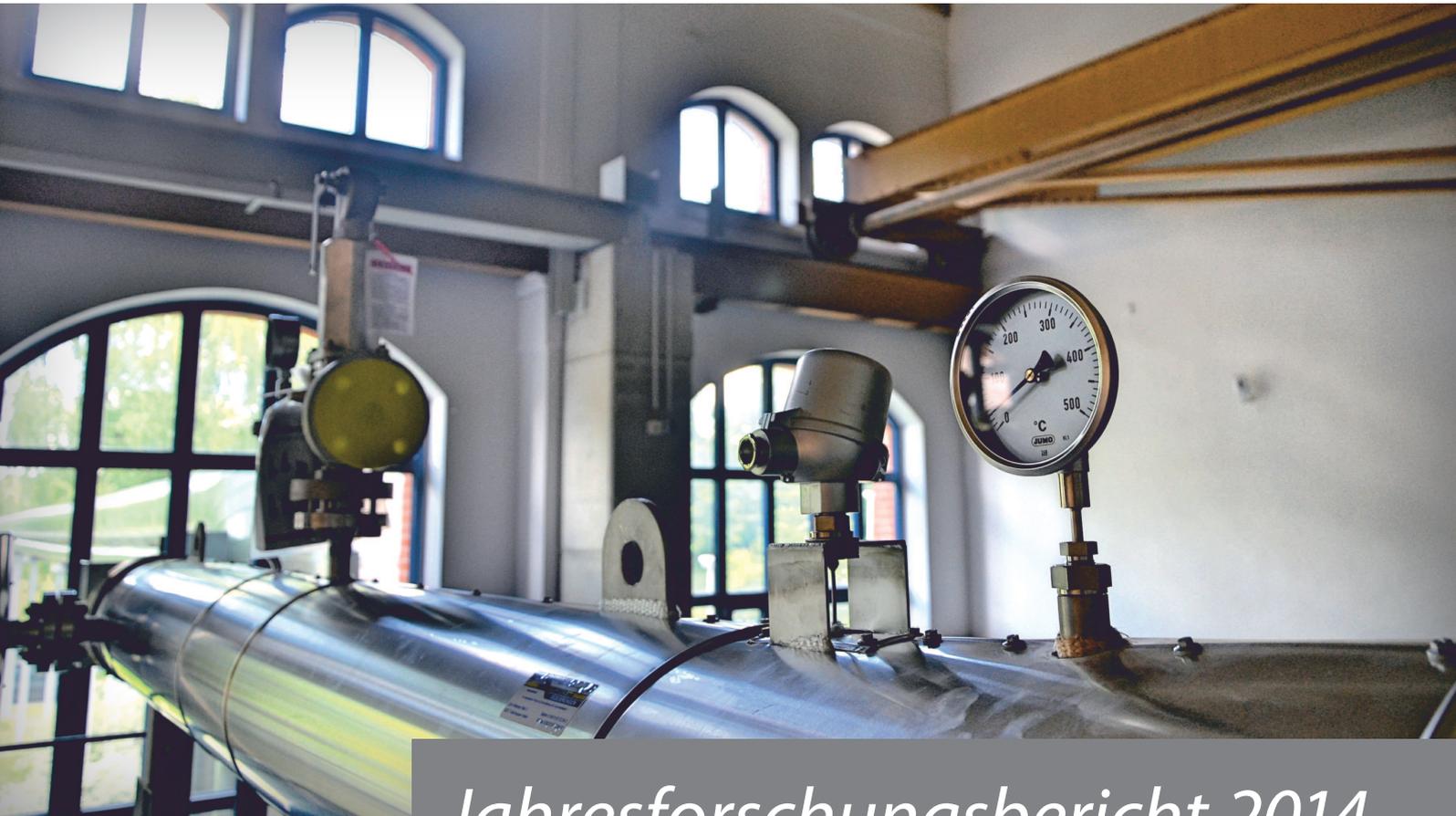




Hochschule
Zittau/Görlitz

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Jahresforschungsbericht 2014

*Institut für Prozeßtechnik,
Prozeßautomatisierung
und Meßtechnik*



FORSCHEN_OHNE_GRENZEN

Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung.....	3
2	Statistische Angaben	5
3	Struktur.....	6
3.1	Organigramm.....	6
3.2	Leitung des Institutes	6
3.3	Übersicht der Professuren.....	6
3.4	Forschungsgruppen.....	7
3.4.1	Fachgebiet Mechatronische Systeme.....	7
3.4.2	Fachgebiet Kerntechnik/Soft Computing	8
3.4.3	Fachgebiet Messtechnik/Prozessautomatisierung	9
3.4.4	Fachgebiet Kraftwerks-, Dampferzeuger- und Feuerungstechnik.....	10
3.4.5	Fachgebiet Mustererkennung/Bildverarbeitung.....	12
3.4.6	Fachgebiet Angewandte Elektronik.....	12
4	Forschungsrelevante Aktivitäten des IPM.....	13
4.1	Mechatronische Systeme	13
4.1.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	13
4.1.2	Versuchsanlagen.....	23
4.1.3	Publikationen	27
4.1.4	Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten.....	28
4.1.5	Betreuung von Promovenden.....	29
4.2	Kerntechnik/Soft Computing.....	30
4.2.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	30
4.2.2	Versuchsanlagen.....	34
4.2.3	Messtechnik	36
4.2.4	Publikationen	38
4.2.5	Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten.....	40
4.2.6	Betreuung von Promovenden.....	41
4.3	Messtechnik/ Prozessautomatisierung.....	42
4.3.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	42
4.3.2	Versuchsanlagen.....	48
4.3.3	Publikationen	51
4.3.4	Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten.....	52
4.4	Kraftwerks-, Dampferzeuger- und Feuerungstechnik.....	54
4.4.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	54
4.4.2	Versuchsanlagen.....	60
4.4.3	Publikationen	65
4.4.4	Betreuung von Promovenden.....	66
4.5	Mustererkennung und Bildverarbeitung.....	67
4.5.1	Versuchsanlage 3D-Versuchsstand.....	67
4.5.2	Publikationen, Vorträge und Präsentationen.....	67

4.6	Angewandte Elektronik	68
4.6.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	68
4.7	Messen und Wissenschaftliche Veranstaltungen.....	69
4.7.1	Kick-Off-Meeting Ziel 3/Cíl 3	69
4.7.2	14 th International Symposium on Magnetic Bearings ISMB14.....	70
4.7.3	5. Workshop zur digitalen Leittechnik	72
4.7.4	Doktorandenseminar des Kompetenzzentrum OST für Kerntechnik	73
4.7.5	Inbetriebnahme des Versuchsstand "NICoLe"	76
4.7.6	Meeting zum internationalen Informationsaustausch auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheitsforschung	78
4.8	Wissenschaftliche Veranstaltungen – Gesamtübersicht	80
4.9	Verantwortliche Mitwirkung in Gremien	80
4.10	Kooperative Promotionsverfahren	82
4.10.1	Doktorand erhält „Student Best Paper Award“	84
4.10.2	Praktikantin erhält Stipendium	85
5	Bisherige Auftraggeber und Kooperationspartner.....	87

1 Einleitung

Das Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) ist eine zentrale Einrichtung der Hochschule Zittau/Görlitz nach § 92 SächsHSFG.

Haupttätigkeitsfeld ist die drittmittelfinanzierte Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Energietechnik und Mechatronik. Zum IPM gehören 6 Fachgebiete mit insgesamt ca. 50 Mitarbeitern und 7 Professoren. Die Arbeit der Professoren erfolgt im Hauptamt. Die Gründung des IPM geht auf das Jahr 1993 zurück.

Dieser Jahresforschungsbericht fasst die wichtigsten Projekte und Aktivitäten des Jahres 2014 zusammen.

Mit nunmehr 70 Arbeitsplätzen und ca. 1400 m² Laborfläche ist das Institut die größte Struktureinheit der Hochschule Zittau/Görlitz. Der überwiegend anwendungsorientierte Charakter der Forschung spiegelt sich in dem hohen Anteil an Industrieprojekten wider.

Aber auch die über viele Jahre kontinuierliche Anzahl von BMWi bzw. BMBF geförderten Projekten sind Resultat der erfolgreichen Arbeit.

Dies drückt sich in den im Jahr 2014 eingeworbenen Drittmitteln aus. Mit der Summe von 5,3 Millionen EURO stellt das IPM die Hälfte der Drittmittel der Hochschule insgesamt. Ca. 60 % der Industriedrittmittel der Hochschule werden im IPM generiert.

Stellvertretend für eine Reihe von hervorzuhebenden Ereignissen im Berichtsjahr sollen an dieser Stelle vier besonders erwähnt werden.

1. Der weitestgehende Abschluss des Aufbaus des Zittauer Kraftwerkslabors (ZKWL) war prägend für das vergangene Jahr und ein Kraftakt der besonderen Art in vielerlei Hinsicht. Mit einem Volumen von insgesamt 8 Millionen EURO ist es die bisher größte Forschungsinvestition an der Hochschule Zittau/Görlitz und wird es wohl auch für einige Zeit bleiben. Die erfolgreiche Realisierung ist ein Zeichen für das hohe wissenschaftliche Niveau der Arbeit am IPM und Resultat einer als hervorragend zu bezeichnenden Zusammenarbeit zwischen IPM, Hochschulleitung, Hochschulverwaltung und den Stadtwerken Zittau.

2. Die Einweihung des Versuchstandes NiCoLe im Beisein des Projektpartners TU Dresden und des Projektträgers. Die Versuchsanlage wurde im Rahmen des BMBF-finanzierten Verbundvorhabens „Nichtinvasive Zustandsüberwachung von Kernreaktoren“ (NIZUK) entwickelt und aufgebaut

3. Die Inbetriebnahme der weltweit ersten magnetgelagerten Industriedampfturbine im Kraftwerk Jänschwalde. Die Grundlagen dafür wurden seit 2007 am IPM gelegt. Die Anwendung ist Ausdruck des anwendungsorientierten Charakters der IPM-Forschung und der guten und zielorientierten Zusammenarbeit mit der Industrie.

4. Das IPM hat sich immer als Umfeld für die persönliche Qualifikation verstanden. Mit den Arbeiten von Stefan Renger und Peter Tusche konnten wiederum Promotionen erfolgreich abgeschlossen werden.

Die Vernetzung mit dem Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf und der TU Dresden wirken sich in vielerlei Hinsicht positiv aus. Die in Vorbereitung befindlichen Projekte mit dem Fraunhofer IWU und dem Fraunhofer-Kunststoffzentrum Oberlausitz werden die Arbeit über viele Jahre prägen.

Die Einheit von Lehre und Forschung ist wichtiger Bestandteil der Arbeit am IPM. Ausdruck dafür sind u. a. die zahlreichen studentischen Praxis- oder Abschlussarbeiten.

Der Jahresforschungsbericht spiegelt einen Ausschnitt des wissenschaftlichen Lebens am IPM im Jahr 2014 wider.

Zittau, im April 2015

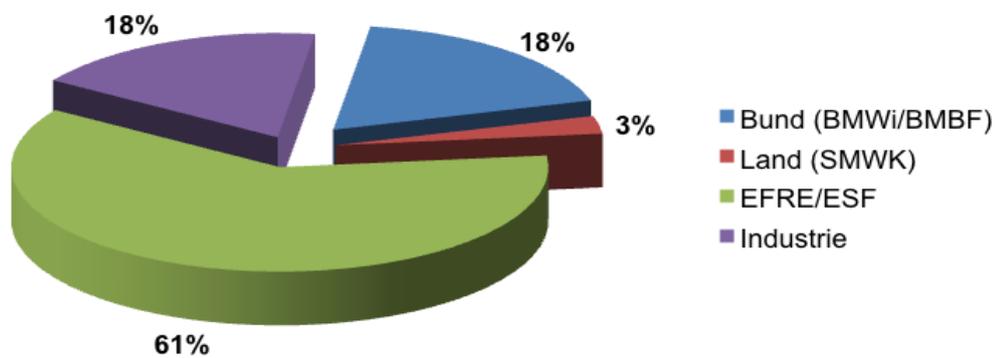
A handwritten signature in blue ink, reading 'F. Worlitz', with a stylized flourish at the end.

Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz
Direktor IPM

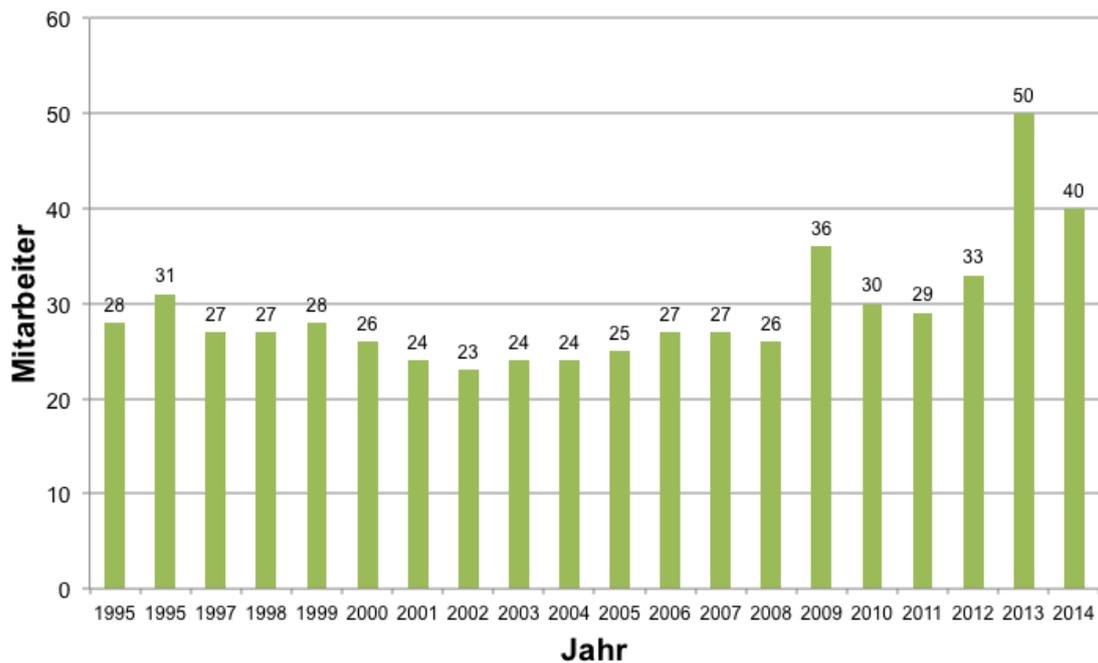
2 Statistische Angaben

Hochschullehrer: 7
Mitarbeiter (VZÄ): 40 (Stand Dezember 2014)
Drittmittel: 5,27 Mio. €

Drittmittelverteilung 2014



Entwicklung der Mitarbeiterzahlen



3 Struktur

3.1 Organigramm



3.2 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

3.3 Übersicht der Professuren

- Projektierung von Automatisierungs- und Mechatroniksystemen (Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz)
- Steuerungs- und Regelungstechnik (Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner)
- Messtechnik/Prozessautomatisierung (Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch)
- Medientechnik/Digitaltechnik (Prof. Dr. rer. nat. Stefan Bischoff)
- Elektrotechnik/Schaltungstechnik (Prof. Dr.-Ing. Stephan Kühne)
- Kraftwerks- und Energietechnik (Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke)
- Telekommunikation/Grundlagen der Nachrichtentechnik (Prof. Dr.-Ing. Dietmar Scharf)

3.4 Forschungsgruppen

3.4.1 Fachgebiet Mechatronische Systeme

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Stephan Düsterhaupt
Dipl.-Ing. (FH) Christoph Hadank
M.Eng. Li Li
Dipl.-Ing. (FH) Holger Neumann
Dipl.-Inf. (FH) Ivo Noack
M.Eng. Christian Panescu
Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Reinicke
Dipl.-Ing. Torsten Rottenbach
Dipl.-Übers. (FH) Elisa Rudolph
Dipl.-Ing. (FH) Richard Schmidt
Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Ullrich
Dipl.-Ing. (FH) Christian Vanek

Arbeitsfelder:

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

3.4.2 Fachgebiet Kerntechnik/Soft Computing

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Sören Alt (Laborleiter)
M.Eng. Hassan Chahi
Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Miriam Hölker
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Kittan
Dipl.-Ing. (FH) Doreen Kratzsch
Matthias Pfeiffer
Dr.-Ing. Stefan Renger
Dr.-Ing. André Seeliger
Frank Zacharias

Arbeitsfelder:

- Anlagen- und Reaktorsicherheit
- Modellierung/Simulation
- Modellgestützte Messverfahren, Soft Computing
- Thermohydraulik
- Partikelströmung
- Methodische und experimentelle Untersuchungen
- Fuzzy Systeme (Mamdani, Takagi-Sugeno-Kang)
- Künstliche Neuronale Netze (Multilayer Perzeptron)
- Genetische Algorithmen
- Regelungstechnik, Prozessführung
- Energie- und Verfahrenstechnik
- Nichtlineare Dynamische Systeme
- Zelluläre Automaten, Multiagentensysteme
- Theoretische und experimentelle Untersuchungen
- Zweiphasenströmungen Wasser/Dampf/Inertgase
- Simulationstechnik
- ATHLET, RELAP, CFX, COCOSYS

3.4.3 Fachgebiet Messtechnik/Prozessautomatisierung

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch

Mitarbeiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Hampel i.R.
Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Braun
Dipl.-Ing. (FH) Gregor Donath
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Fiß
Dipl.-Inf. Jana Hänel
Steffen Härtelt
Dipl.-Ing. (FH) Torsten Klette
M.Eng. Sebastian Schmidt
Dipl.-Ing. (FH) Clemens Schneider
B.Eng. Christian Vogel
Dr. rer. nat. habil. Michael Wagenknecht

Arbeitsfelder:

Energiespeicher für thermische Prozesse mit den Schwerpunkten Dampfspeicher, Verdrängungsspeicher, Phasenwechselspeicher

- Entwicklung, Design und Projektierung von Speicherkonzepten
 - Prozess- und leittechnische Integration
 - Flexibilisierung und prozesstechnische Optimierung
 - Messtechnik- und Automatisierungskonzepte
- Modellierung und Simulation
 - Modellentwicklung
 - Simulation des statischen und dynamischen Verhaltens von Speicherprozessen in Verbindung mit dem Anlagenverhalten sowie der Mess- und Leittechnik
 - Verwendete Software: DynStar, EBSILON, ATHLET
- Experimentelle Untersuchungen
 - Konzept- und Komponententests an der Großversuchsanlage THERESA für Parameter bis 160 bar und 350 °C
 - Experimentelle Analyse von Messtechnik- und Automatisierungskonzepten
 - Modellvalidierung

Nichtinvasive Messverfahren zur Zustandsdiagnose von Systemen

- Entwicklung von Messverfahren
 - Analyse zum Aufbau und Verhalten der betrachteten Systeme
 - Bestimmung von Messkonfigurationen bzw. -anordnungen

- Modellierung und Simulation
 - Modellentwicklung und Mustererkennung zur Lösung des inversen Problems
 - Simulationsgestützte Analyse des statischen und dynamischen Verhaltens der entwickelten Messverfahren
 - Verwendete Software: DynStar, Matlab/Simulink, R
- Experimentelle Untersuchungen (z.B. Versuchsanlage NICOLE)
 - Experimentelle Analyse des statischen und dynamischen Verhaltens der entwickelten Messverfahren
 - Validierung der entwickelten Messverfahren

Digitale Sicherheitsleittechnik

- Strukturanalysen
- Modellierung und Simulation
 - Modellentwicklung
 - Statische und dynamische Simulation des verfahrenstechnischen Prozesses in Verbindung mit der Mess- und Leittechnik
 - Verwendete Software: DynStar
- Sicherheitstechnische Bewertungen der betrachteten Strukturen

3.4.4 Fachgebiet Kraftwerks-, Dampferzeuger- und Feuerungstechnik

Fachgebietsleiter: Dipl.-Ing. Ulrich-Steffen Altmann
 Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Christoph Ebermann
 Dipl.-Math. (FH) Tom Förster
 Dipl.-Ing. (FH) Matthias Freund
 Dipl.-Ing. Ulrike Gocht
 Dipl.-Ing. Steffen Grusla
 Dipl.-Ing. (FH) Thomas Gubsch
 Dipl.-Ing. Anett Kupka
 Dipl.-Ing. (FH) Martin Kurz
 Dipl.-Ing. (FH) Bert Salomo
 Dipl.-Ing. (FH) Roman Schneider
 Dipl.-Ing. (FH) Philipp Schwarzbach
 Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Ullrich
 Dipl.-Ing. (FH) Mareike Weidner

Arbeitsfelder:

Kraftwerkstechnik - Prozessdiagnose und Betriebsoptimierung

- Betriebsführung von Kraftwerkssystemen, Dampferzeugern und Feuerungsanlagen
- Thermodynamische und betriebstechnische Bewertung von Kraftwerkskreisprozessen
- Dynamisches Verhalten von Kraftwerksanlagen: Betriebstransienten, Störfallszenarien, Laständerungsverhalten, Teillast

Komplikationsanalyse und Zustandsüberwachung für Feuerungssysteme

- Verschlackung/Fouling von Dampferzeugerheizflächen
- Wärmeübertragung
- Schadstoffemission
- Zünd- und Abbrandverhalten
- Mahltrocknung in Ventilatormühlen

Thermohydraulische Simulation

- Simulation energietechnischer Anlagen, Komponenten und Versuchsanlagen

Datenanalyse, Modellierung und Optimierung energieumwandelnder Prozesse

- Statistische Methoden
- Clusteranalyse
- Künstliche Neuronale Netze
- Genetische Algorithmen

Bewertung des feuerungstechnologischen Einsatzverhaltens von Brennstoffen

- Braun- und Steinkohlen
- Biobrennstoffe
- Ersatzbrennstoffe

Hochtemperatur-Messverfahren

- Überwachung und Betriebsführung von Dampferzeuger-Feuerungen mit radiometrischer Temperaturmessung

3.4.5 Fachgebiet Mustererkennung/Bildverarbeitung

Fachgebietsleiter: Prof. Dr. rer. nat. Stefan Bischoff
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Scharf

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Miriam Labbert
M.Sc. Anna Prenzel

Arbeitsfelder:

- Bildverarbeitung (Objekterkennung, Tracking, Optische Qualitätskontrolle)
- Automatische Sensordateninterpretation (Erkennung vordefinierter Muster im Sensorsignal)
- Multisensorik (Stereo, TOF, IR, Radar, Multisensordatenfusion)
- Maschinelles Lernen (Überwachte und unüberwachte Verfahren wie SOM, 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)

3.4.6 Fachgebiet Angewandte Elektronik

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Stephan Kühne

Mitarbeiter: Dipl.-Soz.-arb. Jörg Bienert
Dipl.-Ing. (FH) Olaf Schreiber

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 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

4.1.1.1 Einsatz der magnetgelagerten Kreiselpumpe im Kraftwerk Boxberg

Projektleiter:	Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz
Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. T. Rottenbach, Dipl.-Ing. (FH) C. Vanek
Finanzierung:	Vattenfall Europe Generation AG & Co. KG
Kooperationspartner:	Kraftwerk Boxberg
Laufzeit:	01.01.2014-31.12.2014

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Für das Jahr 2014 war geplant, die magnetgelagerte Pumpe so lange wie technisch möglich als Betriebspumpe einzusetzen und zu betreiben. Während des Wechsels der Stopfbuchspackungen am 17. Oktober 2013 wurde festgestellt, dass die Keramikbeschichtungen der Stopfbuchshülsen zum Teil abgeplatzt und durch Rost aufgeworfen waren - vgl. Abbildung 1. Das führt zu wesentlich kürzeren Standzeiten der Wellendichtungen. Eine Reparatur hätte den Ausbau der Pumpe aus der Anlage und eine komplette Demontage zur Folge. Gemeinsam mit Vattenfall wurde beschlossen, die Pumpe und deren Peripherie nach fast 10-jährigem Einsatz im Kraftwerk im Zuge der kleinen planmäßigen Revision des Blockes im März 2014 aus der Anlage auszubauen und an die Hochschule nach Zittau zu überführen.



Abbildung 1: Defekte Keramikbeschichtung im Stopfbuschbereich und zerstörte Lage der Stopfbuchspackung

Nach der Wiederinbetriebnahme am 29. Oktober 2013 lief die Pumpe noch bis 12. Januar 2014 als Betriebspumpe. Die Leckagen der Wellendichtungen waren bis dahin derart angestiegen, dass ein sicherer Weiterbetrieb der Magnetlager nicht mehr gewährleistet war. Folglich wurde die Pumpe außer Betrieb genommen. Die Demontage der Pumpe und der Abtransport aus der Anlage zum KSB Service Boxberg erfolgten am 20. Februar 2014. Dort wurden die Magnetlager demontiert und die Pumpe zur Umarbeitung als Demonstrationsmodell bei KSB Leuna vorbereitet. Hier wurde die Pumpe als Schnittmodell aufgearbeitet - Abbildung 2. Die Lieferung an

die Hochschule erfolgte am 25.09.2014. Die magnetgelagerte Pumpe wird 2015 nach Fertigstellung der Arbeiten zur Errichtung der Versuchsanlagen im Zittauer Kraftwerkslabor als Demonstrator aufgebaut.

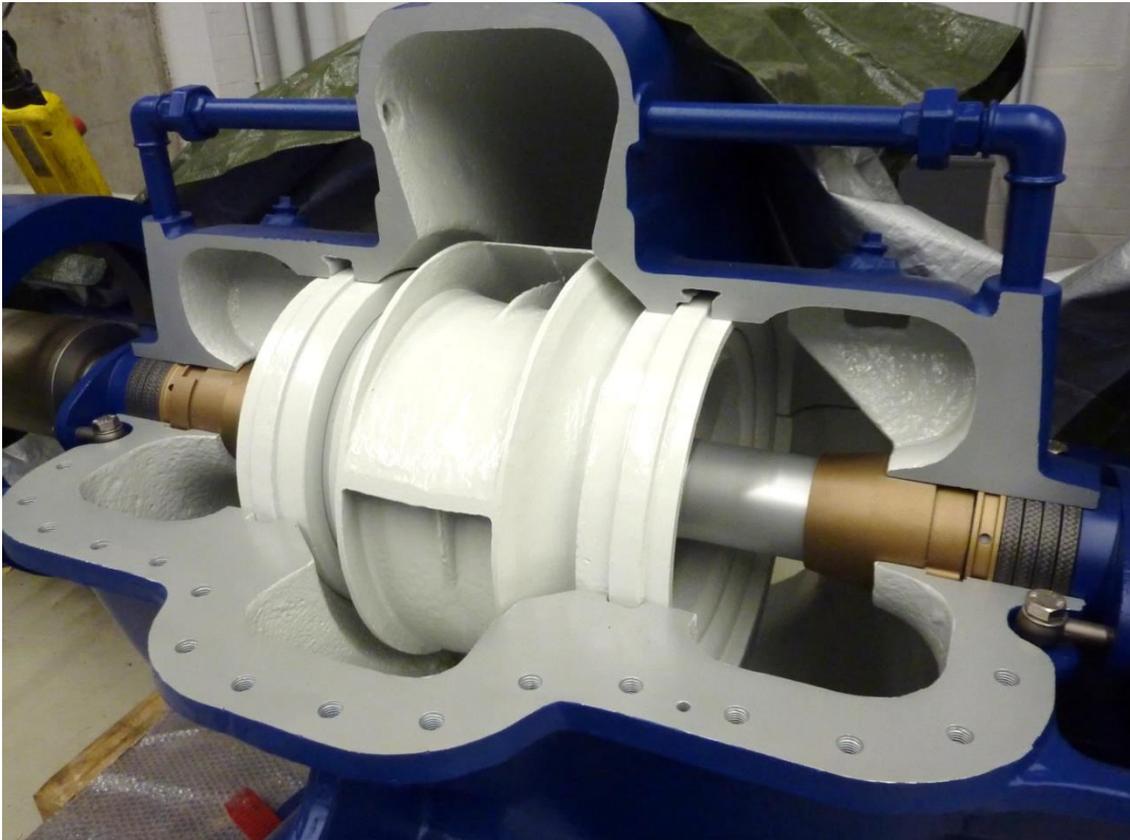


Abbildung 2: Magnetgelagerte Pumpe als aufgeschnittenes Demonstrationsmodell

4.1.1.2 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

Finanzierung: Industrie

Kooperationspartner: Industrie

Laufzeit: seit 2009

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

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. Ziel des Projektes ist der Aufbau eines Prototyps

für ein solches Lager.

In Abstimmung mit dem Industriepartner wurde eine mechanische Konstruktion auf Grundlage der statischen und dynamischen Auslegung durchgeführt. Für Grundlagenuntersuchungen wurde ein Kleinversuchsstand entwickelt und aufgebaut. An dem Versuchsstand können verschiedene Regelstrategien und Einflüsse von materialtechnischen Eigenschaften untersucht werden. Fertigungsungenauigkeiten führten jedoch nicht zu den erwünschten Ergebnissen, so dass der Kleinversuchsstand im Jahr 2014 mit einem neuen Rotor ausgestattet wurde. Im Rahmen des Umbaus wurde der Versuchsstand auf einem stabilen, wesentlich steiferen Fundament montiert und der Antrieb von Zahnriemen auf Zahnritzel umgerüstet. Nach erfolgreicher Inbetriebnahme konnten experimentelle Untersuchungen im angestrebten Drehzahlbereich bis 350 U/min durchgeführt und mit Ergebnissen von Simulationsrechnungen verglichen werden. Hauptschwerpunkt der Untersuchungen war die Validierung dynamischer Simulationsmodelle.

Die Verhaltensgültigkeit des Simulationsmodells konnte anhand des Vergleiches mit experimentell ermittelten Signalverläufen nachgewiesen werden. Es zeigten sich vergleichsweise große Abweichungen bei den maximalen radialen Auslenkungen - Abbildung 3. Die Ursache hierfür können Abweichungen zwischen am realen Versuchsstand vorhandenen und in der Simulation implementierten Übertragungsverhalten einzelner Regelkreiskomponenten sein.

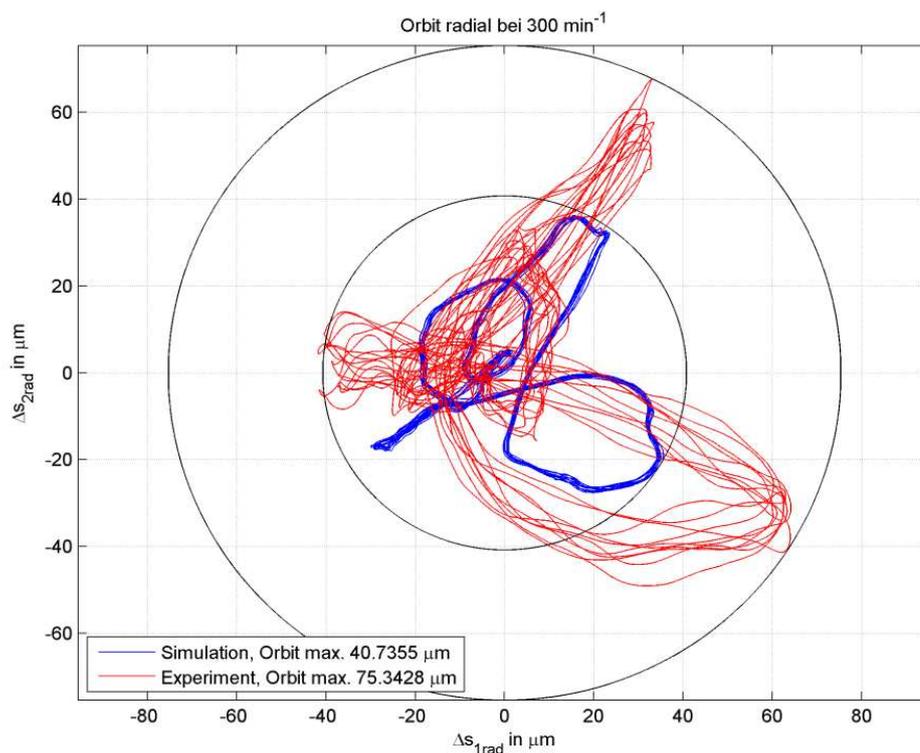


Abbildung 3: Simulierter und experimentell ermittelter Orbit der Rotorlage radial bei 300 U/min

Weiterführend ist geplant, den Regelalgorithmus auf den vom Projektpartner entwickelten Prototypen anzupassen und zu testen.

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

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) S. Düsterhaupt, Dipl.-Ing. (FH) H. Neumann, M.Eng. C. Panescu, Dipl.-Ing. (FH) S. Reinicke, Dipl.-Ing. T. Rottenbach, Dipl.-Ing. (FH) C. Vanek

Finanzierung Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA), Europäischer Fond für regionale Entwicklung (EFRE)



Europa fördert Sachsen.



Kooperationspartner: Stadtwerke Zittau GmbH

Laufzeit: 01.09.2011-31.08.2014, verlängert bis 30.11.2014

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

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

Gegenstand des Projektes sind die Planung, Auslegung und Errichtung eines Großversuchsstandes zur Untersuchung von Magnetlagern einschließlich der dazu notwendigen Fanglagerung unter extremen Prozess- und Umgebungsbedingungen. Der Magnet- und Fanglagerprüfstand MFLP wird in einer ehemaligen Maschinenhalle der Stadtwerke Zittau GmbH errichtet. Dazu wurde die Maschinen- zu einer Versuchshalle ertüchtigt. Die Umbaumaßnahmen betrafen die Erneuerung des Baukörpers (Stahlbetonböden, Maschinenfundament) und die Infrastruktur (Messkabine, elektrische Einspeisung und Hauptverteilung, Beleuchtung, Datennetz).

Nach Abschluss der Umbauarbeiten erfolgte im Jahr 2014 der Aufbau des Versuchsstandes einschließlich der erforderlichen peripheren Anlagen, wie bspw. Aufspannplatte, elektrische Unterverteilung, Sensorboxen und Prozessleittechnik, Instrumentierung, elektrischer Wellenantrieb und thermohydraulische Teilanlagen. Dazu wurden die erforderlichen Unterlagen (z. B. Leistungsverzeichnisse) für die Beschaffung, Fertigung und Errichtung der einzelnen Teilanlagen und -komponenten erstellt, Angebote bewertet und anhand dessen die ausführenden Unternehmen ausgewählt und beauftragt. Während der Ausführungsphase gehörten zudem die Koordination und fachliche Betreuung der Gewerke zu den Aufgaben der Projektgruppe.

Am 17.02.2014 erfolgten das Einheben und die Montage der 12660 kg schweren Aufspannplatte. Dazu war es notwendig, das Dach der Versuchshalle zu öffnen - vgl. Abbildung 4. Im Anschluss wurde die Aufspannplatte ausgerichtet und vergossen. Zeitgleich wurde der Hallenkran montiert.



Abbildung 4: Einheben und Ausrichten der Aufspannplatte

Nach Fertigstellung der Versuchstands-komponenten und Vormontage im Werk wurde der Versuchstand am 21.08.2014 geliefert und auf der Aufspannplatte montiert - Abbildung 5.



Abbildung 5: Einheben und Aufstellen des Versuchstandes

Nach der Ausrichtung des Versuchstandes wurden die Versuchstandsperipherie errichtet, angeschlossen und die Teilanlagen abgenommen. Parallel dazu wurde mit der Erstellung der Software für die Leittechnik und die Messwerterfassung/Archivierung begonnen und Funktionstests durchgeführt. Für 2015 ist die Inbetriebnahme des Versuchstandes sowie des gesamten Versuchsfeldes geplant.

4.1.1.4 Forschungskoope-ration zwischen der Schaeffler Technologies AG und der Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

- Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz
- Mitarbeiter:** M.Eng. C. Panescu, Dipl.-Ing. T. Rottenbach,
Dipl.-Ing. (FH) R. Schmidt, Dipl.-Ing. (FH) C. Vanek
- Finanzierung:** Schaeffler Technologies AG
- Kooperationspartner:** Schaeffler Technologies AG
- Laufzeit:** seit Juni 2013

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung zwischen der Schaeffler Technologies AG & Co. KG und der Hochschule Zittau/Görlitz wurde die Zusammenarbeit zu Forschungs- und Entwicklungsleistungen auf dem Gebiet der Magnet- und Fanglager-technik weiter ausgebaut und mit neuen Projekten untersetzt. Untersuchungsgegenstand sind Magnet- und Fanglager an verschiedenen, am IPM installierten bzw. geplanten Großversuchsanlagen.

Weiterführend wurde im Jahr 2014 das Projekt „Analyse aktiver Axialmagnetlager“ bearbeitet. Gegenstand war der Arbeitspunkt 3 des Projektes „Konzepterstellung für die experimentelle Ermittlung von Kenngrößen am Axiallager des Versuchsstandes SFDT“. Hierbei wurden, ausgehend von der Lagerkonfiguration am Versuchsstand, Möglichkeiten der Aufprägung statischer und dynamischer axialer Belastungen aufgezeigt. Das Projekt konnte im Juni 2014 erfolgreich beendet werden. Die Ergebnisse sind Basis für ein Nachfolgeprojekt (Laufzeit 29.10.2014 – 31.03.2015), bei dem die detaillierte Untersetzung und technische Vorbereitung der experimentellen Untersuchungen von Axialmagnetlagern am Versuchsstand SFDT im Jahr 2015 Gegenstand der Arbeiten sind. Nach der Auswahl der für die Untersuchungen geeigneten Belastungseinrichtung wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber ein erster Konstruktionsentwurf zur Umsetzung einer Axialmagnetlagerbelastungseinrichtung erarbeitet. Die Realisierung erfolgt im Jahr 2015.

Für Axialfanglageruntersuchungen am Großversuchsstand FLP 500 wurde, ausgehend von den Anforderungen und den geometrischen Abmessungen der Lager des Auftraggebers, ein Adapterring zur Aufnahme der Testlager konzipiert und berechnet. Schwerpunkt dabei war neben der Sicherstellung der Aufnahme der axialen Kräfte eine Möglichkeit zur genauen und stabilen Lagejustierung des Prüflings konzentrisch und rechtwinklig zur Rotorachse. Abbildung 1 zeigt das erarbeitete Lösungskonzept.

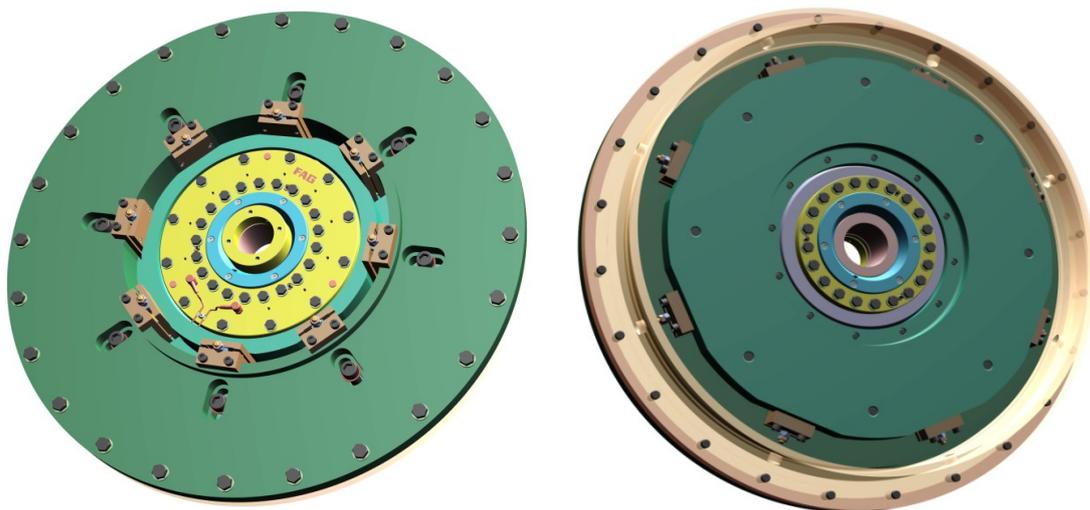


Abbildung 6: Adapterring mit Lage-Justiervorrichtung

4.1.1.5 Verbesserung der Betriebsflexibilität und Energieeffizienz von bestehenden Kraftwerken durch den Einsatz von magnetgelagerten Turbospeisepumpen (TSP) als Ersatz für die vorhandenen konventionell gelagerten Anlagen

ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. (FH) C. Hadank, Dipl.-Ing. T. Rottenbach, Dipl.-Ing. (FH) C. Vanek
Finanzierung:	Vattenfall Europe Generation AG
Kooperationspartner:	Vattenfall Europe Generation AG



Laufzeit: 01.10.2013 – 31.10.2015

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Das Projekt ordnet sich in die langjährige Forschungsk Kooperation zwischen der Hochschule Zittau/Görlitz und der Vattenfall Europe Generation AG ein und zeigt einmal mehr das Interesse von technologieorientierten Unternehmen an den in den letzten Jahren erzielten Forschungsergebnissen auf dem Gebiet der Magnetlagertechnik. Mit der magnetgelagerten Pumpe im Kraftwerk Boxberg wurde gezeigt, dass Magnetlager auch unter den rauen Bedingungen im Kraftwerk stabil und zuverlässig arbeiten. Diese Erfahrungen bildeten die Grundlage für die Entwicklung und den Einsatz dieser Technologie an einer Speisepumpenantriebsturbine im Kraftwerk Jänschwalde.

Mit dem Projekt soll die Inbetriebnahme der magnetgelagerten SPAT im Kraftwerk begleitet werden. Ziel ist eine optimale Betriebsführung, auch im Hinblick auf den effizienten Einsatz der Magnetlagerkühlung. Dabei fließen die Erkenntnisse aus theoretischen Berechnungen und Simulationen, aus den experimentellen Untersuchungen an den Großversuchsanlagen SFDT und MFLP der Hochschule und der Auswertung von gemessenen Betriebsdaten der SPAT ein. In diesem Zusammenhang sind Untersuchungen in Richtung Hochtemperaturmagnetlager geplant, bei denen durch den Einsatz temperaturbeständiger Materialien und Technologien auf eine zusätzliche Lagerkühlung verzichtet werden kann, um damit die Betriebskosten weiter zu senken. Des Weiteren soll das Betriebspersonal in Schulungen für die neue Technik sensibilisiert werden und die Vorteile und Funktionsweise von Magnetlagern kennenlernen.

Die Begleitung der Inbetriebnahme der SPAT im Kraftwerk umfasste zunächst die Konzipierung eines Messwerterfassungssystems zur Erfassung, Verarbeitung und Archivierung der betriebsrelevanten Signale der SPAT und der Magnetlagerung. Dazu erfolgte eine Auswahl der erforderlichen Messsignale und daraus resultierend die Messwerterfassungshardware sowie des Messrechners. Daneben wurde auf der Basis von LabVIEW ein Programm zur Erfassung, Archivierung und Auswertung der Messdaten, speziell zugeschnitten auf die Anforderungen im Kraftwerk, entwickelt. Zu dessen Merkmalen gehörte der autonome Dauerbetrieb, die automatisierte Auswertung der Daten und das Erstellen und Versenden von Tagesprotokollen. Neu ist

die gleichzeitige Erfassung von analogen Spannungssignalen (Archivierungsfrequenz bis 17 kHz) und „langsamen“ Bus-Daten aus der SPS (Archivierungsfrequenz 2 Hz). Dafür wurde eine Programmstruktur erarbeitet, welche durch die Aufteilung der Programmaufgaben auf parallele Bearbeitungsschleifen den Messrechner optimal auslastet und das Programm robust gegen Störungen macht. Die Lage des Rotors im Magnetfeld und die benötigten Spulenströme werden anhand von analogen Signalen beobachtet. Zu den Bus-Daten gehören alle binären und analogen Werte und Zustände, welche von der SPS bearbeitet werden. Ein Tagesprotokoll mit aufgezeichneten Ereignissen und ausgewählten komprimierten Messwerten wird automatisch erstellt und per Email versandt. Die Messwerthard- und -software wurde im November 2014 im Kraftwerk installiert und erfolgreich getestet. Nach einem sechswöchigen Probetrieb der SPAT erfolgt die vollumfängliche Erfassung aller, auch sicherheitsrelevanter Betriebsdaten, die bis dahin nicht zugänglich waren.

Parallel dazu wurden in einer Machbarkeitsstudie die Anforderungen an Hochtemperatur-Magnetlager theoretisch untersucht. Dazu wurden in einer Literatur-, Patent- und Internetrecherche mögliche temperaturbeständige Werkstoffe für den Einsatz in HT-ML eruiert. Unter Berücksichtigung der ermittelten temperaturabhängigen Parameter der Werkstoffeigenschaften wurden aktive Magnetlager für Temperaturbereiche zwischen 300 °C und 500 °C statisch ausgelegt, modelliert und berechnet. Neben den elektrischen und magnetischen Eigenschaften sind dabei vor allem die physikalischen und mechanischen temperaturabhängigen Werkstoffparameter zu berücksichtigen. Für die Langzeitstabilität spielen auch die chemischen Eigenschaften eine wesentliche Rolle.

Dazu geplante experimentelle Untersuchungen am Großversuchsstand MFLP konnten auf Grund von Verzögerungen bei der Errichtung und Inbetriebnahme der Anlage nicht durchgeführt werden und sind für das Jahr 2015 geplant.

4.1.1.6 Untersuchungen von Komponenten und Methoden zur Verbesserung der Energieeffizienz elektrischer Traktionen unter Einbeziehung von Schwungmassespeichern

ProjektleiterIn: Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz, Prof. Ing. Aleš Richter, CSc.

MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. (FH) H. Neumann, Dipl.- (FH) S. Reinicke; Dipl.-Übers. (FH) E. Rudolph

Finanzierung:

SAB  Europäische Union. Europäischer Fonds für regionale Entwicklung: Investition in Ihre Zukunft / Evropská unie. Evropský fond pro regionální rozvoj: Investice do vaší budoucnosti

 Ziel 3 | Cíl 3
Ahoj sousede. Hello Neighbor.
2007-2013. www.ziel3-cil3.eu

Kooperationspartner: Technische Universität Liberec

Laufzeit: 01.12.2013 – 15.01.2015

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Im Rahmen des Programmes zur Förderung der grenzübergreifenden Zusammenarbeit zwischen dem Freistaat Sachsen und der Tschechischen Republik entstand diese wissenschaftliche Kooperation zwischen der Technischen Universität in Liberec und der Hochschule Zittau/Görlitz.

Ziel des Projektes war es, anhand der technischen Daten des Straßenbahnbetriebes

der Städte Liberec und Jablonec nad Nisou ein Energierückgewinnungssystem zu entwerfen, das durch den Einsatz von Schwungmassespeichern in der Lage ist, durch Rückführung von Bremsenergie auf Leistungsspitzen zu reagieren und somit den Energiebedarf zu senken. Dazu ist es erforderlich, die beeinflussenden Parameter zu ermitteln und entsprechende mathematische Modelle zu entwerfen, die die Grundlage für die Entwicklung eines KERS (Kinetic Energy Recovery System) bilden.

Weiterhin ist es erforderlich, die Anforderungen an den Entwurf des Schwungmassenspeichers mittels Simulationsergebnissen zu analysieren. Die ermittelten Spezifikationen sind behilflich bei der Erstellung eines Lastenheftes. Dieses dient in Verbindung mit der Analyse der elektrischen Antriebe dem Design zur Realisierung des KERS.

Im Projekt wurde die von den Verkehrsbetrieben Liberec DPMLJ betriebene Straßenbahnstrecke zwischen Dolní Hanychov und Lidové sady in Liberec analysiert. Die Strecke wird von zwei Umformerstationen in Dolní Hanychov und in der Tatrastraße mit Energie versorgt. Beide Umformerwerke wurden hinsichtlich ihrer Verbrauchs- und Abgabemengen untersucht. Ebenso wurden die auf der Strecke fahrenden Straßenbahnen auf Verbrauch und bereits vorhandene Rückgewinnungsmöglichkeiten analysiert, es wurden Messungen und Simulationen durchgeführt und ausgewertet.

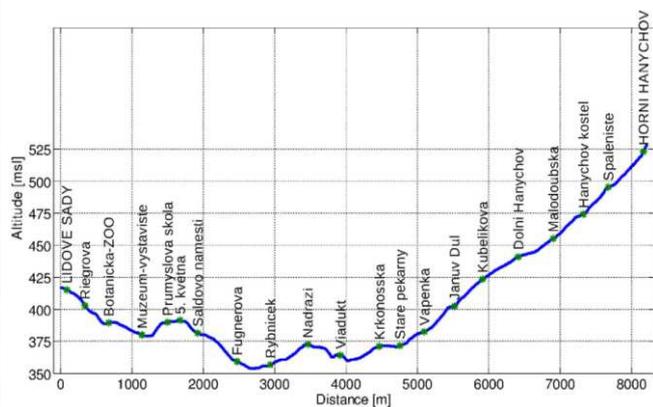


Abbildung 7: Eingesetzte Straßenbahn T3 und untersuchte Strecke

Auf Basis der Untersuchungs-, Mess- und Simulationsergebnisse wurde eine Schwungscheibe ausgelegt, die die Grundlage für die Erstellung eines Lastenheftes bildet.

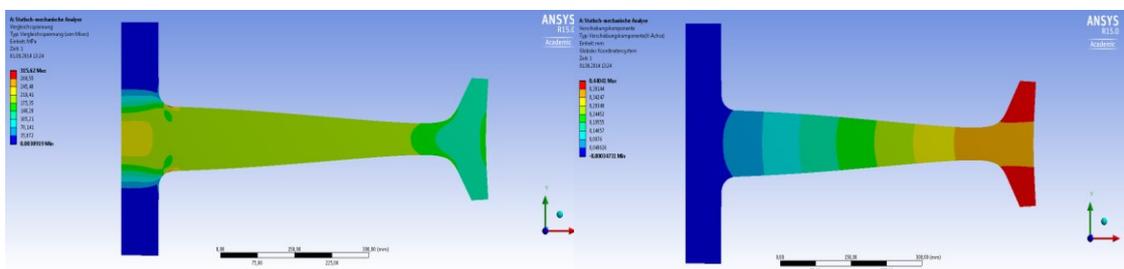


Abbildung 8: Ausgelegte Schwungscheibe – Analyse der Spannungen und Verformungen

Die Lagerung der Schwungscheibe wird durch aktive Magnetlager realisiert. Aus den Schwungrad- und Magnetlagerspezifikationen wurden die Anforderungen an den Antrieb des Schwungmasse-Energiespeichers abgeleitet, die in der Auswahl einer

geeigneten Motor-Generator-Einheit des Herstellers Siemens resultierten. Anschließend wurden durch Simulationen Teilmodelle der einzelnen Systemkomponenten erstellt, die die Darstellung des Gesamtsystems ermöglichen.

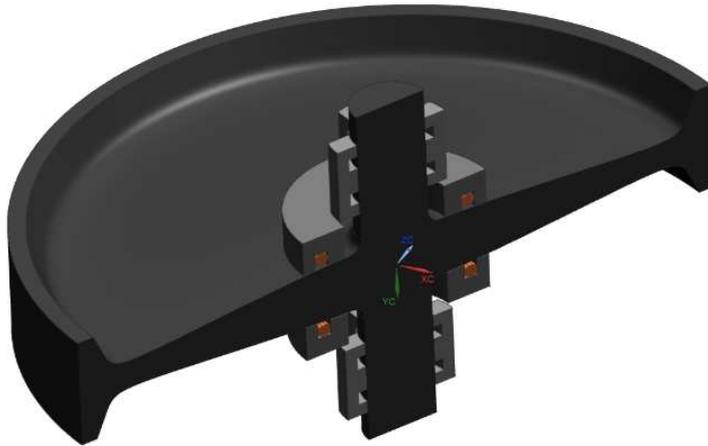


Abbildung 9: Schwungscheibe mit aktiver Radial- und Axialmagnetlagerung

Mithilfe der erzielten Ergebnisse konnte eine betriebswirtschaftliche Bewertung wie auch eine Prognose zur Energieeffizienz abgegeben werden. Abschließend wurde ein Abschlussbericht sowohl in deutscher als auch tschechischer Sprache verfasst.

4.1.2 Versuchsanlagen

4.1.2.1 Versuchsanlage „Magnet- und Fanglagerprüfstand MFLP“

Der Magnet- und Fanglager-Prüfstand (MFLP) - Abbildung 10 - wird im Rahmen des „Zittauer Kraftwerkslabors“ errichtet. Er dient der Untersuchung von Magnet- und Fanglagern unter kraftwerksrelevanten Umgebungsbedingungen, vor allem hinsichtlich deren Langzeitstabilität. Wesentliche Eigenschaften des Prüfstandes sind:

- Rotor mit einer Masse von ca. 1,3 t
- druckfester Rezipient mit Kammersystem
- separat regelbare Dampfanschlüsse an jeder Kammer zur Beaufschlagung mit überhitztem Wasserdampf (bis zu 3 bar und 250 °C)
- modularer Aufbau der Fanglageraufnahmen im Rezipienten für den Einbau unterschiedlichster Fanglagerkonfigurationen
- Notfanglager als Sicherungseinrichtung beim Test von zu untersuchenden Fanglagern bis an die Auslegungsgrenze
- horizontal geteilter Rezipient für einfache Montage und Demontage von Magnet- und Fanglagerkomponenten

Der Prüfstand bildet die Grundlage für die Entwicklung und den Test zukünftiger Lösungen für Magnet- und Fanglager. Die umfangreiche Instrumentierung ermöglicht die Validierung von Simulations- und Auslegungstools für Magnet- und Fanglager.

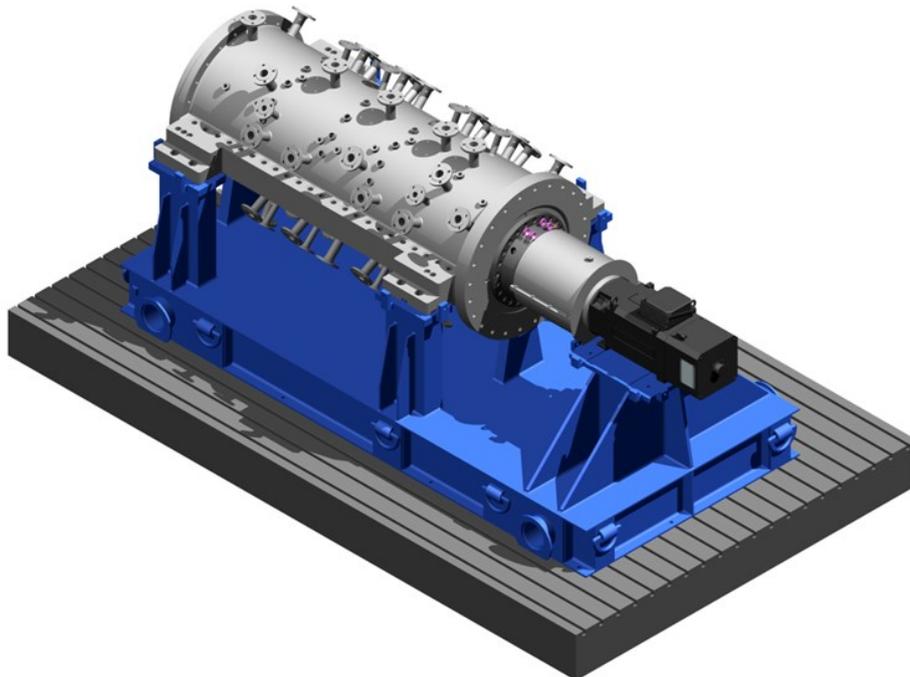


Abbildung 10: Magnet- und Fanglagerversuchsstand MFLP

4.1.2.2 Magnet- und Fanglagerprüfstand FLP 500



Abbildung 11: Magnet- und Fanglagerprüfstand FLP 500

Die Großversuchsanlage FLP 500 - Abbildung 11 und 12 - wurde im Rahmen des Forschungsprogramms zur Entwicklung von Hochtemperaturreaktoren als Fanglagerprüfstand konzipiert und aufgebaut. Ziel war es, geeignete Fanglagerkonzepte für die Haupt- und Hilfsgebläse zu entwickeln und zu testen. Im Jahr 1994 wurde der Versuchsstand am IPM aufgebaut und wieder in Betrieb genommen. Der Versuchsstand wird u. a. eingesetzt für:

- Entwicklung, Verifikation und Validierung von Simulationsmodellen und -software
- Untersuchungen zur Entwicklung von Algorithmen zur Steuerung und Regelung der Magnetlager und des Antriebs
- Umrüstung der Magnetlagerung von analoger auf digitale Regelung
- Entwicklung und Test von Diagnosealgorithmen und -systemen für Magnet- und Fanglager
- Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Fanglagerentlastung mittels Permanentmagnetlagern
- Experimentelle Untersuchungen zu thermischen und mechanischen Belastungen der aktiven Magnetlager

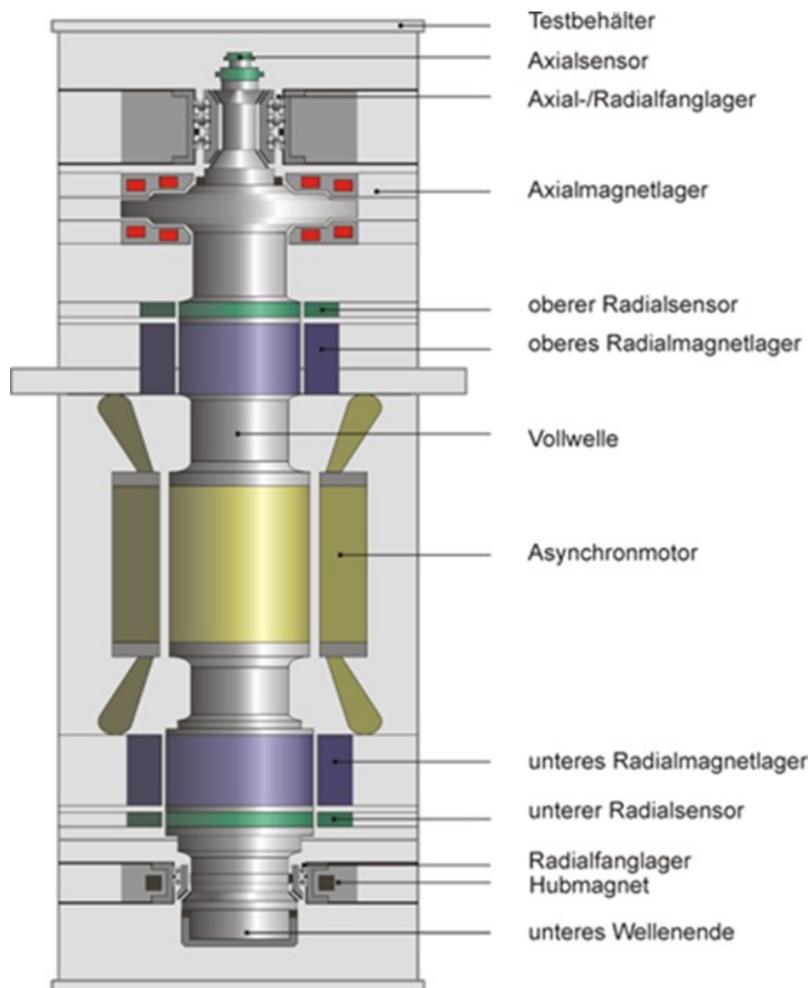


Abbildung 12: Aufbauschema Magnet- und Fanglagerprüfstand FLP 500

Wesentliche Eigenschaften und Parameter des Versuchsstandes sind:

- vollständig aktiv magnetgelagerte Welle
- redundante Magnetlager
- Rotormasse: 1,3 t
- Maximaldrehzahl: 7200 U/min
- Antriebsleistung: 241 kW bei 3600 U/min
- Testbehälter: Länge 2,95 m, Durchmesser 1 m, Masse 7 t
- Masse Betonfundament: 45 t
- Tragkräfte: Axialmagnetlager 120 kN, Radialmagnetlager oben 6 kN; unten 10 kN
- max. Lagerstrom: 50 A

4.1.2.3 Versuchsanlage SFDT „Schmiermittelfreie Dampfturbine“

Die Versuchsanlage SFDT - Abbildung 13 - dient zur Untersuchung von thermischen und mechanischen Einflüssen auf Magnet- und Fanglager. Das Versuchsfeld befindet

sich in einer separaten Halle auf dem Gelände der Hochschule Zittau/Görlitz. Die Anlage besteht im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- horizontaler Rotor mit einer Masse von ca. 2,5 t
- thermische Belastungseinrichtung mit 40 kW Heizleistung
- elektro-magneto-mechanische Belastungseinrichtung mit einer maximalen radialen Kraftaufprägung von 35 kN
- Schutzbunker zum Schutz des Bedienpersonals
- Luft und Wasserkühlsystem für die Magnetlager

Mit dem Versuchsaufbau können die Betriebsbedingungen einer magnetgelagerten Industriedampfturbine nachgestellt werden. Dabei werden verschiedene Betriebsmodi der Turbine simuliert und die damit verbundenen thermischen und mechanischen Lasten auf die Lager aufgebracht.

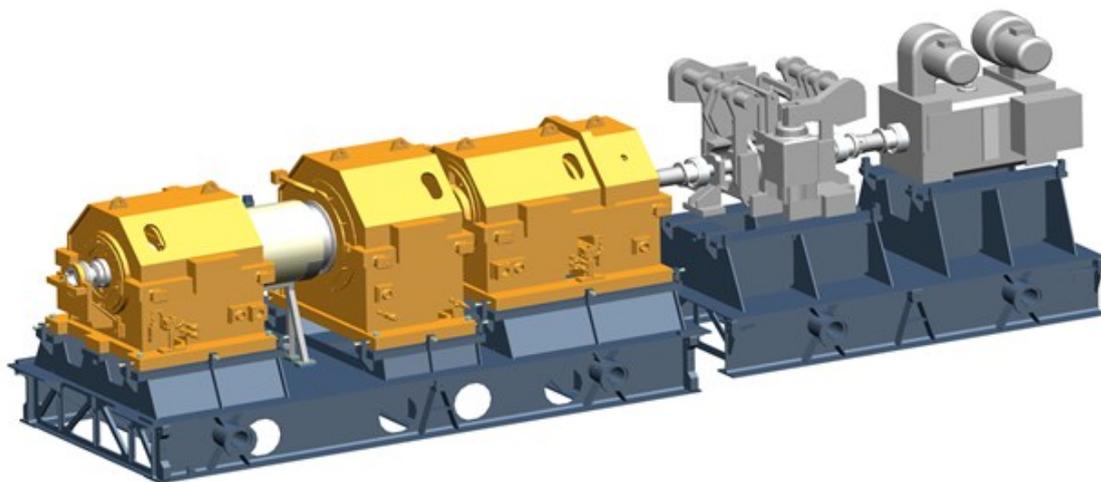


Abbildung 13: Versuchsanlage SFDT

4.1.2.4 Kleinversuchsstand ZMB120 (Zittau Magnetic Bearings)

Der Kleinversuchsstand ZMB120 ist eine Eigenentwicklung des Fachgebietes Mechanische Systeme des IPM. Bei diesem Versuchsstand wurde die Anzahl der Lagerstellen von üblicherweise drei – zwei Radialmagnetlager und ein Axialmagnetlager – durch die Kombination von Radial- und Axialmagnetlager in einer Baueinheit auf zwei reduziert.

Wesentliche Eigenschaften und Vorteile der Versuchsanordnung sind:

- kombiniertes Radial- und Axialmagnetlager:
 - Einsparung einer Lagerstelle
 - Reduzierung des Platzbedarfes durch Verkürzung des Rotors
 - Verbesserung der Rotordynamik durch Erhöhung der Rotoreigenfrequenzen

- geringe Lagerverluste durch Verwendung von Homopolarlagern
- einfach zu fertigende Magnetlagerrotorteile (massive Drehteile, keine Blechung)
- variable Positionierung der Lager durch lösbare Befestigung der Rotorteile

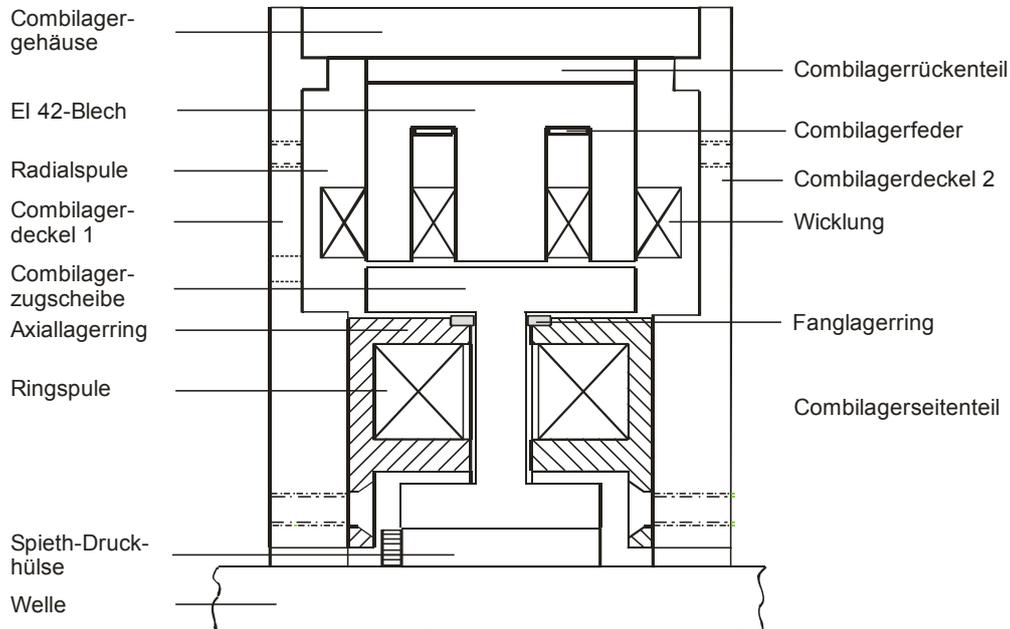


Abbildung 14: Schnittdarstellung des kombinierten Axial- und Radialmagnetlagers

Der Versuchsstand wurde zum Nachweis der Funktion des Lagerkonzeptes und zur Validierung und Verifikation von Simulationsmodellen eingesetzt.

4.1.3 Publikationen

4.1.3.1 Proceedings

L. Li, .W. Kästner, F. Worlitz: Adaptive Kalman filter for active magnetic bearings using softcomputing, ISMB 14, August 11th – 14th, 2014, Linz, Österreich

J. van Rensburg; C. Vanek, F. Worlitz: Backup Bearing Modelling for Turbo Machines with High Axial and Radial Loads, ISMB 14, August 11th – 14th, 2014, Linz, Österreich

S. Düsterhaupt, H. Neumann, C. Panescu, T. Rottenbach, F. Worlitz: Test Field for Magnetic Bearing Application under Extreme Conditions, ISMB 14, August 11th – 14th, 2014, Linz, Österreich

4.1.3.2 Vorträge und Präsentationen

L. Li, W. Kästner, F. Worlitz: Adaptive Kalman filter for active magnetic bearings using softcomputing, ISMB 14, August 11th – 14th, 2014, Linz, Österreich

J. van Rensburg, C. Vanek, F. Worlitz: Backup Bearing Modelling for Turbo Machines with High Axial and Radial Loads, ISMB 14, August 11th – 14th, 2014, Linz, Österreich

S. Düsterhaupt, H. Neumann, C. Panescu, T. Rottenbach, F. Worlitz: Test Field for Magnetic Bearing Application under Extreme Conditions, ISMB 14, August 11th – 14th, 2014, Linz, Österreich

L. Li: Adaptive Kalmanfilterung für aktive Magnetlager mit Nutzung von Soft Computing, 43. Institutskolloquium, Hochschule Zittau/Görlitz, IPM, 15.10.2014

Forschungsvorhaben „Zittauer Kraftwerkslabor“ Teilprojekt Magnet- und Fanglagerprüfstand (MFLP), Poster 46. Kraftwerktechnisches Kolloquium 2014, Dresden, 14. - 15.10.2014

4.1.4 Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten

Thema 1: *Entwicklung eines induktiven Messverfahrens zur Lagemes-
sung an aktiven Magnetlagern - Diplomarbeit*

BearbeiterIn: Erik Hasse

BetreuerIn: Dipl.-Ing. (FH) Stephan Düsterhaupt

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 2: *Praktische Untersuchungen zur Schaltentlastung von Lei-
stungshalbleitern - Diplomarbeit*

BearbeiterIn: Robert Pohlan

BetreuerIn: Dipl.-Ing. (FH) Stephan Düsterhaupt

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 3: *Erstellung und Umsetzung eines Konzeptes von Messwerter-
fassungsaufgaben in eine objektorientierte Programmier-
sprache - Bachelorarbeit*

BearbeiterIn: Tom Roggenbuck

BetreuerIn: Dipl.-Ing. (FH) Christoph Hadank

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 4: *Entwicklung einer mechanischen Vorrichtung zur Handha-
bung von Leiterplatten während der Bestückung und Prüfung
- Praktikumsarbeit*

BearbeiterIn: Danqing Shen

BetreuerIn: M. Eng. Christian Panescu

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 5: *Entwicklung und Test einer Fuzzylogik zur Modellierung einer linearen Magnetkraft in axialer Richtung - Bachelorarbeit*

BearbeiterIn: Yang Xu

BetreuerIn: M. Eng. Li Li

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

4.1.5 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

M.Eng. Fiebig, Jan-Rainer: Design Algorithm of magnetic bearings used for industrial steam turbines, North West University South Africa, Campus Potchefstroom, SIEMENS Turbinenbau Görlitz

4.2 Kerntechnik/Soft Computing

4.2.1 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

4.2.1.1 Partikelentstehung und -transport im Kern - Thermo- und fluiddynamische Mechanismen – Phase 1

ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. S. Alt, Dr.-Ing. A. Seeliger, Dr.-Ing. S. Renger, M. Pfeiffer, S. Härtelt
Finanzierung:	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)  Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
	Projektträger: Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit GRS mbH
Kooperationspartner:	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)
Laufzeit:	01.04.2012-31.03.2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Das Projektziel bestand in der systematischen Aufklärung komplexer physikochemischer Prozesse, die zur Bildung von Zink-Korrosionsprodukten an heißen Oberflächen im DWR sowie deren Freisetzung im borierten Kühlmittel führen.

Einzelzielsetzungen waren hier:

1. Charakterisierung des Bildungs- und Kristallisationsmechanismus von Zink-Korrosionsprodukten in Borsäurelösungen
2. Quantifizierung der Korrosionsproduktmenge und deren Auswirkungen auf thermohydraulische Prozesse im Labormaßstab
3. Übertragung der Ergebnisse vom Labor- in den halbtechnischen Maßstab an integralen Versuchsanlagen der HSZG - Abbildung 15

Experimentell wurden Korrosionsprozesse an verzinkten Einbauten sowie der Einfluss entstehender Zink-Korrosionsprodukte auf Druckverluste, Temperaturverteilungen, Phasenübergänge und Wärmetransportprozesse untersucht. Hierbei wurden zwei unterschiedliche Bildungswege von Zinkboraten identifiziert: Neben schichtbildenden Ablagerungen auf heißen Oberflächen können auch mobile Zinkborate durch Kristallisation direkt im Kühlmittel entstehen. Unter den in der Spätphase eines Kühlmittelverluststörfalls gegebenen Randbedingungen kann somit die Entstehung von Zinkboraten mit variierenden physikalischen Eigenschaften nicht ausgeschlossen werden.

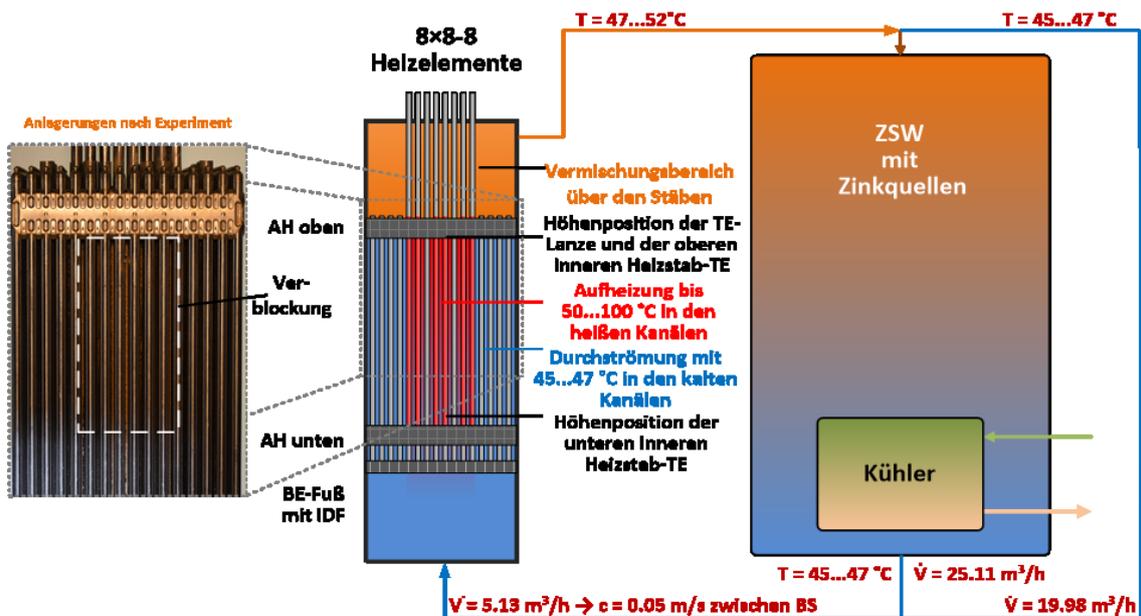


Abbildung 15: Schema der Versuchsanlage ZSW mit teilbeheiztem BE

4.2.1.2 Partikelentstehung und -transport im Kern – Thermo- und fluiddynamische Mechanismen – Phase 2

ProjektleiterIn: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. S. Alt, S. Härtelt, Dipl. Ing. (FH) S. Kittan, M. Pfeiffer, Dr.-Ing. S. Renger, Dr.-Ing. A. Seeliger, Dr. rer. nat. habil. M. Wagenknecht

Finanzierung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



Projektträger: Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit GRS mbH

Kooperationspartner: Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)

Laufzeit: 01.04.2014-31.12.2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Aufbauend auf in Phase 1 gewonnenen Erkenntnissen wurden Präventivmaßnahmen gegen die Bildung fester Zink-Korrosionsprodukte bei einem Kühlmittelverlustfall in DWR definiert und untersucht. Die Validierung dieser Maßnahmen erfolgte zunächst durch Experimente im Labormaßstab an der Versuchsanlage „Korr-VA“ des HZDR. Die Übertragbarkeit der Laborergebnisse wurde im Anschluss durch Experimente im halbtechnischen Maßstab an Versuchsanlagen der HSZG untersucht - Abbildung 16.

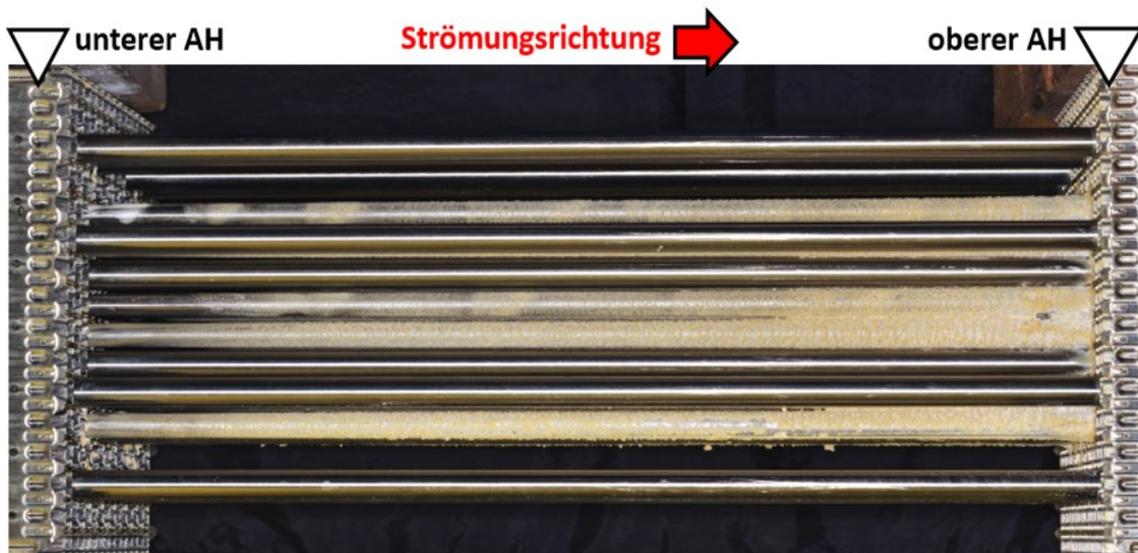


Abbildung 16: Schichtbildende Ablagerungen auf den Heizstaboberflächen eines BE-Dummy bei Alkalisierung des Kühlmittels mit 15 ppm Lithiumhydroxid

Die Freisetzungsrates von Zink konnte letztlich durch Erhöhung des pH-Wertes des Kühlmittels (Alkalisierung durch höhere Dosierung von Lithiumhydroxid) herabgesetzt, jedoch nicht vollständig vermieden werden. Dies unterstreicht die Notwendigkeit vertiefender Untersuchungen in einem zukünftigen Projekt der nuklearen Sicherheitsforschung.

4.2.1.3 Dichtegetriebene vertikale Austauschbewegungen von Gasen in Stab-bündelgeometrien und Untersuchungen zum radialen Strahlungsverhalten in ausgewählten beheizten Stabbündel-Konfigurationen

Innerhalb Verbundprojekt SINABEL: Sicherheit der Nasslager für abgebrannte Brennelemente: Experimentelle Analyse, Modellbildung und Validierung für System- und CFD-Codes

ProjektleiterIn: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. S. Alt, M. Eng. H. Chahi
Drittmittelgeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)



Kooperationspartner: Technische Universität Dresden (TUD)
 Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)

Laufzeit: 10/2013-09/2017

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Auf experimenteller Seite wird die Projektarbeit der HSZG in zwei Phasen unterteilt:

- Einzeleffektexperimente mit Modellfluiden zur Analyse des Verhaltens gerichteter, isothermer Durchströmungen im DWR-Brennelement (BE)-Dummy und
- Einzeleffektexperimente mit Modellfluiden zur Analyse der Wechselwirkungen (Überström- und Austauschprozesse) zwischen dem oberen BE-Dummy-Bereich im Lagerbecken und dem darüber liegenden Raum sowie dessen Atmosphäre/Lüftung.

Nach der Erstellung eines Versuchskonzept für den Versuchsstand DVABG („Dichtegetriebene Vertikale Austausch-Bewegungen von Gasen“) mit DWR-BE-Dummy wurden die thermohydraulischen Auslegungsparameter für die einzusetzenden Modellgase bestimmt. Mit den Modellfluiden wurden erfolgreich gerichtete isotherme Durchströmungsversuche mit dem BE-Dummy vom Typ Focus 16×16-20 mit drei Abstandshaltern für turbulente und nicht turbulente Strömungsregime durchgeführt und modellierungsrelevante Parameter bestimmt. Für kleine Reynoldszahlen wurde mittels eines invasiven Messverfahrens (Staurohr) die lokale Strömungsgeschwindigkeit im Zentrum eines nicht von Steuerstabführungsrohren beeinflussten Kühlkanals zwischen den Brennstäben gemessen und spezifiziert.

Im Rahmen der Erweiterung der Instrumentierung des DVABG werden mit dem HZDR auch die Entwicklung und der Einsatz neuer Messverfahren angestrebt.

4.2.1.4 Durchführung von Zinkfreisetzungsexperimenten am Versuchsstand „Zittauer Strömungswanne“ (ZSW)

ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. S. Alt, Dr.-Ing. S. Renger
Drittmittelgeber:	VGB PowerTech e.V.
Laufzeit:	04/2014 – 12/2014

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Im Rahmen des Industrieprojektes wurde das zeitliche Freisetzungverhalten von Zink infolge des Einflusses borsäurehaltiger Lösungen auf zinkbeschichtete Einbauten untersucht.

4.2.1.5 Zustandsdiagnose an Transformatoren

ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Inf. J. Hänel, Dipl.-Ing. (FH) D. Kratzsch
Drittmittelgeber:	Vattenfall Europe Generation AG
Laufzeit:	01/2014 – 12/2014

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Im Rahmen des Projektes wurden Algorithmen für die Zustandsdiagnose an Maschinentransformatoren entwickelt.

4.2.2 Versuchsanlagen

4.2.2.1 Ringleitung II

Der modular aufgebaute Versuchsstand mit zu- und abschaltbaren vertikalen und horizontalen Versuchsstrecken aus Plexiglas dient der Untersuchung von Einzeleffekten und des Integralverhaltens von Mehrphasenströmungen. Besonderheiten dieser Versuchsanlage sind:

- Optische Kontrolle und Anwendung der Digitalen Bildverarbeitung an den Plexiglas-Komponenten
- Analyse des Anlagerungs- und Penetrationsverhaltens von Feststoffpartikeln an Rückhaltevorrichtungen bei verschiedenen Volumenströmen
- Integraleexperimente zur Analyse des Sedimentations- und Resuspensionsverhaltens von Feststoffpartikeln bei verschiedenen Volumenströmen
- Analyse des Anlagerungsverhaltens freigesetzter Feststoffpartikel an komplexen Geometrien, z. B. Brennelemente-Dummys
- Erweiterbarkeit um zusätzliche Module wie z. B. Heizstabkonfigurationen

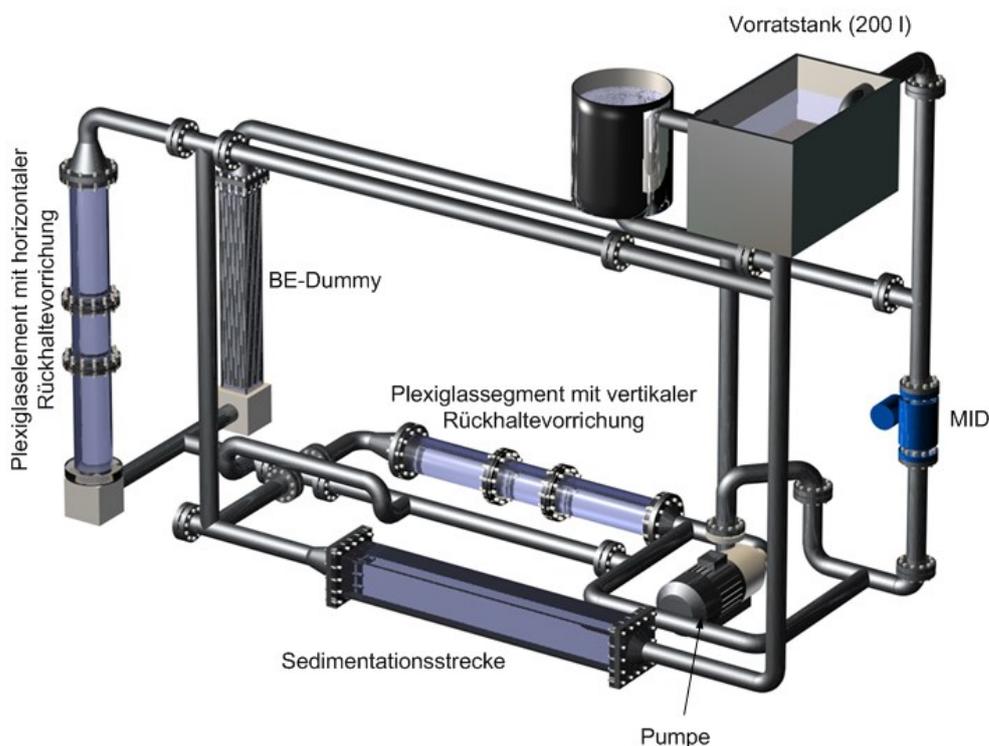


Abbildung 17: Schematische Darstellung der „Ringleitung II“

4.2.2.2 Zittauer Strömungswanne

Der Versuchsstand dient der Untersuchung des Integralverhaltens einer Kühlmittelströmung mit Feststoffpartikeln. Er hat ein Volumen von 18 m³.

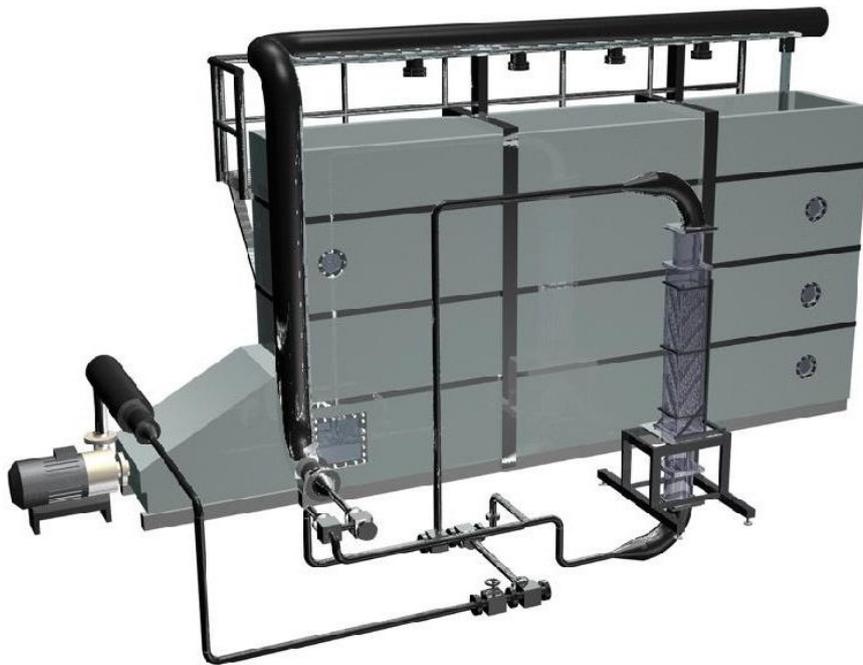


Abbildung 19: Schema des Versuchsstandes „Zittauer Strömungswanne“ mit Brennelemente-Dummy

Der BE-Dummy ist mit einem Gehäuse aus Plexiglas umhüllt und kann an die Zittauer Strömungswanne angeschlossen werden. Experimente ermöglichen das Messen und Aufzeichnen der Differenzdrücke über den BE-Fuß, die Abstandshalter, den BE-Kopf sowie den gesamten BE-Dummy.

4.2.2.4 Brennelemente-Cluster

Der BE-Cluster besteht aus vier verkürzten BE-Dummys mit folgendem Aufbau:

- 16x16 Brennstabdummys, 20 Kontrollstäbe, zwei Abstandshalter
- BE-Kopf, BE-Fuß mit 3x3 mm integriertem Debris-Filter (IDF)
- separate Ein- und Ausströmbereiche bzw. Massenströme für jeden Dummy
- 8 magnetisch induktive Durchflussmesser zur Messung der Massenströme an jeder einzelnen Ein- bzw. Ausströmung

Die BE-Dummys sind mit einem Gehäuse aus Plexiglas umhüllt und können an die Zittauer Strömungswanne angeschlossen werden. Mögliche Konfigurationen für die Untersuchung der Quervermischung sind 2x2 oder 1x4. Die Messtechnik ist identisch zum Einzel-BE-Dummy.

4.2.3 Messtechnik

4.2.3.1 Particle Analyzer

Auf Grundlage des Laserdiffraktionsverfahrens werden mit dem Messsystem Partikelgrößen und Größenverteilungen bestimmt. Die Berechnung erfolgt aus dem Beu-

gungsmuster der gemessenen Intensität eines durch eine dispergierte Partikelprobe, die das Messvolumen durchströmt, gestreuten Lichts eines Laserstrahls.

- Analyse von Pulvern und Suspensionen
- Partikelgrößenbestimmung mittels Laserdiffraction
- erfassbares Größenspektrum: $0,05\mu\text{m}$ - $900\mu\text{m}$



Abbildung 20: Particle Analyzer

4.2.3.2 Infrarotkamera

- Bildwiederholfrequenz: 60 Hz
- Temperatursensitivität: 50 mK
- Auflösung : 320 x 240
- 2 Temperaturbereiche: -20 bis $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ und 0 bis $350\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Spektralbereich: $7,5$ - $13\ \mu\text{m}$; Nahbereich: $100\ \mu\text{m}$ / Pixel



Abbildung 21: Infrarotkamera

4.2.3.3 Highspeedkamera

Aufnahme von schnellen dynamischen Prozessen und bewegten Objekten (z. B. Luftblasen, Freistrahler, Partikeltransport in Strömungen)

- 5.000 fps bei maximaler Auflösung, bis zu 195.000 fps bei reduzierter Auflösung
- mobiler Einsatz (interne Batterie)

4.2.3.4 Digitales Mikroskop

- 2,1 Megapixel CCD Sensor
- Teleobjektiv für die hochauflösende Aufnahme mit einer Vergrößerung von 20x bis 200x
- Tiefenschärfezusammenstellung
- Echtzeit-Bildoptimierung



Abbildung 22: Mikroskopie-Arbeitsplatz

4.2.4 Publikationen

4.2.4.1 Veröffentlichungen in Fachzeitschriften

W. Hoffmann, H. Kryk, A. Seeliger, W. Kästner, S. Alt, S. Renger: Zinc corrosion after loss-of-coolant accidents in pressurized water reactors - Physicochemical effects. In *Nuclear Engineering and Design* (2014), <http://dx.doi.org/10.1016/j.nucengdes.2014.09.010>

S. Kittan, W. Kästner: Agentenbasierte Simulation von dynamischen Anlagerungsprozessen. In: *Chemie Ingenieur Technik*, WILEY-VCH Verlag, Vol. 86, Issue 1-2, pages 169-176, February, 2014

4.2.4.2 Proceedings

A. Seeliger, S. Alt, W. Kästner, S. Renger: Formation of zinc corrosion products at waterchemical PWR post-LOCA conditions - thermo- and fluid-dynamic effects. Proceedings of the Annual Meeting on Nuclear Technology, 06.-08. Mai, 2014, Frankfurt a. M., Deutschland

S. Renger, W. Kästner, S. Alt, A. Seeliger, H. Kryk, W. Hoffmann: Partikelentstehung und -transport im Kern von Druckwasserreaktoren - Thermo- und fluiddynamische Mechanismen, Abstract zum Kraftwerkstechnischen Kolloquium, Dresden, Oktober 2014

4.2.4.3 Vorträge und Präsentationen

W. Hoffmann, H. Kryk, A. Seeliger, W. Kästner, S. Alt, S. Renger: Particle formation and transport in the core of PWR - physicochemical effects and possible thermo-hydraulic consequences. Institutsseminar des HZDR, Institut für Fluiddynamik, Dresden-Rossendorf, 10. April 2014

A. Seeliger: Formation of zinc corrosion products at waterchemical PWR post-LOCA conditions - thermo- and fluid-dynamic effects. Proceedings of the Annual Meeting on Nuclear Technology, 06.-08. Mai, 2014, Frankfurt a. M., Deutschland

S. Alt, W. Kästner, S. Renger, A. Seeliger, H. Kryk, W. Hoffmann: Forschung heute: Verhalten von Zink-Korrosionsprodukten im Reaktorkern nach Kühlmittelverluststörfällen in DWR. Kolloquium: „35 Jahre kritisches Experiment am ZLFR“, 23. Mai 2014, Zittau

H. Chahi: Vorstellung des Projekts SINABEL. 42. Institutskolloquium, Zittau, 2.7.2014

W. Pointner, H. Austregesilo, W. Kästner, H. Kryk: Potential Impairment of Core Coolability during LOCA due to Precipitation of Zinc-Borate. OECD/NEA, Paris 23rd to 26th September 2014

S. Alt: Entwicklungen zu einer risikobasierten Instandhaltungsstrategie in der Kraftwerkstechnik. Fakultätskolloquium Fakultät Maschinenwesen, 22.10.2014, Zittau

J. Hänel, H. Chahi, A. Seeliger, W. Kästner: Diagnosealgorithmen für Maschinentransformatoren. Erfa Transformatoren 2014, Pumpspeicherwerk Niederwartha (Vattenfall Europe Generation GmbH), 04.-05.11.2014

W. Kästner: A Survey of Research Activities in the Field of Competence „Energy and Environment“. NRC-GRS-HZDR-IPM-Meeting, Zittau, 17.12. 2014

W. Kästner, H. Kryk: Ergebnisse der Forschungsvorhaben „Partikelentstehung und -transport im Kern von Druckwasserreaktoren. Sitzung des Projektkomitees „Transienten und Unfallabläufe“, 25. September 2014, Köln

H. Chahi: System analysis of Experiments for specific measurements and modeling of boundary conditions at the balance limits. Doktorandenseminar des Kompetenzzentrums Ost für Kerntechnik, Zittau, 11.12.2014

A. Seeliger: Sump strainer clogging - Investigations regarding loss of coolant accident with release of insulation material (Survey of activities at the IPM, Dept. Nuclear Engineering / Soft Computing). NRC-GRS-HZDR-IPM-Meeting, Zittau, 17.12. 2014

A. Seeliger: Downstream effects - Formation of Zinc Corrosion Products at Water-Chemical PWR Post-LOCA Conditions - Thermo- and Fluid-Dynamic Effects. NRC-GRS-HZDR-IPM-Meeting, Zittau, 17.12. 2014

S. Renger: Forthcoming investigations - Local Effects in PWR Core in Consequence of Zinc Borate Depositions. NRC-GRS-HZDR-IPM-Meeting, Zittau, 17.12. 2014

W. Kästner, A. Seeliger, S. Renger, S. Alt, H. Kryk, W. Hoffmann: Partikelentstehung und -transport im Kern von Druckwasserreaktoren. Posterbeitrag zum 46. Kraftwerkstechnischen Kolloquium, Dresden, 14.-15.10.2014

4.2.4.4 Fachbücher, Monographien

S. Renger: Anwendung der Digitalen Bildverarbeitung zur Bestimmung von Parametern für die Validierung von CFD-Simulationen partikelbeladener Strömungen. Dresden, Techn. Univ., Fak. Maschinenwesen, Diss., 2014

4.2.5 Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten

Thema 1: *Thermische und strömungstechnische Auslegung, Konstruktion eines flüssig/flüssig Wärmetauschers für einen Kühlkreislauf am Versuchsstand „Zittauer Strömungswanne“ sowie Untersuchungen zum dynamischen Verhalten - Diplomarbeit*

BearbeiterIn: Stefan Kanther

BetreuerIn: Dipl.-Ing. Sören Alt

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 2: *Entwicklung und vergleichende Analyse von Regelungskonzepten für eine nichtlineare Regelstrecke - Masterarbeit*

BearbeiterIn: Laith Abu Salah

BetreuerIn: Dr.-Ing. André Seeliger

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 3: *Weiterentwicklung von Modulen zur Diagnose von Fehlerzuständen an Transformatoren - Diplomarbeit*

BearbeiterIn: Robin Neumann

BetreuerIn: Dr.-Ing. André Seeliger

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 4: *Modellierung datenbasierter Prozesszusammenhänge mittels TSK und RBFN - Bachelorarbeit*

BearbeiterIn: Tingting Xing

BetreuerIn: Dipl.-Ing. (FH) Stefan Kittan

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

4.2.6 **Betreuung von Promovenden**

Prof. Dr.-Ing. W. Kästner:

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

4.3 Messtechnik/ Prozessautomatisierung

4.3.1 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

4.3.1.1 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

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) S. Braun, Dipl.-Ing. (FH) G. Donath, Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) M. Hölker, Dipl.-Ing. (FH) T. Klette, Dipl.-Ing. (FH) C. Schneider, F. Zacharias

Finanzierung: Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA), Europäischer Fond für regionale Entwicklung (EFRE)



Europäische Union

Europa fördert Sachsen.

EFRE

Europäischer Fonds
regionale Entwicklung



Kooperationspartner: Stadtwerke Zittau

Laufzeit: 05.09.2011-31.03.2015

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Das Vorhaben ist Bestandteil des Zittauer Kraftwerkslabors. Es ordnet sich in die Profillinie „Energie und Umwelt“ der Hochschule Zittau/Görlitz ein.

Im Rahmen der Bearbeitung des Vorhabens erfolgte 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. Unter Betrachtung einer Kraftwerksanlage der Leistungsklasse 1 GW_{el} erfolgte die Analyse möglicher Einbindpunkte zur Integration eines thermischen Energiespeichers in eine Kraftwerksanlage. Die Relevanz der Einbindpunkte wurde im Hinblick auf die vorliegenden Parameter und der damit verbundenen Effizienz festgelegt. Die Auswahl des Speichermediums erfolgte unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Parameter sowie Speicherdichte, Speicherleistung, Umweltverträglichkeit, Verfügbarkeit und Aufwand zur Integration in existierende thermische Energieanlagen. Im Ergebnis dieser Bewertung erwies sich Wasser als optimales Speichermedium unter den geforderten Randbedingungen. Zur verfahrenstechnischen Nachbildung eines thermischen Kraftwerksprozesses für die Untersuchung der Einbindung thermischer Energiespeicher in derartige Anlagen erfolgte die Konzeption, Konstruktion und der Aufbau der VA THERESA. Die Hauptkomponenten wurden in Anlehnung an eine industrielle thermische Energieumwandlungsanlage nachgebildet und ermöglichen die Untersuchung und Entwicklung von Innovationen zur Flexibilisierung derartiger

Anlagen. Der hauptsächliche Bestandteil der Versuchsanlage THERESA ist der Verdrängungsspeicher. Dieser wurde zusammen mit dem Mischvorwärmer als Modell in der Simulationsumgebung DYNSTAR realisiert. Hierzu wurde der Be- und Entladezustand des Verdrängungsspeichers betrachtet. Zur Modellierung eines Verdrängungsspeichers wurden die dazu notwendigen Modelle zur Berechnung des statischen und dynamischen Verhaltens entwickelt und angewendet. Zur Ableitung von Instandhaltungsmaßnahmen erfolgte eine Analyse möglicher Schadensursachen am Speicher. Auf Grundlage dieser Überlegungen wurden im Anschluss die Vorstellung verschiedener Möglichkeiten der Ist-Zustandsaufnahme und deren Bewertung hinsichtlich der Einsatzfähigkeit durchgeführt. Daraus lassen sich sowohl ein Inspektions- als auch ein Wartungsplan, worin Maßnahmen zur Verzögerung des Abbaus der Leistungsfähigkeit und auch der Funktionsfähigkeit des Speichers enthalten sind, ableiten.

Die Anlage ermöglicht die Bereitstellung von Satttdampf mit einem maximalen Druck von 160 bar und 347 °C, sowie von überhitzten Dampf mit 60 bar und 350 °C für individuelle Anwendungen und Untersuchungen. Für experimentelle Untersuchungen ist die Nachbildung spezifischer Prozesszustände einer thermischen Energieumwandlungsanlage wesentlich.

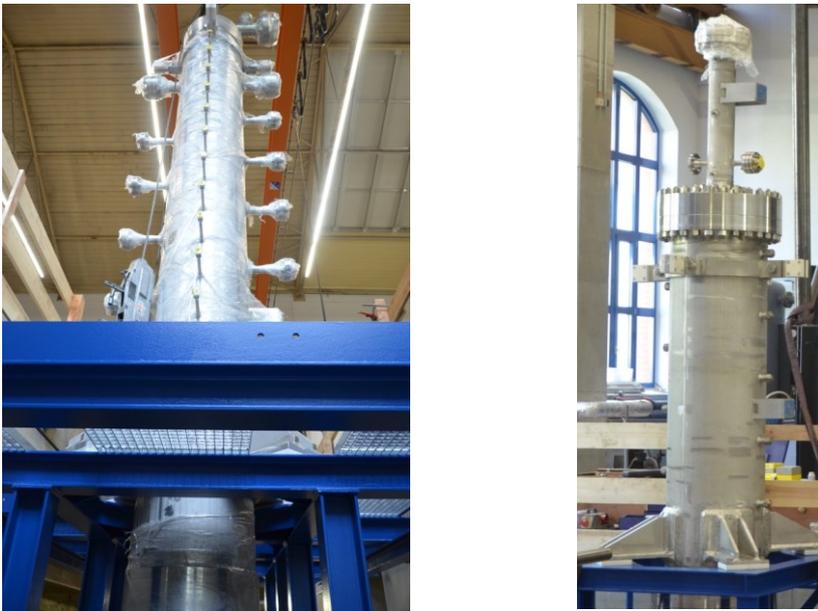


Abbildung 23: Dampferzeuger und Gleichdruckverdrängungsspeicher mit Mischvorwärmer der VA THERESA während der Montage

4.3.1.2 Bewertung des Human Factor bei der Quantifizierung der Zuverlässigkeit technischer Systeme unter Berücksichtigung kognitiv-kausaler Aspekte – Mathematische Modellierung menschlicher Zuverlässigkeit

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch

Mitarbeiter: Dipl.-Inf. J. Hänel, Dr. M. Wagenknecht

Finanzierung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



Laufzeit: 01.07.2012-30.08.2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Im Vorhaben „Human Factor“ werden generelle Methoden zur Bewertung der Fehlerwahrscheinlichkeit menschlicher Handlungen im Rahmen von PSA mittels heuristischer Regeln und Arithmetik auf der Grundlage der Theorie unscharfer Mengen (Fuzzy Sets Theory) entwickelt. Dazu werden unscharfe Regelwerke aufgestellt, die die Verbindung zwischen Leistungsfaktoren (Performance Shaping Factors - PSF) und der menschlichen Zuverlässigkeit modellieren. Dabei kann u. a. bewertet werden, welche PSF-Niveaus (z. B. effektiv, ausreichend, unzureichend) welchen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Operators haben (z. B. positiv, kein, negativ). Ausgangspunkt für die Bewertung der Zuverlässigkeit bei Durchführung einer aktuellen Aufgabe ist ihre Dekomposition in Elementaraufgaben, die im Rahmen der aktuellen Betrachtungsweise nicht weiter zerlegbar sind. Für die Elementaraufgaben werden sogenannte Leistungsprofile erstellt, die angeben, welche kognitiven Beanspruchungen (Aufgaben) vorliegen, aus denen mittels der obigen Regelwerke Aussagen über die relevanten PSF und die zu erwartende Zuverlässigkeit gewonnen werden. Das kann z. B. durch Einordnung in Kontrollmodi (strategisch, taktisch, situativ, verwirrt) geschehen, aus denen ersichtlich wird, zu welchen kognitiven Aktionen der Operator unter den gegebenen Umständen fähig ist. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Berechnung von Fehlerwahrscheinlichkeiten auf Grundlage relevanter kognitiver Funktionen.

Das Vorhaben wird in zwei eng miteinander verbundenen Themenkomplexen am IPM, Hochschule Zittau/Görlitz und am AOUC, Universität Kassel bearbeitet.

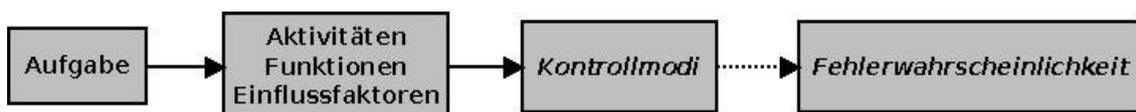


Abbildung 24: Modellstruktur der Methodik

4.3.1.3 Analyse des Potentials von Konzepten zur Online-Zuverlässigkeitsbewertung

Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Mitarbeiter:	Dipl.-Inf. J. Hänel, Dipl.-Ing. C. Schneider, Dr. M. Wagenknecht
Finanzierung:	Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK)
Laufzeit:	01.07.2014-31.12.2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

In diesem Projekt werden Konzepte zur Online-Zuverlässigkeitsbewertung analysiert. Im Rahmen einer Projektförderung des Freistaates Sachsen und der Europäischen Union wird das Zittauer Kraftwerkslabor mit einer Thermischen Energiespeicheranlage (THERESA) errichtet. Mit Hilfe eines am IPM entwickelte Softwaretools können Sensoren zur Messwerterfassung und Anlagenkomponenten bezüglich ihres Zustandes bewertet werden. In dem Projekt wird die Anwendbarkeit der Methodik bzw. die Anpassung des Tools für die Versuchsanlage untersucht. Außerdem wird das Softwaretool für eine Anbindung an eine MySQL-Datenbank erweitert.

4.3.1.4 Fallanalyse zum Einsatz von thermischen Energiespeichern im Kraftwerksprozess – Integration thermischer Energiespeicher in konventionelle Bestandskraftwerke

Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) S. Braun, Dipl.-Ing. (FH) C. Schneider
Finanzierung:	Vattenfall Europe Generation AG & Co. KG



Kooperationspartner:	Sächsische Aufbaubank (SAB)
Laufzeit:	01.07.2013-31.11.2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Durch den zunehmenden Anteil von volatil bereitgestellten Strom aus regenerativen Anlagen und den damit verbundenen Angebotsschwankungen im Energieverbundnetz ergibt sich die Notwendigkeit die Betriebsflexibilität und Lastdynamik von thermischen Kraftwerken zu erhöhen.

Neben der Erweiterung der Regelbereiche von Grundlastkraftwerken bieten die Entwicklung und Integration von Speichertechnologien in den Kraftwerksprozess ein hohes Potential, um die temporären Differenzen zwischen angebotenen und nachgefragten Strommengen auszugleichen. Regelenergie zählt bereits heute zu den wichtigsten Produkten des Strommarktes. Es ist zu erwarten, dass sich durch die Fähigkeit, größere Bereiche zwischen Minimal- und Maximallast abdecken zu kön-

nen, neue Marktchancen für die Bestandskraftwerke ergeben.

Ein Schwerpunkt bei der Erweiterung der Lastregelbereiche der Kraftwerke ist die Reduzierung der technischen Mindestlast unter der Prämisse, dass die Anlagen unter Beachtung der standortspezifischen Gegebenheiten am Netz bleiben. Alternativ dazu werden Möglichkeiten betrachtet, die kurze Aufrufzeiten aus einem Stillstand ermöglichen.

Zweiter Schwerpunkt ist die Untersuchung der Regelfähigkeit der Kraftwerksanlagen, mit dem Ziel der Erhöhung der Lastwechselgeschwindigkeiten (Lastgradienten). Hierbei sind vorwiegend Fragestellungen zur Blockdynamik unter Berücksichtigung zulässiger Gradienten an exponierten Komponenten zu klären.

Die durchgeführten Analysen basieren auf einem detaillierten Modell eines 1 GW_{e1} Bestandskraftwerkes, welches hinsichtlich der Einbindung von zwei unterschiedlichen Speicherkonzepten erweitert wurde.

Die Integration eines thermischen Energiespeichers TES in einen Kraftwerksprozess eines Bestandskraftwerkes stellt einen wesentlichen Eingriff in den thermodynamischen Kreisprozess da. Voraussetzung für die Integration ist es, die gespeicherte Energie mit möglichst geringen Verlusten beim Entladevorgang wieder rückzugewinnen bzw. die zum Beladevorgang erforderliche Exergie beim Entladen im Prozess einzusparen. Demzufolge ist es zielführend einen direkten thermischen Energiespeicher bei einem exergetischen Niveau zu integrieren, das eine effiziente Rückholbarkeit ermöglicht.

Die Modellierung der untersuchten Speicherkonzepte erfolgte für die Lastpunkte 100, 80, 60, 50 und 40 %. Die Beladung der implementierten Energiespeicher ermöglicht eine signifikante Lastreduktion des Generators. Das Entladen bei Nennlast ermöglicht eine deutliche Erhöhung der Generatorleistung und bei niedrigerer Last eine flexible Leistungserhöhung der Turbine.

4.3.1.5 Angepasste Modellierung des Anlagenverhaltens OKG-2 zur Analyse des Verhaltens des Reaktorschutzsystems

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch

Mitarbeiter: M.Eng. C. Vogel

Finanzierung: E.ON Kernkraft GmbH



Laufzeit: 01.02.2014-28.02.2014

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Das Vorhaben beinhaltet die Umsetzung der erforderlichen Prozess- und Leittechnikmodelle im Simulationsprogramm DynStar. Ziel ist es, das Verhalten des Reaktors im Zusammenspiel mit den Leittechniksystemen zu untersuchen. Dabei wird in verschiedenen Szenarien das Ansprechen von sicherheitsrelevanten Grenzwerten (Reaktordruck, Neutronenfluss) untersucht. Die Anregung und Auslösung werden im Leittechnikmodell (RPS/DPS) verarbeitet.

Die Prozessmodelle wurden einzeln verifiziert und anschließend zu einem Gesamt-

prozessmodell zusammengefasst. Das Gesamtprozessmodell wurde anhand ausgewählter Transienten validiert. Des Weiteren wurden alle notwendigen Funktionsbausteine für die Umsetzung der Leittechnikmodelle im Simulationssystem DYNSTAR umgesetzt.

Im Anschluss erfolgte die Validierung des Gesamtleittechnikmodells und die Kopplung zum Gesamtmodell (Prozess- und Leittechnikmodell). Abschließend erfolgte die Analyse zum Verhalten des Reaktorschutzsystems.

4.3.1.6 Nichtinvasive Zustandsüberwachung von Kernreaktoren zu Detektion von Füllstandsänderungen und der Deformation des Kerns

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) D. Fiß, S. Härtelt, M.Eng. S. Schmidt
Finanzierung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



Kooperationspartner: TU Dresden
Laufzeit: 01.07.2012-30.06.2015

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Als Ergebnis des Forschungsaufenthalts von Herrn Schmidt an der North-West University in Potchefstroom/Südafrika steht der Nachweis, dass Radiale Basisfunktionsnetzwerke (RBFN) für das im Vorhaben zu entwickelnde Kernzustandsdiagnosesystem hervorragend einsetzen zu können. Damit konnte eine weitere diversitäre Methode für die Klassifikation von Gammastrahlungsverteilungen bzw. Gammastrahlungsvektoren entwickelt werden.

Die entwickelten Methoden zur Klassifikation von Gammastrahlungsverteilungen für die Kernzustandsdiagnose sowie Algorithmen zur Kompensation von Sensorausfällen wurden in den Simulationswerkzeugen Matlab/Simulink und RStudio umgesetzt und hinsichtlich der Kriterien „Identifikationsgenauigkeit“ und „Robustheit“ analysiert. Da die Entwicklung bzw. Erstellung der Methoden bzw. Algorithmen des Kernzustandsdiagnoseverfahrens auf der Definition einzelner Kernzustände (Kühlmittelfüllstand, Phänomene bei der Kernmaterialverlagerung) sowie der MCNP-Simulation dieser Kernzustände zur Erzeugung von Datenbasen basiert (keine reellen Messdaten aus erfolgten Kernschmelzen verfügbar), wurde ein Validierungskonzept erarbeitet.

Der Versuchsstand NiCoLe zur Nachbildung kernschmelztypischer Gammastrahlungsverteilungen wurde aufgebaut und anschließend in Betrieb genommen. Bei der Inbetriebnahme wurden zunächst alle Hauptkomponenten (Quellenverfahrssystem, veränderliche Materialbarriere, veränderliche Wasserbarriere mit Druckluftsystem, Messsystem, Steuersystem) auf eine korrekte Funktionsweise getestet. Anschließend erfolgte die Funktionsprüfung des gesamten Versuchstandes. Im Zuge

der Errichtung der VA NiCoLe wurden die notwendigen Steuerungs- und Regelungsalgorithmen sowie die grafische Benutzeroberfläche mittels LabView in den Versuchsstand integriert. Aus sicherheitstechnischen Gründen (Verwendung von acht Cäsium (Cs)-137-Quellen (Restaktivitäten jeweils einer Quelle: ca. 21,0 MBq) zur Nachbildung des radioaktiven Kernmaterials eines Kernreaktors) wird der Versuchsstand im Strahlungstechniklabor der Hochschule Zittau/Görlitz betrieben.



Abbildung 25: Der Versuchsstand "NiCoLe"

4.3.2 Versuchsanlagen

4.3.2.1 Versuchsanlage THERESA

Die Thermische Energiespeicheranlage (THERESA) besitzt im Rahmen der Maximalparameter von 160 bar und 350 °C die Möglichkeit, Sattedampf bis zu 0,1 kg/s bzw. Heißwasser bis zu 0,5 kg/s zu erzeugen. Des Weiteren ist die Erzeugung von 0,1 kg/s Heißdampf mit bis zu 60 bar und 350 °C möglich. Inklusive Vorwärmer ist eine thermische Gesamtleistung von 620 kW verfügbar.

Medienberührende Komponenten der VA THERESA sind zur Verringerung der Korrosionsproblematik aus hochlegiertem Edelstahl gefertigt und erlauben somit Untersuchungen unter Einhaltung höchster Reinheit.

Der Druckbehälter/Dampferzeuger dient zum Aufbau des Dampfpolsters zur Druckhaltung und zur Produktion von Sattedampf. Zur möglichen Untersuchung von Einbauten sind die Deckel- und Bodenflansche wiederverschließbar ausgeführt. Zusammen mit dem Bodenflansch ist ein elektrischer Tauchheizkörper mit einer Heizleistung von 200 kW_{el} zur Dampferzeugung eingebracht. Für experimentelle Prozess-

untersuchungen wurde der Druckbehälter mit einem Volumen von 1 m³ konzipiert und mit 12 universellen Messebenen ausgestattet.

Kern des Speichersystems ist ein sensibler Wärmespeicher in Form eines Verdrängungsspeichers mit Mischvorwärmer. Dieser ist für Prozessbedingungen bis max. 60 bar und 350 °C ausgelegt. Der Speicher wird mit überhitztem Dampf, Sattampf, Sattwasser und Heißwasser be- und entladen. Aufgrund der Verfügbarkeit in thermischen Industrieanlagen, der Zyklenstabilität und der Möglichkeit zur direkten Wärmespeicherung wird deionisiertes Wasser verwendet.

Zur optimalen Be- und Entladung wurde die geometrische Gestaltung des Verdrängungsspeichers unter Berücksichtigung theoretischer, strömungstechnischer Analysen entwickelt. Somit besitzt der Verdrängungsspeicher über spezielle Ein- und Ausströmgeometrien, welche unter den vorgesehenen Parametern den Aufbau einer thermischen Trennschicht mit einer möglichst kleinen Mischzone ermöglicht.

Der Mischvorwärmer wurde ebenfalls unter Berücksichtigung strömungstechnischer Analysen entwickelt, um eine bestmögliche Durchmischung von Wasser und Dampf innerhalb eines stark begrenzten Volumens zu ermöglichen. Weiterhin ist der Mischvorwärmer zur Entnahme eines Teilmassestromes für die Bespeisung des Druckbehälters/Dampferzeugers dimensioniert worden, wodurch ein Aufbau realisiert wurde, der eine vorherige Phasentrennung von Wasser und Dampf ermöglicht. Eine weitere Anforderung war es den Mischvorwärmers hinsichtlich der Realisierbarkeit einer Füllstandsregelung zu gestalten.

Als Wärmesenke wird ein Abblasebehälter mit Kühlsystem eingesetzt. Wesentliche Aufgaben sind die Kondensation von Dampf, das Auffangen von heißem Deionat sowie die aktive Kühlung bei Bedarf.

Die Bereitstellung des Deionates wird durch das Speisewassersystem gewährleistet. Auf diese Weise kann das Medium mit konstanter Temperatur über die gesamte Versuchsdauer bereitgestellt werden.

Die Errichtung der VA THERESA auf dem Gelände der Stadtwerke Zittau ist mit folgenden Vorteilen verbunden, welche zu einem effizienteren Versuchsbetrieb führen:

- Die erste Vorwärmung des Speisewassers erfolgt mit Hilfe von Prozessdampf der Stadtwerke Zittau, welcher an die VA THERESA angebunden wurde.
- Das Kühlsystem der VA THERESA ist mit dem Fernwärmenetz der Stadtwerke verbunden. Somit kann die Restwärme aus dem Versuchsbetrieb in das Fernwärmenetz eingespeist und effizient genutzt werden.
- Die direkte Nähe zum regionalen Energieversorger ermöglicht die Bereitstellung der benötigten elektrischen Anschlussleistung für den Versuchsbetrieb.

Die VA THERESA verfügt zudem über eine Schnittstelle zum Magnet-Fanglager-Prüfstand (MFLP). Dadurch ist die Bereitstellung von Dampf mit definierten Parametern für den MFLP aus der VA THERESA möglich.

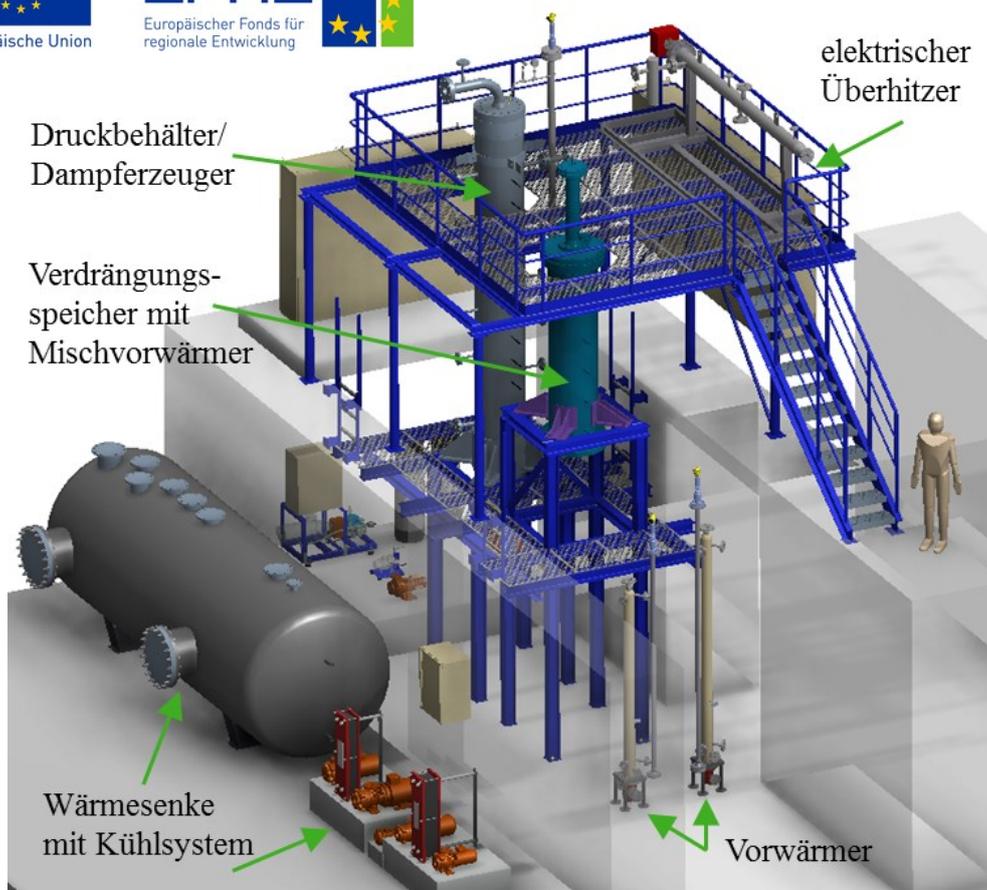


Abbildung 26: Versuchsanlage THERESA

4.3.2.2 Versuchsanlage „Unterkühltes Sieden“

Die Versuchsanlage wurde zur Untersuchung verschiedener Wärmeübergangsphänomene bei unterschiedlichen Siedezuständen und Parametern im Rahmen eines BMBF-Projektes konstruiert und aufgebaut. Besonderheiten der Anlage sind:

- rechteckiger Strömungskanal: Testsektion mit optischen Zugang
- Borsilikatglas für optischen Zugang zur Heizfläche
- Kalziumfluoridfenster als Rückwand mit einer elektrisch leitfähigen und optisch transparenten Beschichtung

Die Versuchsanlage ermöglicht die Erfassung der Wandtemperatur mit Infrarot-Thermographie bei unterschiedlichen Siedezuständen sowie die Bestimmung des lokalen und globalen Wärmestroms auf der Metallfolie.

Die Ergebnisse der Experimente dienen der Entwicklung von Wandsiedemodellen für die Simulation geometrisch unabhängiger Wärmeübergangsphänomene.

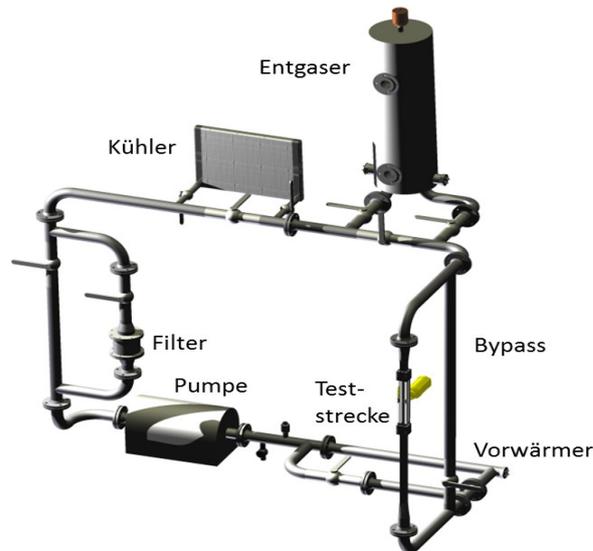


Abbildung 27: Versuchsanlage „Unterkühltes Sieden“

4.3.3 Publikationen

4.3.3.1 Proceedings

C. Schneider, A. Kratzsch: Investigation of thermal energy storage for load flexibility of thermal power plants, 8th International Conference of Young Scientists of the Euroregion's Neisse High Schools, Jelina Gora, Poland, 23.05.2014

M. Wagenknecht, J. Hänel, A. Kratzsch: Fuzzy Human Reliability Evaluation - Towards an Enhanced Safety Analysis, 45. Jahrestagung Kerntechnik, Frankfurt/M., 2014

D. Fiß, M. Wagenknecht, R. Hampel: Consideration of model uncertainties on the example of a flow boiling process. 8th International Conference of Young Scientists of the Euroregion's Neisse, Jelenia Góra, 23. Mai 2014

S. Schmidt, A. Kratzsch, D. Fiß: Analysis of a Concept for the Diagnosis of the Core State during Severe Accidents in Pressurized Water Reactors. 22nd International Conference on Nuclear Engineering, Prag, 07. – 11. Juli 2014

4.3.3.2 Vorträge und Präsentationen

F. Worlitz, A. Kratzsch, T. Zschunke: Forschungsvorhaben „Zittauer Kraftwerkslabor“, Posterbeitrag, 46. Kraftwerkstechnisches Kolloquium, 14.-15.10. 14, Dresden

S. Braun, A. Kratzsch: THERESA - Eine Versuchsanlage zur Flexibilisierung von thermischen Kraftwerken, 5. Treffen COORETEC AG1 „Gas- und Dampfkraftwerke“, 13.05.2014, Berlin

A. Kratzsch: Speichertechnologien im Überblick, 7. Wissenschaftstag Vattenfall, Stromspeicher-Schlüssel zur Energiewende, Cottbus, 29.10.2014

M. Wagenknecht, J. Hänel, A. Kratzsch: Fuzzy Human Reliability Evaluation - Towards an Enhanced Safety Analysis, 45. Jahrestagung Kerntechnik, Frankfurt/M., 2014

A. Kratzsch, C. Vogel, D. Fiß: Angepasste Modellierung des Anlagenverhaltens OKG-2 zur Analyse des Verhaltens des Reaktorschutzsystems (Arbeitsstand), 5. Workshop zur digitalen Leittechnik, Zittau, 13. bis 14.11.2014

A. Kratzsch, C. Vogel: Analysis and Evaluation of Software-Based Control structures in safety-relevant Applications, Poster-Vorstellung der Masterarbeit beim KOMPOST, Zittau, 04.12.2014

D. Fiß, M. Wagenknecht, R. Hampel: Consideration of model uncertainties on the example of a flow boiling process. 8th International Conference of Young Scientists of the Euroregion's Neisse, Jelenia Góra, 23. Mai 2014

S. Schmidt, A. Kratzsch: Analyse von radialen Basisfunktionsnetzwerken für den Einsatz zur Kernzustandsdiagnose während des Forschungsaufenthaltes in Südafrika. 41. Institutskolloquium, Zittau, 04. Juni 2014

S. Schmidt, A. Kratzsch, D. Fiß: Analysis of a Concept for the Diagnosis of the Core State during Severe Accidents in Pressurized Water Reactors. 22nd International Conference on Nuclear Engineering, Prag, 07. – 11. Juli 2014

S. Schmidt, A. Kratzsch, D. Fiß, S. Härtelt: An Experimental Rig For Validation Of A Core State Diagnosis System. Doktorandenseminar des Kompetenzzentrums Ost für Kerntechnik, HS Zittau/Görlitz, 04. Dezember 2014

4.3.3.3 Forschungsberichte

M. Wagenknecht, J. Hänel, A. Kratzsch: Bewertung des Human Factor bei der Quantifizierung der Zuverlässigkeit technischer Systeme unter Berücksichtigung kognitiv-kausaler Aspekte - Mathematische Modellierung menschlicher Zuverlässigkeit. Zittau 2014, Abschlussbericht zum BMWi-Vorhaben 1501432A

J. Hänel, A. Kratzsch: Analyse des Potentials von Konzepten zur Online-Zuverlässigkeitsbewertung. Zittau 2014, Abschlussbericht zum SMWK-Vorhaben

4.3.4 Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten

Thema 1: *Modeling and Simulation of Power Plant Components - Masterarbeit*

BearbeiterIn: Michal Jadrný

BetreuerIn: Dipl.-Ing. (FH) Clemens Schneider

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 2: *Modellierung eines Verdrängungsspeichers für die mögliche Integration in ein bestehendes oder zukünftiges Braunkohlekraftwerk - Diplomarbeit*

BearbeiterIn: Annett Sturm

BetreuerIn: Dipl.-Ing. (FH) Torsten Klette

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 3: ***Konzeption einer Mensch Maschine Schnittstelle für die Versuchsanlage THERESA im Zittauer Kraftwerkslabor - Diplomarbeit***

BearbeiterIn: Nils Höhne

BetreuerIn: Dipl.-Ing. (FH) Torsten Klette

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 4: ***Entwurf von Instandhaltungsstrategien für einen thermischen Speicher im Einsatzbereich eines konventionellen Braunkohlekraftwerks - Praktikumsarbeit***

BearbeiterIn: Andreas Thiem

BetreuerIn: Dipl. Ing. Ing (FH) Torsten Klette

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 5: ***Entwicklung eines Kleinversuchsstandes für die Nachbildung von Zustandsänderungen im RDB eines DWR während schwerer Störfälle - Bachelorarbeit***

BearbeiterIn: Philipp Kahle

BetreuerIn: M.Eng. Sebastian Schmidt

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 6: ***Creation and Programming of Software Applications for Use in Conventional Power Plant Technology – Praktikumsarbeit***

BearbeiterIn: Yazan Allam Hassan Arafat

BetreuerIn: M.Eng. Sebastian Schmidt, Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Braun, Dipl.-Ing. (FH) Daniel Fiß

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

4.4 Kraftwerks-, Dampferzeuger- und Feuerungstechnik

4.4.1 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

4.4.1.1 Thermochemisches Versuchsfeld

ProjektleiterIn: Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke

MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. (FH) C. Ebermann, Dipl.-Math. T. Förster, Dipl.-Ing. U. Gocht, Dipl.-Ing. S. Grusla, Dipl.-Ing. (FH) T. Gubsch, Dipl.-Ing. A. Kupka, Dipl.-Ing. (FH) M. Kurz, Dipl.-Ing. (FH) B. Salomo, Dipl.-Ing. (FH) R. Schneider, Dipl.-Ing. (FH) P. Schwarzbach, Dipl.-Ing. (FH) W. Ullrich, Dipl.-Ing. (FH) M. Weidner

Finanzierung: Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA)

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)



Europa fördert Sachsen.



Laufzeit: 09/2011 bis 11/2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Das Projekt „Thermochemisches Versuchsfeld“ ist Teil des Gesamtprojektes „Zittauer Kraftwerkslabor“ und ordnet sich in die Forschung und Entwicklung innerhalb der Profillinie „Energie und Umwelt“ der Hochschule Zittau/Görlitz ein. Ziel des Projektes ist die Analyse der effizienten Gestaltung und Nutzung von dezentralen Wärme- und Stromversorgungseinrichtungen auf der Basis von Biomasse (vor allem Holz und holzartigen Energierohstoffen) als Energierohstoff. Der Fokus liegt dabei zum einen auf den thermochemischen Konversionsverfahren und zum anderen auf den in der flexiblen praktischen Anwendung notwendigen kurzzeitigen Speichermöglichkeiten für Heizwärme und Klimatisierungskälte.

Im Rahmen des Projektes wurde mit Hilfe von Versuchsanlagen das Verhalten von Einzelkomponenten im System und das Systemverhalten inklusive der Quer- und Rückkopplungen untersucht. Zur zielgerichteten Bearbeitung wurde das Thermochemische Versuchsfeld (TCV) in zwei Unterprojekte geteilt.

Der Fokus im Projekt TCV I lag auf der Untersuchung der Speicherung und Nutzung von thermischer Energie. Die zugehörige Versuchsanlage umfasst einen sensiblen Wärmespeicher sowie Latentwärme- und Kältespeicher. Diese wurden hinsichtlich ihres dynamischen Verhaltens, ihrer Leistungsfähigkeit sowie Zyklenstabilität untersucht. Im Rahmen des Projektes wurden die Versuchsanlagen des Teilprojektes TCV I aufgebaut und in Betrieb genommen. Die Untersuchungen erfolgten am Interimsversuchsstand (vereinfachter Aufbau der Versuchsstandkomponenten am Zwischenstandort). Zusätzlich zur detaillierten Versuchsauswertung erfolgte die instationäre Simulation der Wärmespeicherung in Rohr mit PCM mit der Software MS Excel.

Das Teilprojekt TCV II beschäftigte sich mit der energetischen Nutzung von Biomasse-

se in einem Holzvergaser-Blockheizkraftwerk. Die Versuchsanlage umfasst die Hauptkomponenten Trockner, Vergaser und BHKW mit zugehöriger Betriebs- und Messtechnik. Der Aufbau und die Inbetriebnahme der Anlagen wurden erfolgreich abgeschlossen. Seit Juli 2013 liefen umfangreiche Versuchsreihen. Schwerpunkt war dabei die kontinuierliche Erfassung permanenter Stoff- und Energieströme und ihrer Charakteristik. Im Rahmen der Versuchsauswertung wurden die gewonnenen Messwerte detailliert analysiert. Das umfasste die Plausibilisierung der Messdaten, die Bilanzierung und Berechnung wichtiger Kennzahlen, z.B. Wirkungsgrade. Wesentliche Prozesse der Anlage im stationären Zustand wurden anschließend mit dem Simulationsprogramm EBSILON® nachgebildet. So konnten die Messwerte validiert und zusätzliche Prozessinformationen gewonnen werden. Mittels statistischer Datenanalyse wurden die Messdaten analysiert, um funktionale Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Prozessparametern zu erkennen, die das Verständnis der Prozesse verbessern und für eine Modellbildung verwendet werden können.

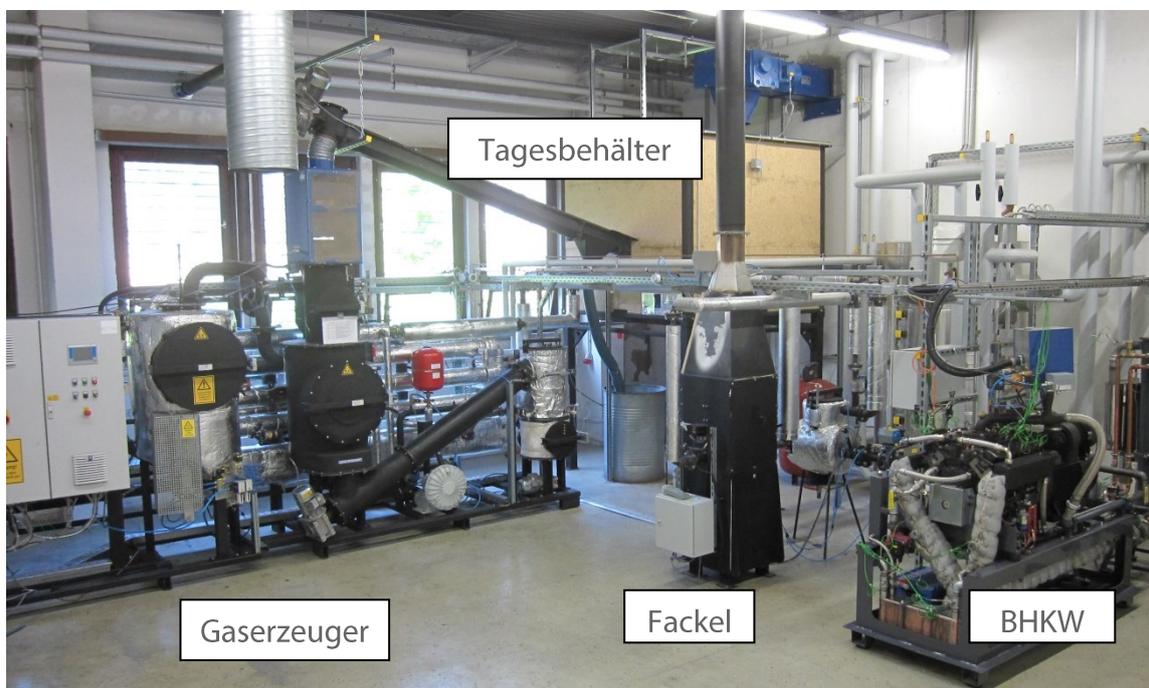


Abbildung 28: Versuchsanlage TCV II

4.4.1.2 Verbundvorhaben „COORETEC“, ADECO-Komponenten „Oxyfuel-Komponentenentwicklung und Prozessoptimierung“

ProjektleiterIn: Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke

MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. U.-S. Altmann, Dipl.-Ing. (FH) M. Freund, Dipl.-Ing. S. Grusla

Finanzierung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



Kooperationspartner: TU Dresden, TU Hamburg-Harburg, Uni Stuttgart, FZ Jülich, ALSTOM 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

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Als Teil des Gesamtprojektes „Oxyfuel-Komponentenentwicklung und -Prozessoptimierung“ befasst sich dieses Vorhaben im Projektbereich „Messtechnik und Betrieb“ mit Fragestellungen zur Prozessoptimierung durch fortgeschrittene Prozessführung, modifizierte regelungstechnische Konzeptionen und moderne Betriebsmesstechnik für die Dampferzeuger-Oxyfuel-Feuerung. Im Fokus der geplanten Untersuchungen stehen die Prognose der Feuerungsdynamik und die Konsequenzen für die Feuerführung, wie sie sich aus der Verbrennungstechnologie mit Sauerstoff und Rauchgasrezirkulation in einem bisher nicht realisierten Mengenverhältnis und bei regeldynamisch anspruchsvollem Zeitverhalten der Rauchgas-Rückführung ergeben.

Das Teilprojekt "Prognose der Feuerungsdynamik und Vergleich von Regelungskonzepten für die Verbrennungssauerstoff-Regelung und die Rauchgasrezirkulationsmengen-Regelung großer Oxyfuel-Dampferzeuger" wird in zwei Arbeitsschwerpunkten, die miteinander vernetzt sind, bearbeitet:

1. Dynamische numerische Simulation der Oxyfuel-Feuerung mit unterschiedlichen Konzepten der Feuerungsregelung.
2. Dynamische experimentelle Simulation des Regelstreckenverhaltens einer Oxyfuel-Feuerung im Labormaßstab. Validierung der Mess- und Rechenergebnisse an der Oxyfuel-Forschungsanlage (OxPP).

Die zu erbringenden Leistungen ordnen sich in das Gesamtziel Erprobung und Reifmachung des neuartigen Oxyfuelprozesses als hocheffektive und umweltfreundliche Lösung zur Energiebereitstellung aus Kraftwerkskohlen ein. Im Ergebnis der Bearbeitung des Projektbereiches „Messtechnik und Betrieb“ werden Werkzeuge zur Beurteilung der Dynamik von Oxyfuel-Feuerungen, zur Optimierung der Regelungsstrukturen und zur echtzeitfähigen Überwachung der Prozessgüte einschließlich Fehlererkennung für die gesamte Oxyfuel-Prozesskette bereitgestellt. Diese Berechnungsalgorithmen können sowohl in der Auslegungsphase, als auch für die Betriebsoptimierung und -diagnose genutzt werden. Sowohl die interdisziplinäre Zusammenstellung des Projektteams als auch die Entwicklung/Validierung der Modellkonzeptionen auf der Basis experimenteller Betriebsdaten vom Modellmaßstab bis zum technischen Maßstab sind die Grundlage für die Bereitstellung aussagefähiger Diagnosetools.

Im Rahmen der experimentellen Simulation wurden an der Versuchsanlage "Mikro

brennkammer MB 1500" (HS Zittau/Görlitz, IPM) Regelungskonzepte für den Oxyfuel-Betrieb entwickelt und getestet. Diese Regelungskonzepte wurden im Rahmen der numerischen Simulation an einem hypothetischen Oxyfuel-Großdampferzeuger umgesetzt und getestet.

Für die Regelung des Oxyfuel-Verbrennungsprozesses wurde die in konventionellen Großdampferzeugern übliche Regelung des Sauerstoffgehaltes im Abgas um die Regelung des Sauerstoffgehaltes am Brenner erweitert.

4.4.1.3 Entwicklung eines Stützfeuerungs-systems auf Basis von Trockenbraunkohle zur Erhöhung der Flexibilität bestehender Dampfkraftwerke, Forschungsarbeiten zur Optimierung der Kesselfeuerung

ProjektleiterIn: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

MitarbeiterInnen: Dipl.-Math. (FH) T. Förster, Dipl.-Ing. U. Gocht, Dipl.-Ing. S. Grusla, Dipl.-Ing. (FH) T. Gubsch

Finanzierung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



Kooperationspartner: Vattenfall Europe Generation AG, Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Lehrstuhl Kraftwerkstechnik, Technische Universität Hamburg-Harburg - Institut für Energietechnik

Laufzeit: 10/2012-09/2015

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Im Rahmen dieses Projektes werden die Entwicklung eines für den dauerhaften Betrieb geeigneten Stützfeuerungs-systems auf Basis von Trockenbraunkohle, die Planung und Errichtung eines Prototyps, dessen Integration in einen bestehenden braunkohlebefeuerten Kraftwerksblock sowie die Überprüfung der Funktionalität einschließlich substantieller Belastungstests beabsichtigt. Übergeordnetes Ziel des Vorhabens ist es, die Lastflexibilität bestehender Kraftwerke zu steigern und deren Betrieb zu optimieren.

Ein Schwerpunkt, welcher bei der Steigerung der Lastflexibilität eines Dampferzeugers zu berücksichtigen ist, liegt naturgemäß im Verhalten der Feuerung. Der Betrieb bei reduzierten Teillasten führt dazu, dass Komponenten des Dampferzeugers und der Feuerung außerhalb des normalen Betriebsbereiches arbeiten.

Der im Zuge der Errichtung des Prototyps betrachtete 500 MW_{el}-Braunkohleblock im Kraftwerk Jänschwalde ist in einer Duo-Anordnung ausgeführt, d. h. zwei Dampferzeuger versorgen einen Turbinenstrang. Das Projektziel der Absenkung der Mindestlast auf z. B. 20 % bedeutet für diese und ähnliche Duo-Anlagen daher das Abfahren

von einem der beiden Dampferzeuger und den Betrieb des anderen mit ca. 40 % der Feuerungswärmeleistung bei Nennlast. Die Erkenntnisse aus der technischen Bewertung der Schwachlastbetriebes der Duo-Anordnung sollen in einem weiteren Schritt auf eine Neuanlage in Mono-Anordnung (1 Dampferzeuger + 1 Turbine) übertragen werden, bei der zur Erreichung einer Mindestlast von 20 % auch die Dampferzeugerlast auf ca. 20 % gesenkt werden muss.

Um den Betrieb der umzurüstenden Dampferzeuger bei reduzierten Teillasten sowie im Stützbrennerbetrieb sicherzustellen und frühzeitig etwaige Betriebsprobleme zu identifizieren, sind projektbegleitende Forschungsarbeiten notwendig, welche als „Arbeitsschwerpunkt 2.4 – Optimierung der Kesselfeuerung“ in dem Gesamtprojekt Berücksichtigung finden.

Die Untersuchungen werden in fünf Aufgabenfelder unterteilt, welche einzeln abgrenzbare Teilaufgaben darstellen, aber nur in ihrer Gesamtheit wissenschaftlich fundierte und praxisrelevante Forschungsergebnisse für den Betrieb der Feuerung eines Dampferzeugers mit Stützfeuerungs-system auf der Basis von Trockenbraunkohle liefern.

Aufgabenfeld	Arbeitsziel
Feuerraumauslegung	Betrachtung und Optimierung unterschiedlicher verfahrenstechnischer Varianten des TBK-Stützbrennereinsatzes
Feuerraumdiagnose und -überwachung	Analyse und Optimierung des Feuerungsverhalten des Dampferzeugers bei Einsatz des TBK-Stützbrenners
Verschlackung und Verschmutzung	Minimierung des Verschlackungs- und Verschmutzungsrisikos bei Einsatz des TBK-Stützbrenners
Leittechnische und systemtechnische Überwachung	Dynamisches Simulationsmodell für die Feuerung zur Berechnung feuerungstechnisch relevanter Vorgänge in der Brennkammer
Unterstützung des Test- und Versuchsbetriebs	Optimierung der Funktionsweise hinsichtlich Temperaturverteilung in der Brennkammer, Verschlackungs- und Verschmutzungsbildung in der Brennkammer, Konzentration von Gasen und Schadstoffemissionen und deren Verteilung in der Brennkammer

Für die Analyse von Betriebsregimen bei unterschiedlichen Mühlenkombinationen und in Betrieb befindlichen TBK-Stützbrennern wurde das Modell des Dampferzeugers in „Epsilon Professional“ erstellt. Das zweisträngige Modell des Feuerraums beinhaltet die Brennkammer mit zonalem Abbrand und gestufter Luftzuführung sowie die Verdampferheizflächen.

Für detaillierte Analysen wurden die Verdampferwände mit den zugehörigen Müh-

len und TBK-Brennern einzeln modelliert. Das erweiterte Modell wurde anhand von 2 ausgewählten Lastpunkten mittels Betriebsmessdaten validiert. Als Lastfälle dienen der Volllastfall bei 100 % Dampferzeugerleistung und ein Teillastfall mit einer Dampferzeugerleistung von 60 %.

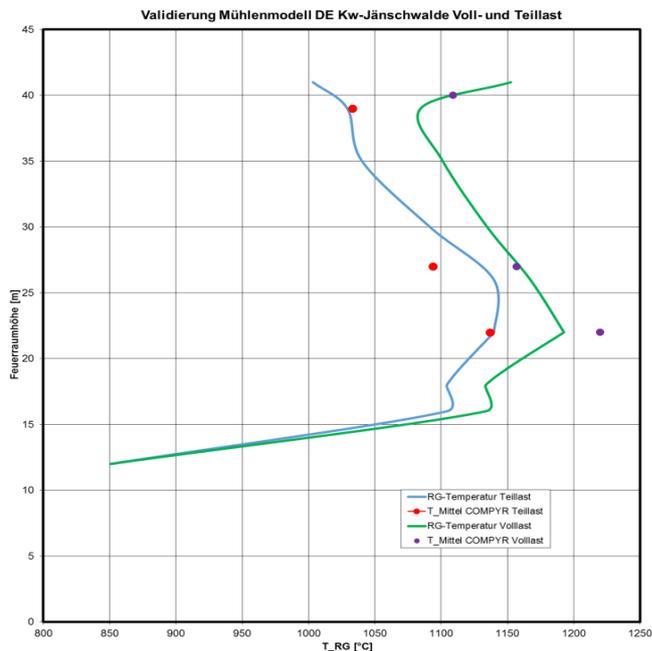


Abbildung 29: Vergleich von Messdaten und Simulationsergebnissen der Rauchgas-Temperatur über der Brennkammerhöhe für die ausgewählten Betriebsfälle

4.4.1.4 Brennstoff- und verbrennungstechnologische Bewertung der Verschlackungsneigung Niederlausitzer Kesselkohlen für den Einsatz in den Kraftwerken Schwarze Pumpe, Boxberg und Jänschwalde – Ergänzungsuntersuchungen

ProjektleiterIn: Dipl.-Ing. Ullrich-Steffen Altmann

MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. S. Grusla

Finanzierung: Vattenfall Europe Generation AG

Kooperationspartner: Kraftwerke Schwarze Pumpe, Boxberg und Jänschwalde

Laufzeit: 09/2014-12/2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Schwerpunkt der Untersuchungen ist die vergleichende Bestimmung der Abhängigkeit des Verschlackungs- und Verschmutzungsverhaltens fünf verschiedener Braunkohlenstäube von ausgewählten feuerungstechnischen Parametern, wie Verbrennungstemperatur und Luftverhältnis am Brenner mit dem Ziel, das Einsatzrisiko der Brennstoffe in einer Kohlenstaubfeuerung zu prognostizieren.

Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf der Bewertung des tendenziell zu erwartenden Ansatzverhaltens:

- Prognose Hochtemperatur-Ansatzbildung in der Brennkammer (Verschlack-

- Prognose Verschmutzungsneigung (Fouling) im Bereich der Nachschaltheizflächen

4.4.1.5 Modellierung dynamischer Prozesse im Epsilon Professional

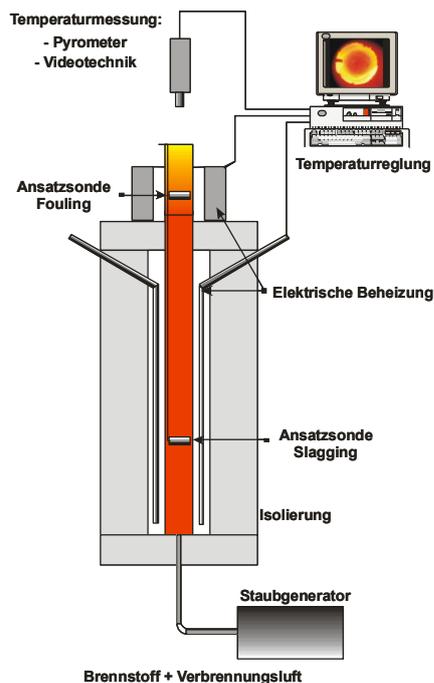
ProjektleiterIn: Dipl.-Ing. Ullrich-Steffen Altmann
MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. U. Gocht
Finanzierung: STEAG Energy Services GmbH
Kooperationspartner: Technische Universität Dresden, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
Laufzeit: 2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Das Projekt liefert einen Beitrag zur dynamischen Simulation von energie- und kraftwerkstechnischen Anlagen mit der Simulationssoftware Epsilon Professional. Im Rahmen der Arbeiten wurden die dynamischen Module in Epsilon Professional anhand der Nachrechnung von Betriebstransienten getestet. Mittels Parametervariationen wurde außerdem die Simulationsgüte der Modelle analysiert. Parallel dazu erfolgte die Nachrechnung mit der Simulationssoftware "DynStar" (Hochschule Zittau/Görlitz, IPM). Anschließend erfolgte der Vergleich der Simulationsergebnisse untereinander sowie mit den Betriebsdaten.

4.4.2 Versuchsanlagen

4.4.2.1 Mikroverbrennungsreaktor MR 1500 (bis 1500 °C)



Technische Daten:

Abmessungen (Höhen ab Brenneraustritt):

- Innendurchmesser: 30 mm
- Höhe Brennkammer: 750 mm
- Höhe Nachbrennkammer: 550 mm
- Gesamthöhe: 1300 mm

- Höhe Probekörper Slagging: 350 mm
- Höhe Probekörper Fouling: 1050 mm

Thermische Leistung: 0,5 - 1 kW
 Leerrohrgeschwindigkeit: 1,0 - 1,5 m/s

Aufenthaltszeit bis Probe Slagging: ~ 0,30 s
 Aufenthaltszeit bis Probe Fouling: ~ 0,90 s
 Aufenthaltszeit bis Austritt Reaktor: ~ 1,20 s

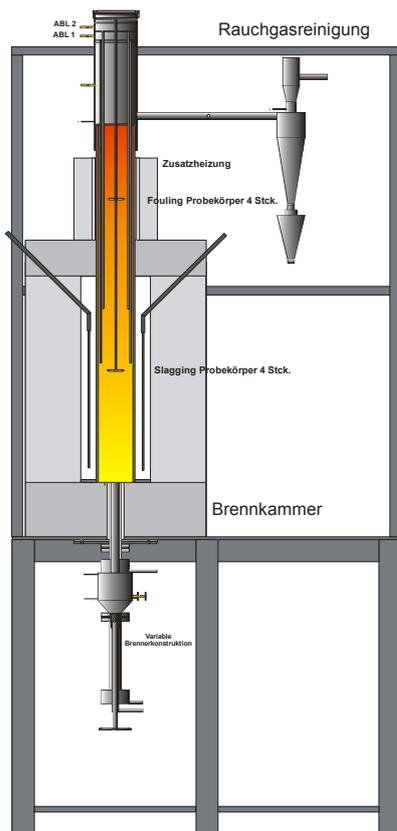
Verbrennungstemperatur regelbar: 800 – 1500 °C
 Temperatur Nachbrennkammer (Probekörper) regelbar: 800 – 1100 °C

Abbildung 30: Mikroverbrennungsreaktor MR 1500

- Reaktionsphasen: Zündung, Flüchtigenverbrennung, Koksabbrand, momentane Reaktionsgeschwindigkeit und Ausbrandzeit in Abhängigkeit von Prozessparametern der Feuerung
- Verschlackungs- und Verschmutzungsneigung von Brennstoffaschen
 - Kohle-Ranking (bezogen auf bekannte Vergleichskohle)
 - Abhängigkeit der Ansatzbildung von Prozessparametern

4.4.2.2 Mikro-Brennkammer MB 1500 (bis 1500 °C)

- Beurteilung des Verbrennungsverhaltens von Kohlen und anderen festen Brennstoffen unter konstanten und weitgehend prozessadäquaten Reaktionsbedingungen einer Staubfeuerung
- belastbare Aussagen zu nachfolgenden Schwerpunkten:
 - Schadstoffemissionen (brennstoffbedingt und verfahrenstechnisch beeinflusst)
 - Zünd- und Abbrandverhalten
 - Verschlackungs- und Verschmutzungsverhalten
 - technologisch optimierte Betriebsparameter (Brennerkonstruktion und -beaufschlagung, Luftverhältnis, Anteil Rauchgasrücksaugung, Luftaufteilung etc.)



Technische Daten:

Abmessungen (Höhen ab Brenneraustritt):

• Innendurchmesser:	124 mm
• Höhe Brennkammer:	750 mm
• Höhe Nachbrennkammer:	570 mm
• Höhe Brennkammer bis Querzug:	1320 mm
• Höhe ABL 1:	435 mm
• Höhe ABL 2:	630 mm
• Höhe Slagging Probekörper	400 mm
• Höhe Fouling Probekörper :	1000 mm
• Gesamthöhe:	1720 mm

Thermische Leistung:	5 - 15 kW
Leerrohrgeschwindigkeit:	~ 1,0 m/s
Gasverweilzeit:	~ 1,5 s
Aufenthaltszeit bis Probe Slagging	~ 0,30 s
Aufenthaltszeit bis Probe Fouling	~ 1,00 s

Verbrennungstemperatur regelbar:	800 – 1500 °C
Temperatur Nachbrennkammer (Probekörper) regelbar:	800 – 1100 °C

Abbildung 31: Mikrobrennkammer MB 1500

4.4.2.3 Modell-Zyklonfeuerung ZBK 2

- Verbrennung von Grobkorn bzw. Granulat ohne Aufmahlung

- optimierte Zündung
- Schadstoffbildung und Einbindung/Reduktion
- Brennstoffspezifisches Feuerungsverhalten in Abhängigkeit der Betriebsführung

Messtechnische Ausstattung:

- Messwerterfassungs- und Auswertesystem
- schnelles Messwerterfassungssystem für instationäre Vorgänge (Abbrandkinetik)
- Rauchgasanalyzesystem
- Video-Überwachung von Flammenbildern
- Flammenpyrometrie
- optisches Messsystem zur Partikeltemperaturbestimmung
- optische Diagnose von Flammeneigenschaften (bildgebende Feuerraumsonde)
- konventionelle Feuerraumsonden (Wärmestromdichte, Absaugthermoelement)
- ausgewählte Standard-Kohleprüfverfahren

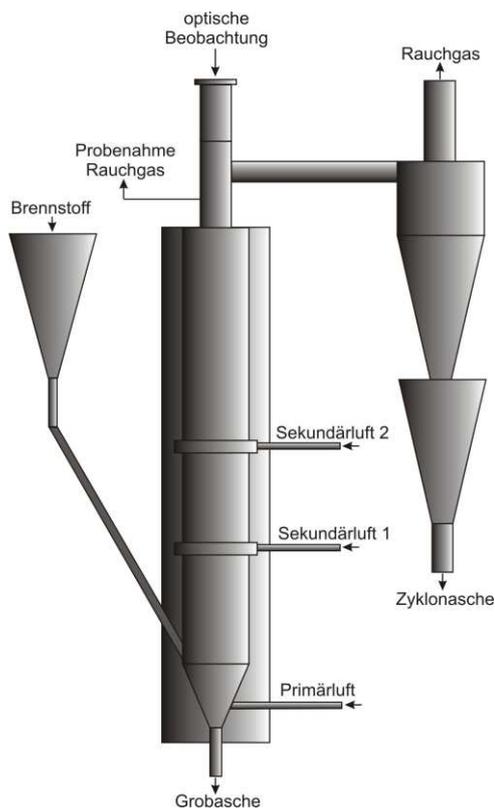


Abbildung 32: Modell-Zyklonfeuerung ZBK 2

4.4.2.4 Versuchsanlage Holzvergaser-BHKW

Am Standort Halle Z VIIb 5 wurde ein Holzvergaser-Blockheizkraftwerk errichtet. Es handelt sich um eine kommerziell verfügbare Anlage, die für nähere wissenschaftliche Untersuchungen mit zusätzlicher Messtechnik ausgestattet ist. Das Brenngas für

den BHKW-Motor wird mit Hilfe von thermochemischer Gaserzeugung aus holzartiger Biomasse im vorgeschalteten Reformier aus Holzhackschnitzeln bereitgestellt.

Zu dem Versuchsstand gehören:

- Holzvergasungs-Anlage mit Wärmeübertragern (10 kWth)
- Motor-BHKW (30 kWel, 70 kWth)
- stationäre Gasanalysetechnik
- sensibler Wärmespeicher (Speichervolumen: 2 m³)
- übergeordnete Anlagenleittechnik

Die Anlage wurde im Jahr 2013 feierlich eingeweiht. Seit der Einweihung wurden durch die Anlage 4400 kWh Strom und 8500 kWh Wärme ins Netz eingespeist (Stand 10/2013).



Abbildung 33: Übersicht des Holzgas-Blockheizkraftwerks

4.4.2.5 Versuchsanlage Holzhackschnitzeltrocknung

Für gezielte Untersuchungen der Effizienz der Biomassetrocknung und des Einflusses des Wassergehalts auf den Vergasungsprozess in der Versuchsanlage (siehe 4.4.2.3) wurde in Halle Z VIIb 7 eine Holzhackschnitzel-Trocknungsanlage errichtet. Diese erlaubt eine vollautomatisierte kontinuierliche Trocknung von Holzhackschnitzeln.

Zu dem Versuchsstand gehören:

- Schubbodencontainer für Holzhackschnitzel (20 srm)
- Biomassetrocknungsanlage



Abbildung 34: Trocknungsanlage für Holzhackschnitzel

4.4.2.6 Versuchsanlage für Wärmespeicher

In der Halle Z VIIb 7 befindet sich übergangsweise eine Versuchsanlage zum Test verschiedener thermischer Speicherkonzepte und -materialien. Nach Fertigstellung der Baumaßnahmen am Zittauer Kraftwerkslabor wird dieser Versuchsstand am neuen Standort errichtet.

Die derzeitige Ausstattung umfasst:

- Temperiergerät
- Latentwärmespeicher (Alkangemisch)
- Latentwärmespeicher (Natrium-Acetat)



Abbildung 35: Temperiergerät (Huber Unichiller)

4.4.3 Publikationen

4.4.3.1 Vorträge und Präsentationen

A. Herrmann, M. Zeymer, R. Schneider, P. Heidecke, F. Volz, F. Heigl, R. Egeler: Vergleichbarkeit von Feldmessdaten zur technischen Bewertung von Biomassevergäserten - Erfahrungen aus dem Bundesmessprogramm, Vortrag zur 4. Mitteleuropäischen Biomassekonferenz, Graz, 17.01.2014

T. Zschunke, W. Ullrich: Vorstellung der Messergebnisse der Hackschnitzel aus KUP-Anbau und Domtrocknung, Vortrag zum Workshop Hackschnitzelqualitäten und Heizkesselleinstellung - Möglichkeiten der Optimierung, Frauwalde, 24.01.2014

T. Zschunke: Advances in small scale thermochemical gasification technology, Vortrag zum Workshop Advanced production and utilization of upgraded woody biomass fuels, Leipzig, 12.03.2014

T. Zschunke: Bewertung der Technologieeffizienz und Erwartungen an die Effizienzbestimmung, Vortrag zum Workshop Effizienz von Bioenergie, Leipzig, 20.05.2014

Sächsische Zeitung, „Hawaiianer lernen von der Hochschule“, 05.06.2014

T. Zschunke, R. Schneider, B. Salomo, P. Schwarzbach, M. Kurz: Analysis of the Chemical Efficiency of a Wood Chip Gasifier by Direct Measurement of the Wood Gas Composition and the Fuel Composition, 22nd European Biomass Conference & Exhibition, Hamburg, 23.06.2014

B. Salomo: Thermochemisches Versuchsfeld (TCV II) Holzvergasungs-BHKW zur Erzeugung von Elektroenergie und Wärmeenergie aus Holzhackschnitzeln, Vortrag zum Doktorandenseminar Technische Universität Dresden, Zittau, 1.10.2014

A. Kratzsch, F. Worlitz, T. Zschunke: Forschungsvorhaben "Zittauer Kraftwerkslabor", Posterbeitrag zum 46. Kraftwerkstechnischen Kolloquium der TU Dresden, Dresden, 14.10.2014

R. Schneider, B. Salomo, M. Weidner, P. Schwarzbach, M. Kurz, U. Gocht, T. Gubsch, T. Zschunke: Motor-BHKW mit thermochemischer Gaserzeugung aus Holz - Gesamtdiagnose des stationären Verhaltens, Posterbeitrag zum 46. Kraftwerkstechnischen Kolloquium der TU Dresden, Dresden, 14.10.2014

4.4.4 Betreuung von Promovenden

Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke als Co-Betreuer und Zweitgutachter:

Dipl.-Ing. (FH) Tusche, Peter: Optimierung der Prozessführung von Kraftwerken unter Oxyfuelbedingungen mittels Simulationsmodellen; Technische Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen, eingereicht am 11.12.2013

4.5 Mustererkennung und Bildverarbeitung

4.5.1 Versuchsanlage 3D-Versuchsstand

Versuchsstand zur 3D Lage- und Positionsbestimmung von Objekten mittels

- Laserlichtschnittverfahren
- 3D-Scan mit strukturiertem Licht (Microsoft Kinect®)
- Time-of-Flight Verfahren (Kamera SwissRanger® SR4000)



Abbildung 36: 3D-Versuchsstand

4.5.2 Publikationen, Vorträge und Präsentationen

A. Prenzel: Erstellung eines Software-Frameworks zur Offline-Verarbeitung von Hochgeschwindigkeitsaufnahmen, 44. Institutskolloquium, Zittau, 26.11.2014

4.6 Angewandte Elektronik

4.6.1 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

4.6.1.1 Verminderung der Verzerrungsblindleistung im 230V-Versorgungsnetz bei Low-Cost-Verbrauchern

ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Stephan Kühne
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing.(FH) Olaf Schreiber
Finanzierung:	Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK)
Laufzeit:	01.09.2013-31.05.2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Die zunehmende Verbreitung von Verbrauchern mit geringer Leistungsaufnahme am Einphasennetz und die Forderung nach einer möglichst kompakten, zuverlässigen und preiswerten Bauweise haben zu einer weiten Verbreitung von modernen elektronischen Netzteilen geführt. Diese Verbraucher benötigen Vorschaltgeräte, um die Wechselspannung aus dem 230 V Wechselstromnetz in den für den Betrieb notwendigen Gleichstrom umzuwandeln. Die dabei entstehenden Stromüberschwingungen und die damit verbundene Verzerrungsblindleistung haben für die Energieversorgungsnetze negative Auswirkungen.

Für die Ermittlung der Verzerrungsblindleistung wurde ein Versuchsstand konzipiert und aufgebaut, mit dessen Hilfe die einzelnen Leistungsparameter von handelsüblichen Low-Cost-Verbrauchern ermittelt werden können. Darauf aufbauend wurden verschiedenen Verbraucher wie z. B. LED-Lampen auf deren Verhalten hinsichtlich der Verzerrungsblindleistung analysiert. Die Untersuchungsergebnisse bestätigen die Annahmen eines hohen Anteils an Stromüberschwingungen.

Anhand eines marktüblichen LED-Strahlers wurde ein Schaltungskonzept zur Minimierung der Oberschwingungsanteile und damit zur Erhöhung der Leistungseffizienz entworfen. Dabei wurde insbesondere auf eine möglichst einfache und kostengünstige Umsetzung geachtet. Das Schaltungskonzept wurde mit SIMPLIS/SIMatrix simuliert. Mit den Simulationsergebnissen konnte die prinzipielle Arbeitsweise nachgewiesen werden.

4.7 Messen und Wissenschaftliche Veranstaltungen

4.7.1 Kick-Off-Meeting Ziel 3/Cíl 3

Am 07.03.2014 fand in Zittau am Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) das Kick-Off-Meeting des durch das Programm zur Förderung der grenzübergreifenden Zusammenarbeit zwischen dem Freistaat Sachsen und der Tschechischen Republik Ziel 3/Cíl 3 geförderten Projektes „Untersuchung von Komponenten und Methoden zur Verbesserung der Energieeffizienz elektrischer Traktionen unter Einbeziehung von Schwungmassespeichern“ (tschechisch: „Vývoj komponent a metod vedoucí ke zlepšení energetické účinnosti trakce z hlediska využití energetického setrvačnicku“) statt.

Die verstärkte Integration regenerativer Energiequellen in das Energietransport- und Verteilungsnetz erfordert neue bzw. weiterentwickelte Technologien und ein angepasstes Energiemanagement. Ein Ziel dabei ist die Verbesserung der Energieeffizienz des Gesamtsystems. In Ermangelung großer Speicher in elektrischen Netzen werden dezentrale Insellösungen, bestehend aus Energiequellen, -senken und -speichern mehr an Bedeutung gewinnen.

In Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Liberec wird unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz (Hochschule Zittau/Görlitz) und Professor Aleš Richter (TU Liberec) die Nutzung elektrischer Antriebe von Straßenbahnen in bestimmten Betriebssituationen als Energiequelle untersucht. Erreicht wird dies durch intelligente Netze (Smart Grid) in Verbindung mit dezentralen Energiespeichern (stationäre Schwungmasseenergiespeicher).

In dem Projekt sollen wesentliche Grundlagen zum Energie-Management in dezentralen Netzen untersucht werden, um Energieströme optimal zu verteilen und durch Senkung auftretender Verluste durch Transport und Betriebsregime die Energieeffizienz zu steigern. Auf der Basis von Simulationen werden dazu ausgewählte Betriebssituationen im Netz in der Gesamtheit von Erzeugung, Übertragung, Verbrauch und Speicherung hinsichtlich minimaler Verluste untersucht.

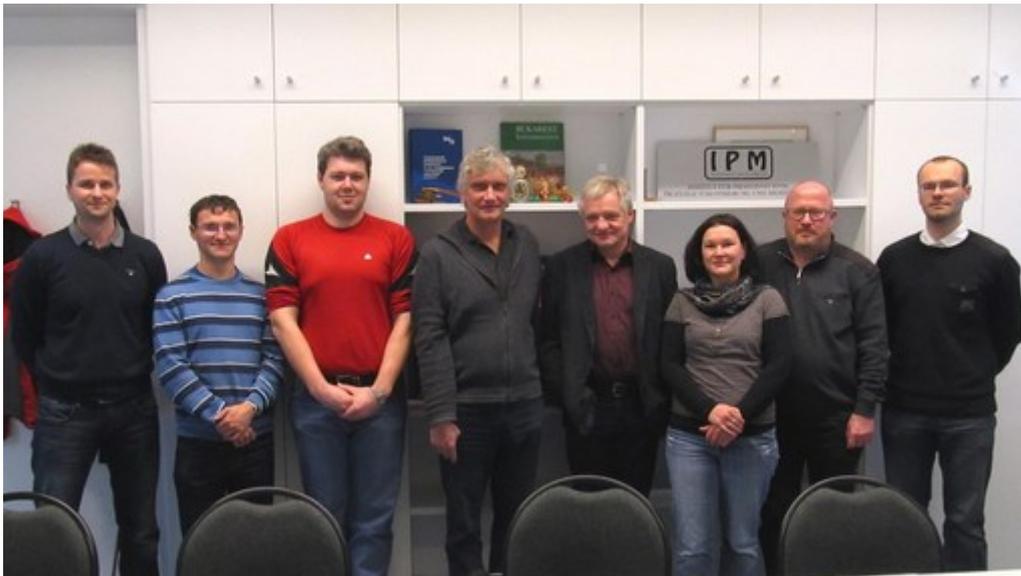


Abbildung 37: von links: Filip Trešl, Jiří Kubín, Lukáš Hubka, Prof. Aleš Richter, Prof. Frank Worlitz, Elisa Rudolph, Torsten Rottenbach, Stephan Düsterhaupt

Die TU Liberec und die Hochschule Zittau/Görlitz verbindet bereits eine langjährige Zusammenarbeit in der Lehre. Auf der Grundlage von Kooperationsvereinbarungen erfolgt ein reger Studenten- und Dozentenaustausch in den Fachgebieten Mechatronik, Automatisierungstechnik und Maschinenbau. Zum Teil geht die Kooperation auf über 30 Jahre zurück. Durch gemeinsame Projekte wurden die materialtechnische Basis und die Lehrinhalte an den Standorten angepasst und weiterentwickelt.

4.7.2 14th International Symposium on Magnetic Bearings ISMB14

Das 14th International Symposium on Magnetic Bearings - ISMB14 - fand in diesem Jahr vom 11. – 14. August an der Johannes-Kepler-Universität in Linz, Österreich statt. Mit 210 Teilnehmern aus 21 Ländern stellt dieses Symposium die weltweit größte Veranstaltung auf dem Gebiet der Magnetlagertechnik dar. Hier treffen sich Fachleute aus der Forschung und Industrie, um sich über neueste Entwicklungen auf dem Gebiet der Magnetlagertechnik auszutauschen. Das IPM nimmt seit 1998 regelmäßig an der Konferenz teil, um Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Magnetlagertechnik vorzustellen und zu diskutieren sowie im Erfahrungsaustausch mit internationalen Fachkollegen neue Ideen zu generieren.

Am ersten Konferenztag fand ein von Prof. Frank Worlitz organisiertes und geleitetes Minisymposium zum Thema „Magnetic Bearings in Energy Technology“ statt. In den Beiträgen wurden Magnetlagerungen für 2 bis 9 t schwere und schnell drehende Rotoren für Industrieanwendungen in der Antriebstechnik und die dazugehörigen Fanglagerungen von langjährigen Kooperationspartnern des IPM aus der Industrie vorgestellt. Ein Beitrag eines Forschungskooperationspartners aus Südafrika stellte die Modellierung von Axialfanglagern vor und zeigte Ergebnisse von Simulationsrechnungen.



Abbildung 38: Teilnehmer des Symposiums und Vortrag Dr. Denk beim Minisymposium

In seinem Beitrag „Test Field for Magnetic Bearing Applications under Extreme Conditions“ stellte Herr Stephan Düsterhaupt die Ergebnisse des von der Europäischen Union und dem Land Sachsen geförderten Projektes „Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Erhöhung der Energieeffizienz von Turbomaschinen in Kraftwerken durch innovative Lagerkonzepte“ vor. In diesem Projekt, das sich in das Kompetenzfeld „Energie und Umwelt“ der Hochschule Zittau/Görlitz einordnet, wird im Zittauer Kraftwerkslabor eine Versuchsanlage für Langzeituntersuchungen von Magnet- und Fanglagern unter extremen Prozess- und Umgebungsbedingungen entwickelt, konstruiert und aufgebaut. Mit dem modular aufgebauten Versuchsstand und der erforderlichen Peripherie ist es möglich, neue und innovative Lagerkonzepte für Turbomaschinen unter Prozessbedingungen zu entwickeln und zu testen.

Der Doktorand Li Li präsentierte in seinem Vortrag „Adaptive Kalman filter for active magnetic bearings using softcomputing“ den Stand der Arbeiten seiner Promotion. Ausgehend von einer Systemidentifikation eines Magnetlagers mit Methoden des Softcomputings werden die Systemparameter bestimmt und in der Zustandsgleichung des Kalmanfilters genutzt. Dadurch können die Filterperformance und das Systemverhalten verbessert werden.

4.7.3 5. Workshop zur digitalen Leittechnik



Abbildung 38: Teilnehmer des Workshops

Im Rahmen des gemeinsamen Forschungsvorhabens von E.ON Kernkraft Deutschland, des Kernkraftwerkes (KKW) in Oskarshamn/Schweden (OKG) und der Hochschule Zittau/Görlitz, IPM fand am 13./14.11.2014 ein Workshop zu leittechnischen Fragestellungen in der nuklearen Sicherheitsforschung statt.

An dem Erfahrungsaustausch nahmen neben den unmittelbar beteiligten Kooperationspartnern auch Vertreter von AREVA teil. Aus Sicht der Veranstalter war die Teilnahme von Studierenden der Fakultät Elektrotechnik und Informatik sowie der Fakultät Maschinenwesen besonders erfreulich.

Der Workshop wurde mit der Begrüßung durch Prof. Kratzsch (IPM) eröffnet. Anschließend stellte Herr Gebhardt (E.ON) das aktuelle gemeinsame Forschungsvorhaben vor. Dabei gab er einen Überblick über die Projekthistorie und fasste die Ergebnisse der bisherigen Projekte zusammen. Im zweiten Vortrag präsentierte Herr Hübner (AREVA) die Umsetzung der digitalen Leittechnik, des Hilfsspeisewassersystems (System 327). Dazu ordnete er das System 327 in das Gesamtsystem ein und stellte die Besonderheiten vor. Im letzten Vortrag des ersten Tages präsentierte Herr Vogel (IPM) den Arbeitsstand des aktuellen gemeinsamen Forschungsvorhabens. Er stellte die bisherigen Ergebnisse vor.



Abbildung 39: Vortrag Herr Dräger (OKG/E.ON)

Am zweiten Tag des Workshops stellte Herr Dräger (OKG/E.ON) Möglichkeiten der Füllstandsmessung im Reaktordruckbehälter schwedischer und deutscher Siedewasserreaktoren vor. Den letzten Vortrag des Workshops hielt Herr Weisemann (E.ON) über die schwedische Kernkraftanlage Oskarshamn. Dazu stellte er die durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen in den drei vorhandenen Blöcken vor und ging besonders auf das Änderungsmanagement der Leittechnik im Block 2 ein.

Während des gesamten Workshops wurden intensiv Fragestellungen zum Einsatz digitaler Reaktorschutzleittechnik diskutiert.

Zum Abschluss des Workshops führte Prof. Kratzsch die Teilnehmer durch das Zittauer Kraftwerkslabor auf dem Gelände der Zittauer Stadtwerke. Er stellte unter anderem die Ergebnisse und den Stand der Arbeiten zur Versuchsanlage THERESA vor.

4.7.4 Doktorandenseminar des Kompetenzzentrum OST für Kerntechnik



Abbildung 40: Teilnehmer des Doktorandenseminars Kompetenzzentrum Ost 2014

Am 04.12.2014 war die Hochschule Zittau/Görlitz, organisiert durch das Fachgebiet Kerntechnik / Soft Computing des Instituts für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM), Veranstaltungsort des traditionellen Doktorandenseminars des Kompetenzzentrums Ost für Kerntechnik. In diesem Seminar mit ca. 60 Teilnehmern aus Industrie und Forschung sowie Vertretern der Projektträger vom BMBF und BMWi, welches abwechselnd an einer der dem Kompetenzverbund beteiligten vier Institutionen ausgerichtet wird, stellten Promovendinnen und Promovenden in 9 Vorträgen sowie 8 Posterpräsentationen aus unterschiedlichsten Wissenschaftsdisziplinen die Fortschritte und Ergebnisse ihrer Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheitsforschung vor. Die Themen werden durch nationale und internationale Förderprogramme finanziert und dienen dem Kompetenzerhalt auf dem Gebiet der Kerntechnik.

In der Eröffnung durch den Prorektor Forschung der HSZG Prof. Zschunke und den stellvertretenden Institutsdirektor des IPM Prof. Kästner wurde die Relevanz derartiger Veranstaltungen und die Einordnung des Doktorandenseminars in die Profillinie „Energie und Umwelt“ der Hochschule Zittau/Görlitz verdeutlicht.

In der Veranstaltung im Dreiländereck wurde in Gastvorträgen durch Beata Spaczyńska vom polnischen Wirtschaftsministerium und Jan Rataj von der Tschechischen Technischen Universität Prag (Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering) über die aktuelle Situation und die zukünftige Ausrichtung der Nachbarländer in der Energiepolitik sowie der studentischen Ausbildung berichtet.

Die Veranstaltung spiegelte das exzellente wissenschaftliche Niveau der an den Institutionen TU Dresden (TUD), Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR), Hochschule Zittau/Görlitz, IPM und des Vereins für Kernverfahrenstechnik und Analytik (VKTA) Dresden durchgeführten wissenschaftlichen Arbeiten wider. Neben deren Promovendinnen und Promovenden stellte auch ein Doktorand des National Centre for Nuclear Research Swierk (Polen) die Arbeit der CFD Analysis Group des Forschungsinstituts vor.

Besonders diskutiert wurden im Rahmen der Veranstaltung die Aspekte der internationalen Zusammenarbeit in Gegenwart und Zukunft, die Nachhaltigkeit der vorgestellten Forschungsergebnisse und deren Übertragbarkeit auf andere Anwendungsgebiete. Im Anschluss an das Seminar wurden den interessierten Gästen die Versuchsanlagen des Zittauer Kraftwerkslabors sowie das Energietechnische Kabinett präsentiert.



Abbildung 41: Während der Doktorandenseminars (oben) und Besichtigung des Zittauer Kraftwerkslabors und des Energietechnischen Kabinetts (unten)

Das Kompetenzzentrum OST für Kerntechnik ist ein Verbund mit dem Ziel der Sicherung des akademisch gebildeten Fachkräftenachwuchses in den Universitäten, Hochschulen, Instituten, bei den Kernkraftwerksbetreibern und -herstellern sowie in Behörden und Gutachtergremien.

Die Ziele des Kompetenzverbundes sind der intensive Know-how Transfer zwischen den vier Institutionen, der Kompetenzerhalt der kern- und strahlentechnischen sowie der radiochemischen Aus- und Fortbildung an der TU Dresden, der HS Zittau/Görlitz, dem Helmholtz-Zentrum und dem VKTA.

Für das 10. Doktorandenseminar des Kompetenzzentrum OST im Jahr 2015 wird das HZDR Gastgeber sein.

4.7.5 Inbetriebnahme des Versuchsstand "NICoLe"



Abbildung 42: Vorführung des Versuchsstands "NICoLe"

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundvorhabens „Nichtinvasive Zustandsüberwachung von Kernreaktoren zur Detektion von Füllstandsänderungen und der Deformation des Kerns“ wurde der zugehörige Versuchsstand erfolgreich in Betrieb genommen. Das gemeinsame Verbundprojekt ist eine Zusammenarbeit zwischen dem IPM (Projektleiter Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch) und der TU Dresden (Projektleiter Prof. Dr.-Ing. habil. Uwe Hampel). Der Versuchsstand dient der Entwicklung eines Kernzustandsdiagnoseverfahrens zur weiteren Erhöhung der Sicherheit von Kernkraftwerken.

Die anwesenden Teilnehmer unseres Projektpartners der TU Dresden sowie der Vertreter des Projektträgers Alexander Ehrlich vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) waren sehr beeindruckt von der Gestaltung des Versuchsstands und dem innovativ praktischen Fernbedienkonzept. Der automatisierte Versuchsablauf wurde dabei demonstriert.



Abbildung 43: Vorstellung des Versuchsstands durch Prof. Dr.-Ing. habil. Uwe Hampel (TU Dresden) und Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch (IPM) gegenüber dem Vertreter des Projektträgers Alexander Ehrlich

Neben der avisierten Verwendung des Versuchsstands in zukünftigen Forschungsvorhaben, wird dieser auch in die studentische Lehre einbezogen (u. a. studentische Praktika zu Füllstands- und Dosimetriemessungen).

Abbildung 44 zeigt den Versuchsstand. Dieser ist so gestaltet, dass auf einer Seite eine flexible, programmierbare Gammastrahlungsverteilung erzeugt wird (linker Teil der Abbildung), die nach Passieren von Barrieren auf der anderen Seite mittels einer Anordnung von Gammasensoren (rechts in der Abbildung) detektiert wird. Die Dimensionen lehnen sich näherungsweise der Anordnung im Druckwasserreaktor (DWR) eines Kernkraftwerks (KKW) an, wobei bei der Wahl der Quellen auf Laborbedingungen Rücksicht genommen wurde. Grundsätzlich soll die auftretende Gammastrahlungsverteilung außerhalb des Reaktordruckbehälters (RDB) experimentell nachgebildet werden, die bei einem sinkenden Kühlmittelfüllstand sowie bei einer Kernschmelze auftreten würde.



Abbildung 44: Der Versuchsstand "NICoLe"

Im Rahmen der Inbetriebnahme wurde dem Projektträger der aktuelle Stand der gemeinsamen Forschungsarbeiten präsentiert. Sebastian Schmidt (IPM) stellte die Motivation (Störfälle in Three Mile Island und Fukushima Daiichi) und die Entwicklung sowie die Vorteile eines Kernzustandsdiagnoseverfahrens detailliert vor. Des Weiteren beschrieb er die entwickelten Methoden und die Vorgehensweise zur Vali-

dierung dieses neuartigen Verfahrens. Die dafür benötigten Simulationsergebnisse aus Monte-Carlo-Simulationen mit vereinfachten Kernzustandsmodellen und den Simulationen zur Hintergrundstrahlung stellte Carsten Brachem (TU Dresden) vor. Derzeit wird an der Umsetzung und Berechnung der detaillierten Monte-Carlo-Simulationsmodelle für 10 definierte Kernzustände gearbeitet.

Die Veranstaltung schloss mit einer gemeinsamen intensiven Diskussion über mögliche zukünftige Anschlussvorhaben, des Weiteren wurde die tiefe Zusammenarbeit der Verbundpartner TU Dresden und dem IPM sowie der erreichte Projektstand lobend festgehalten.

An dieser Stelle danken wir Alexander Ehrlich für seine wohlwollende Unterstützung, dem BMBF für die finanzielle Förderung sowie Prof. Dr.-Ing. Thomas Schönmuß (Fakultät Maschinenwesen) und seinen Mitarbeitern Uwe Heidrich und Roland Heidrich für die fachliche Beratung sowie die Beherbergung unseres Versuchstandes innerhalb des Strahlenlabors.

4.7.6 Meeting zum internationalen Informationsaustausch auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheitsforschung

In der letzten Woche vor Weihnachten besuchten Mitarbeiter der Nuclear Regulatory Commission (NRC) aus den USA und der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) aus Deutschland die Hochschule Zittau/Görlitz und das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR). Die NRC ist die staatliche Kernenergie-Aufsichtsbehörde der Vereinigten Staaten, der u. a. die Kontrolle der Sicherheit dortiger kerntechnischer Anlagen obliegt. Ziel ihres Besuches war der internationale Erfahrungsaustausch zu Projektthemen mit Bezug zur nuklearen Sicherheitsforschung, welche durch das Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) der Hochschule in enger Kooperation mit dem Institut für Fluidodynamik des HZDR bearbeitet wurden und werden.

Am ersten Tag des Meetings präsentierte die Fachgruppe Kerntechnik/Soft Computing des IPM nach der Vorstellung der Hochschule Zittau/Görlitz seine Forschungsaktivitäten der letzten Jahre auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheitsforschung. Der Fokus lag dabei vorrangig auf dem aktuellen Projekt „Partikelentstehung und -transport im Kern von Druckwasserreaktoren“ sowie den im Folgeprojekt angestrebten Zielstellungen.

Im Anschluss besichtigten die Vertreter der NRC und der GRS die Versuchslabore und -anlagen des IPM. Dabei nahmen sie die vielen Einzeleffekt- und Integral-Versuchsstände des Thermohydrauliklabors sowie die Anlagen des neuen Zittauer Kraftwerklabors (KWL) in Augenschein (Abbildung 45 und Abbildung 46). Der amerikanischen Behörde und der GRS konnten somit die interdisziplinären Forschungskompetenzen im Dreiländereck und die hochwertige und umfangreiche technische Ausstattung der hier vorhandenen Labore aufgezeigt werden.



Abbildung 45: Besichtigung des Versuchsstands THERESA im Zittauer Kraftwerkslabor



Abbildung 46: Besichtigung des Thermohydrauliklabors des IPM

Am 18. Dezember wurde das Meeting in Rossendorf fortgesetzt. Dabei wurden neben den Forschungsprojekten des HZDR die aktuellen Projekte und Problemstellungen der Sicherheitsbehörden NRC und GRS vorgestellt. Die aufgezeigten Ergebnisse

zeigten klar, dass bei den aktuellen Aktivitäten auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheitsforschung große inhaltliche Überschneidungen existieren. Im Anschluss fand eine Besichtigung der Versuchsanlagen des HZDR statt.

Am Ende der zweitägigen Veranstaltung wurde eine engere internationale Zusammenarbeit diskutiert sowie die Notwendigkeit eines intensiveren Informationsaustausches hervorgehoben.

4.8 Wissenschaftliche Veranstaltungen – Gesamtübersicht

Datum	Thema/Bezeichnung	Veranstalter
24.03.2014	Kick-Off-Meeting Ziel 3	Hochschule Zittau/Görlitz, IPM
05.-08.05.2014	Jahrestagung Kerntechnik in Frankfurt	Kerntechnische Gesellschaft e.V., DATF
07.-11.07.2014	22 th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE) in Prag, Tschechische Republik	ASME American Society of Mechanical Engineers
11.-14.08.2014	14 th International Symposium on Magnetic Bearings (ISMB14) in Linz, Österreich	Johannes Kepler Universität Linz
14.-15.10.2014	46. Kraftwerkstechnisches Kolloquium in Dresden	Technische Universität Dresden
04.-05.11.2014	ERFA Transformator	Vattenfall Europe Generation AG Cottbus
13.-14.11.2014	5. Workshop Digitale Leittechnik	Hochschule Zittau/Görlitz, IPM
04.12.2014	Doktorandenseminar des Kompetenzverbundes Ost für Kerntechnik in Zittau	Hochschule Zittau/Görlitz, IPM
17.-18.12.2014	Technical Meeting NRC – GRS – HZDR - IPM in Zittau	Hochschule Zittau/Görlitz, IPM

4.9 Verantwortliche Mitwirkung in Gremien

Prof. Dr.-Ing. F. Worlitz:

Studienkommission Mechatronik

Mitglied des Prüfungsausschusses des Studienganges Elektrotechnik und des Studienganges Mechatronik

Gutachter des tschechischen Ministeriums für Ausbildung und Wissenschaft

Mitglied im Fachausschuss Mechatronik des Hochschulkonsortiums für internationale Projekte

Gastdozent an der Chinesisch-Deutsche Hochschule für Angewandte Wissenschaften (CDHAW) der Tongji Universität Schanghai

Gastdozent an der TU Liberec

Member Steering Committee International Symposium on Magnetic Bearings (ISMB)

Gutachter bei IEEE

Prof. Dr.-Ing. W. Kästner:

GMA-Fachausschuss 5.14 "Computational Intelligence"

Berkeley Initiative in Soft Computing (BISC)

Gastdozent an der Chinesisch-Deutsche Hochschule für Angewandte Wissenschaften (CDHAW) der Tongji Universität Schanghai

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 (bis 2012)

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:

Vorsitzender Studienkommission Automatisierung und Mechatronik

Obmann VDI Bezirksgruppe Oberlausitz

Gutachter AiF

Gutachter Auswahlausschuss Jahrestagung Kerntechnik

Gutachter International Conference on Nuclear Engineering ICONE

GMA-Fachausschuss 7.11 „Leittechnik in Kernkraftwerken“

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

Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke:

Prorektor Forschung der HS Zittau/Görlitz in der Wahlperiode 2010 bis 2015 und in dieser Funktion Mitglied in mehreren Gremien

Gutachter in den BMBF-Programmen IngenieurNachwuchs und FHInvest.

Mitglied im VDI-AK zur VDI 3461 "Emissionsminderung Holzvergasungsanlagen"

Berater der Arbeitsgruppe Vergasung von Biomasse der Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V. (FEE) und mitwirkend an deren jährlicher Einschätzung zum Stand der thermochemischen Vergasung von Biomasse in Verbindung mit Kraft-Wärme-Kopplung, im Zuge der Fachtagungen „Kleine und mittlere Holzvergasung“ während der RENEXPO® in Augsburg

Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der „Internationalen Anwenderkonferenz für Biomassevergasung“, im Zuge der CEP – CLEAN ENERGY & PASSIVE HOUSE® in Stuttgart

Gutachter in der Förderlinie „IngenieurNachwuchs“

Dipl.-Ing (FH) Roman Schneider:

Mitglied im VDI-AK zur VDI 3461 "Emissionsminderung Holzvergasungsanlagen"

4.10 Kooperative Promotionsverfahren

Promovend	Betreuender Hochschullehrer	Kooperierende Hochschule	Thema	Laufzeit
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
Düsterhaupt, Stephan	Prof. Worlitz	TU Chemnitz	Komplexe und integrierte Methoden zur Entwicklung und Verlässlichkeitsbewertung berührungsfreier Magnetlager	08-11
Vanek, Christian	Prof. Worlitz	TU Chemnitz	Entwicklung von Methoden zur Bewertung und Optimierung von Fanglagern für magnetgelagerte Maschinen	08-11
Kratzsch, Doreen	Prof. Kästner	TU Ilmenau	Verfahren zur Zustandsbewertung von Leistungstransformatoren und Generierung von Fail-Safe-Kriterien	12/09 - 05/13
Schneider, Clemens	Prof. Hampel	TU Dresden	Experimentelle Untersuchung von Siedevorgängen	10/09 - 09/12

Promovend	Betreuender Hochschullehrer	Kooperierende Hochschule	Thema	Laufzeit
			gen mit optischen Verfahren und Parameterbestimmung für CFD-Rechnungen an kleinskaligen Versuchständen	
Fiß, Daniel	Prof. Hampel	TU BA Freiberg	Simulation mit Unschärfe für komplexe energetische Systeme (ESF)	06/09 - 07/12
Tusche, Peter	Prof. Zschunke, Prof. Hampel	TU Dresden	Optimierung von Kraftwerkskomponenten unter Oxyfuel-Bedingungen mittels Simulationsmodellen (ESF)	06/09 - 07/12
Kittan, Stefan	Prof. Kästner	TU Ilmenau	Modellierung/ Simulation der Dynamik von Anlagungs- und Penetrationsprozessen in partikelbelasteten Kühlmittelströmungen	01/11 - 12/ 13
Schmidt, Sebastian	Prof. Kratzsch	TU Dresden	Einsatz von Soft Computing-Methoden für die Kernzustandsdiagnose	07/12 - 06/15
Li, Li	Prof. Worlitz	TU Ilmenau	Methoden des Soft Computing zur Regelung und Diagnose von Magnetlagern	12-15
Fiebig, Jan	Prof. Worlitz	North West University Potchefstroom South Africa	Design Algorithm of Magnetic Bearings used for industrial steam turbines	13-16

4.10.1 Doktorand erhält „Student Best Paper Award“



Abbildung 47: Prof. Dr. Tech. Sc. Igor Piro, M.Eng. Sebastian Schmidt und Prof. Dr. rer. nat. Wolfgang Hansen (v.l.n.r.) auf der ICONE 22

Im Zeitraum vom 7. bis 11. Juli fand in Prag die Konferenz ICONE 22 (22nd International Conference on Nuclear Engineering) statt, auf der zahlreiche Fachvorträge zu aktuellen Themen aus Forschung, Entwicklung und für Anwendungen in 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.

Herr M.Eng. Sebastian Schmidt, Absolvent des Masterstudienganges Mechatronik der Hochschule Zittau/Görlitz und Doktorand in der Forschungsgruppe von Prof. Kratzsch, präsentierte im Wettbewerb "Student Paper Competition" seine bisherigen Forschungsergebnisse mit dem Vortragsthema "Analysis of a Concept for the Diagnosis of the Core State during Severe Accidents in Pressurized Water Reactors". Der Beitrag von Herrn Schmidt wurde dabei mit dem Preis "Student Best Paper Award" ausgezeichnet. Darüber hinaus erfolgt die Veröffentlichung des Beitrages von Herrn Schmidt im ASME Journal of Nuclear Engineering & Radiation Science.

Herr Schmidt arbeitet seit Juli 2012 im Rahmen des vom BMBF (Grundlagenforschung Energie 2020+) geförderten Verbundvorhabens „Nichtinvasive Zustandsüberwachung von Kernreaktoren zur Detektion von Füllstandsänderungen und der Deformation des Kerns“ an seiner Dissertation. Das genannte Forschungsvorhaben wird gemeinsam mit der TU Dresden, AREVA Stiftungsprofessur für Bildgebende Messverfahren in der Energietechnik bearbeitet. Das Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung eines Verfahrens zur Detektion der Absenkung des Kühlmittelinventars sowie des Einsetzens und Fortschreitens der Kernschmelze mit Deformation des Kerns

in Druckwasserreaktoren mittels nichtinvasiver Messung der Gammastrahlungsverteilung an der Außenseite des Reaktordruckbehälters bei schweren Störfällen. Neben den methodischen Arbeiten erfolgt die Errichtung eines entsprechenden Versuchstandes an der Hochschule Zittau/Görlitz.

4.10.2 Praktikantin erhält Stipendium



Abbildung 48 Prof. Frank Worlitz(li.), Stipendiatin Annett Sturm und Rektor Prof. Friedrich Albrecht

Aus der Hand des Vorstandsmitgliedes der Stiftung Lausitzer Braunkohle, Jörg Waniek, erhielt Annett Sturm, Studentin unserer Hochschule, ein Stipendium überreicht.

"Ich freue mich über dieses Stipendium sehr", so Annett Sturm, "werden doch damit meine Leistungen im Studium auf besondere Weise gewürdigt. Zudem entspannt sich für diese Zeit meine finanzielle Situation."

Annett Sturm ist Studentin der Elektrotechnik/Automatisierungstechnik im 7. Semester, verheiratet und hat zwei Töchter im Alter von zehn und acht Jahren. Gerade eben hat sie ihre Praxissemesterarbeit am Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierungstechnik und Messtechnik (IPM) zum Thema „Druck-, Temperatur- und Füllstandsregelung für einen Druckbehälter für das Projekt THERESA“ (Aufbau im Zittauer Kraftwerkslabor) mit der Note „sehr gut“ verteidigt.

Auf die Frage, wie sie zum Studium an unsere Hochschule gekommen sei, antwortet sie: „Ich erlernte erst den Beruf einer Kommunikationselektronikerin und qualifizierte mich weiter zur staatlich geprüften Informatikerin. Da ich mich aber unterfordert und nicht gefördert fühlte, beschloss ich, noch einmal „richtig“ zu studieren. Als ich zu

einem Hochschulinformationstag im Sommer in Zittau war, habe ich mir alles angeschaut und ich fühlte mich sofort willkommen. Dieses Gefühl habe ich bis heute. Ich werde gefördert und gefordert und fühle mich in solch einer Arbeitsatmosphäre, wie sie mir das IPM bereits als studentische Hilfskraft bietet, wohl. Und die Lösung von anspruchsvollen Aufgaben macht mir zudem viel Spaß.“ Täglich pendelt sie zwischen ihrem Heimatort Bischofswerda und Zittau hin und her. „Ohne die Unterstützung meiner Familie und durch eine ausgeklügelte Organisation könnte ich nicht studieren“, so Annett Sturm.

Die Jury für die Vergabe der Stipendien der Stiftung Lausitzer Braunkohle würdigte ihre fachlichen Leistungen, aber auch ihr Auftreten, sowie ihr optimistisches und zukunftsorientiertes Denken. Unter den acht Studierenden der Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und technischer Studiengänge der BTU Cottbus-Senftenberg, der TU Bergakademie Freiberg, der TU Dresden und unserer Hochschule, die ein Stipendium erhielten, ist sie die einzige Frau.



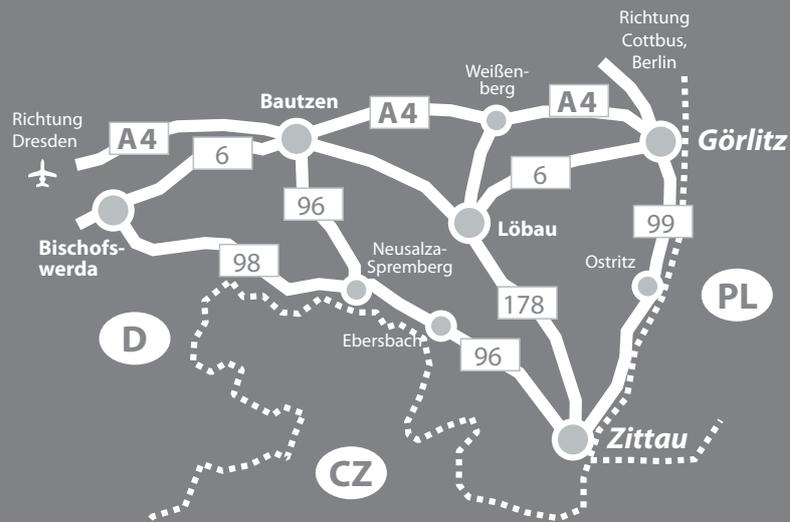
Abbildung 49 Jörg Waniek überreicht Annett Sturm die Urkunde über ihr Stipendium

Die Stiftung Lausitzer Braunkohle unterstützt Studierende von Studieneinrichtungen, die einen engen Bezug zur Lausitz haben und die sich im Rahmen ihres Studiums thematisch mit Fragen der Ressourcen schonenden Energieerzeugung sowie des Umwelt- und Klimaschutzes befassen. Gefördert werden Studierende im Master- oder Diplomstudium. Auch ein Auslandsaufenthalt für ein halbes Jahr kann so unterstützt werden. In diesem Jahr wird ein Stipendiovolumen im Wert von 21.600 Euro ausgereicht. Seit 2010 sind nunmehr 20 Studierende in den Genuss dieser Förderung gekommen.

5 Bisherige 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
Bilfinger Mauell GmbH, Velbert
Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Lehrstuhl Kraftwerkstechnik
Bundesministerium für Bildung und Forschung
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
Hitachi Power Europe GmbH, Duisburg
Innotas Elektronik GmbH, Zittau
Jeumont S.A., Frankreich
KEW Kunststoffherzeugnisse 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
Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG
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



Hochschule Zittau/Görlitz

Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM)

Postfach 1455, D-02754 Zittau

☎ +49(0)3583 61-1383 // 📠 +49(0)3583 61-1288 // ✉ ipm@hszg.de // 🌐 www.hszg.de/ipm