



Hochschule
Zittau/Görlitz

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Jahresforschungsbericht 2013

*Institut für Prozeßtechnik,
Prozeßautomatisierung
und Meßtechnik*



STUDIERN_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	7
3.4.3	Fachgebiet Messtechnik/Prozessautomatisierung	8
3.4.4	Fachgebiet Kraftwerks-, Dampferzeuger- und Feuerungstechnik.....	9
3.4.5	Fachgebiet Mustererkennung/Bildverarbeitung	10
3.4.6	Fachgebiet Angewandte Elektronik	11
4	Forschungsrelevante Aktivitäten des IPM	12
4.1	Mechatronische Systeme	12
4.1.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	12
4.1.2	Versuchsanlagen	17
4.1.3	Publikationen	21
4.1.4	Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten	22
4.1.5	Betreuung von Promovenden	23
4.1.6	Weiterbildung/Qualifizierung.....	23
4.2	Kerntechnik/Soft Computing.....	24
4.2.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	24
4.2.2	Versuchsanlagen	28
4.2.3	Messtechnik	31
4.2.4	Publikationen	33
4.2.5	Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten	35
4.2.6	Betreuung von Promovenden	35
4.3	Messtechnik/ Prozessautomatisierung.....	36
4.3.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	36
4.3.2	Versuchsanlagen	42
4.3.3	Publikationen	44
4.3.4	Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten	46
4.4	Kraftwerks-, Dampferzeuger- und Feuerungstechnik	48
4.4.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	48
4.4.2	Versuchsanlagen	60
4.4.3	Publikationen	66
4.4.4	Betreuung von Promovenden	67
4.5	Mustererkennung und Bildverarbeitung	68
4.5.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	68

4.5.2	Versuchsanlagen	71
4.6	Angewandte Elektronik	72
4.6.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	72
4.7	Messen und Wissenschaftliche Veranstaltungen.....	73
4.7.1	Workshop Leittechnik und Präsentation der Ergebnisse	73
4.7.2	Eröffnung „Thermochemisches Versuchsfeld“	75
4.7.3	Workshop Magnetlagertechnik	76
4.7.4	20th East West Zittau Fuzzy Colloquium	77
4.7.5	Kooperationsvereinbarung mit der North-West University in Südafrika	78
4.8	Wissenschaftliche Veranstaltungen – Gesamtübersicht	79
4.9	Verantwortliche Mitwirkung in Gremien	79
4.10	Kooperative Promotionsverfahren	81
5	Bisherige Auftraggeber und Kooperationspartner.....	83

1 Einleitung

Das Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) ist eine zentrale Einrichtung der Hochschule Zittau/Görlitz. Haupttätigkeitsfeld ist die drittmittelfinanzierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Energietechnik und Mechatronik. Zum IPM gehören 6 Fachgebiete mit insgesamt ca. 50 Mitarbeitern und 7 Professoren. Die Gründung des IPM geht auf das Jahr 1993 zurück.

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

Im Februar ist das Institut mit der Erweiterung durch die Forschungsgruppe Kraftwerks- und Energietechnik weiter gewachsen. Damit wurde die Fachkompetenz im Bereich Energietechnik erweitert und profiliert. Mit nunmehr 70 Arbeitsplätzen für Professoren, Mitarbeiter und Studenten ist das Institut die größte Struktureinheit der Hochschule Zittau/Görlitz. Das IPM betreibt Labore auf einer Fläche von ca. 1400 m². Im zurückliegenden Jahr konnten Projekte erfolgreich abgeschlossen und neue begonnen werden. Der hohe Anteil der Industrieprojekte zeigt, dass sich das IPM im Jahr 20 nach seiner Gründung zu einem attraktiven und verlässlichen Partner für die Industrie entwickelt hat. Aber auch der Start der durch das BMWi bzw. BMBF geförderten Projekte „Partikelentstehung und -transport im Kern - Thermo- und fluid-dynamische Mechanismen“ und „Sinabel“ sind Resultat der erfolgreichen Arbeit.

Die weitere Vernetzung mit dem Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf und der TU Dresden wirken sich in vielerlei Hinsicht positiv aus.

An dieser Stelle alles aufzuzählen, was die Arbeit am IPM prägt, würde den Rahmen einer Einleitung sprengen. Einige besondere Meilensteine seien dennoch besonders erwähnt.

Ohne Zweifel zählt dazu die Errichtung des Zittauer Kraftwerkslabors (ZKWL). Dieses durch die Europäische Union und den Freistaat Sachsen geförderte Vorhaben ist nicht nur durch das Investitionsvolumen sondern vor allem durch die Komplexität der Aufgaben und der zu errichtenden Versuchsanlagen eine Herausforderung für alle Beteiligten. Mit dem „Thermochemischen Versuchsfeld“ konnte 2013 die erste von insgesamt vier Versuchsanlagen feierlich in Betrieb genommen werden. Darüber hinaus wurde mit dem Beginn der Baumaßnahmen für die Laborhalle ZKWL eine wichtige Voraussetzung für die Errichtung der Versuchsanlagen geschaffen. Wesentlich zum Gelingen trägt die Unterstützung durch die Hochschulleitung und die Stadtwerke Zittau bei. Besonders erwähnt sei aber auch die gute Zusammenarbeit mit den mit der Errichtung beauftragten Firmen.

Mit der Unterzeichnung der Kooperationsvereinbarung zwischen der Hochschule Zittau/Görlitz und der North-West University Südafrika wurde eine nunmehr 10-jährige Zusammenarbeit vertraglich besiegelt. Schon seit 2004 besteht eine intensive Kooperation auf dem Gebiet der Magnetlagertechnik, was sich in zahlreichen Projek-

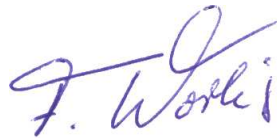
ten und regem Forschungsaustausch u. a. in der im letzten Jahr begonnenen kooperativen Promotion widerspiegelt.

Das IPM hat sich immer als Umfeld für die persönliche Qualifikation verstanden. Am Institut wurden bisher zehn Promotionen erfolgreich abgeschlossen. Mit der Arbeit von Stephan Schulz und der erfolgreichen Verteidigung in Freiberg ist 2013 eine weitere dazu gekommen.

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 2013 wider.

Zittau, im Mai 2014

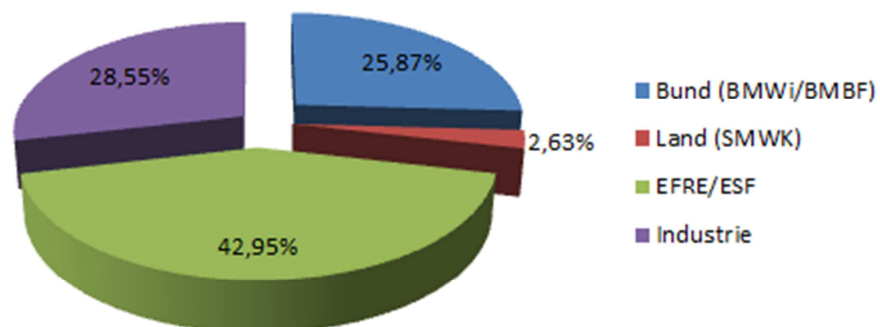


Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz
Direktor IPM

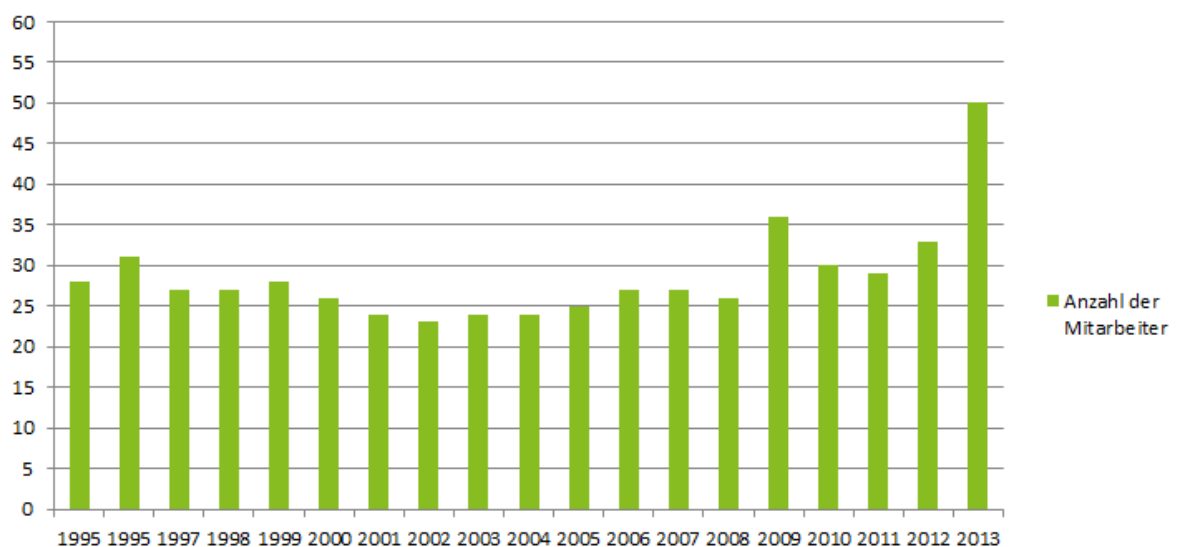
2 Statistische Angaben

<u>Hochschullehrer:</u>	7
<u>Mitarbeiter:</u>	50 (Stand Dezember 2013)
<u>Drittmittel:</u>	3,23 Mio. €

Drittmittelverteilung 2013



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. Torsten Rottenbach
Dipl.-Ing. (FH) Stephan Düsterhaupt
Dipl.-Ing. (FH) Christian Vanek
Dipl.-Ing. (FH) Holger Neumann
Dipl.-Übers. (FH) Elisa Rudolph
Dipl.-Ing. (FH) Maik Griegoleit
M.Eng. Christian Panescu
Dipl.-Inf. (FH) Ivo Noack
M.Eng. Li Li
Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Ullrich
Dipl.-Ing. (FH) Christoph Hadank
Dipl.-Ing. (FH) Richard Schmidt
Gastwissenschaftlerin Frau Hong Wang

Arbeitsfelder:

- Entwurf und Projektierung automatisierungstechnischer und mechatronischer Systeme (Rapid-Prototyping, CAE, Modellierung und Simulation mechatronischer Systeme, FEM)
- Magnetlager (Auslegung und Konstruktion, Regelungstechnik, Leistungselektronik, Diagnose)
- Sensortechnik
- Überwachung und technische Diagnose
- Simulation (MADyn, ANSYS, NX, MLDyn, +CAE)

3.4.2 Fachgebiet Kerntechnik/Soft Computing

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Sören Alt (Laborleiter)
Dr.-Ing. André Seeliger
Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Miriam Hölker (QM-Beauftragte)
Dipl.-Wirtsch.-Math. (FH) Stefan Renger

Dipl.-Ing. (FH) Doreen Kratzsch

Dipl.-Ing.(FH) Stefan Kittan

Dipl.-Inf. Jana Hänel

Frank Zacharias

Matthias Pfeiffer

M.Eng. Hassan Chahi

Arbeitsfelder:

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

3.4.3 Fachgebiet Messtechnik/Prozessautomatisierung

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch

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

Arbeitsfelder:

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

3.4.4 Fachgebiet Kraftwerks-, Dampferzeuger- und Feuerungstechnik

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

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

Arbeitsfelder:

- Prozessdiagnose und Optimierung der Betriebsführung von Kraftwerkssystemen, Dampferzeugern, Feuerungsanlagen und thermochemischen Konversionsanlagen
- Thermodynamische und betriebstechnische Bewertung von Kraftwerkskreisläufen und komplexen wärmetechnischen Prozessen
- Analyse des dynamischen Verhaltens von energietechnischen Anlagen bei Betriebs transienten, Störfallszenarien, Laständerungsverhalten und Mindestlast
- Komplikationsanalyse und Zustandsüberwachung für Feuerungssysteme bezüglich Verschlackung/Fouling sowie Korrosion von Heizflächen und Rauch-

gasstrecken, Wärmeübertragung, Schadstoffemission, Zünd- und Abbrandverhalten, Mahltrocknung in Ventilatormühlen und Trocknungsverhalten von Biomasse

- stationäre und fluiddynamische Simulation energietechnischer Anlagen, Komponenten und Versuchsanlagen
- Differentialgleichungssysteme und thermodynamische Gleichgewichtsberechnungen, Energie- und Stoffstrombilanzierung
- Datenanalyse, Modellierung und Optimierung energieumwandelnder Prozesse mittels statistischer Methoden, Clusteranalyse, Künstlicher Neuronaler Netze und Genetischer Algorithmen
- Bewertung des feuerungstechnologischen Einsatzverhaltens von Braun- und Steinkohlen, Biobrennstoffen (Energiebiomassen und biogenen Nebenprodukten), Ersatzbrennstoffen
- Hochtemperatur-Messverfahren zur Überwachung und Betriebsführung von Dampferzeuger-Feuerungen mittels berührungsloser Sensoren

3.4.5 Fachgebiet Mustererkennung/Bildverarbeitung

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

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

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's, PCA, SVM, Artificial Neural Networks)
- OpenCV (Intel Open-Source Computer Vision Library für die Programmiersprachen C und C++ mit Algorithmen für Bildverarbeitung und maschinelles Sehen)
- HALCON (Kommerzielles Bildverarbeitungssystem der Firma MVTec-Software GmbH)

3.4.6 Fachgebiet Angewandte Elektronik

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Stephan Kühne

Dipl.-Ing. (FH) Olaf Schreiber

Dipl.-Soz.-arb. Jörg Bienert

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. (FH) S. Düsterhaupt, Dipl.-Ing. (FH) H. Neumann Dipl.-Ing. T. Rottenbach, Dipl.-Ing. (FH) C. Vanek
Finanzierung:	Vattenfall Europe Generation AG & Co. KG
Kooperationspartner:	Kraftwerk Boxberg
Laufzeit:	01.01.2013-31.12.2013

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Im Jahr 2004 wurde eine am IPM konzipierte und in Kooperation mit Unternehmen gebaute magnetgelagerte Kühlmittelpumpe im Block N des Braunkohlenkraftwerks Boxberg der Vattenfall Europe Generation AG installiert. Ziel war es, den Nachweis zu erbringen, dass Magnetlager für den Einsatz im Kraftwerksbetrieb geeignet sind und Betriebsdaten und Erfahrungen auch für weitere Anwendungen im Kraftwerk zu sammeln.

Angestrebt wurde der Dauereinsatz als Betriebspumpe im Voll- und Teillastbereich und als Reservepumpe bei Abschaltungen infolge planmäßiger und außerplanmäßiger Reparatur- und Wartungsarbeiten am Kraftwerksblock.

Im Jahr 2013 war die Pumpe ca. 169 Tage und 20 Stunden als Betriebspumpe im Einsatz. Im Januar wurde die Datenfernübertragung (DGÜ) getestet und in Betrieb genommen. Diese ermöglicht die Übertragung der Betriebsparameter der Pumpe aus dem Kraftwerk direkt an das IPM.

Der Betrieb im Teillastbereich, vor allem während der kühlen Herbst- und Wintermonate, führte zu erhöhten Belastungen im Bereich der Wellendichtungen. Beim Wechsel der Stopfbuchspackungen wurde festgestellt, dass die Keramikbeschichtung der Stopfbuchshülsen zum Teil abgeplatzt und durch Rost aufgeworfen war. Das führt zu wesentlich kürzeren Standzeiten der Wellendichtungen. Eine Reparatur hätte den Ausbau der Pumpe aus der Anlage und eine komplette Demontage zur Folge. Es wurde beschlossen, die Pumpe nach fast 10-jährigem Einsatz im Kraftwerk im Zuge der kleinen Revision des Blockes im März 2014 aus der Anlage auszubauen und an die Hochschule nach Zittau zu überführen.



Abbildung 1: Einsatz der magnetgelagerten Pumpe als Betriebspumpe im Kraftwerk Boxberg

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. In einem Forschungsprojekt wird am Aufbau eines Prototypen für ein solches Lager gearbeitet. Dazu wurde eine mechanische Konstruktion auf Grundlage der statischen und dynamischen Auslegung durchgeführt. Um verschiedene Regelstrategien und Einflüsse von materialtechnischen Eigenschaften untersuchen zu können, wurde ein Kleinversuchsstand aufgebaut und erfolgreich in Betrieb genommen.

Hauptschwerpunkt der Untersuchungen war die Validierung dynamischer Simulationsmodelle. Im Ergebnis sollen die Untersuchungs-/Simulationsergebnisse Hinweise für die Auslegung und Konstruktion des Prototypen liefern.

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, Dipl.-Ing. T. Rottenbach, Dipl.-Ing. (FH) C. Vanek

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



Kooperationspartner: Stadtwerke Zittau GmbH

Laufzeit: 01.09.2011-31.08.2014

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

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

Gegenstand des Projektes ist die Planung, Auslegung und Errichtung eines Großversuchsstandes zur Untersuchung von Magnetlagern einschließlich der dazu notwendigen Fanglagerung unter extremen Prozess- und Umgebungsbedingungen. Der Magnet- und Fanglagerprüfstand MFLP (siehe 4.1.2.1) wird in einer ehemaligen Maschinenhalle der Stadtwerke Zittau GmbH errichtet.

Im Projektjahr 2013 wurden zwei Schwerpunkte bearbeitet. Gemeinsam mit der Siemens AG Görlitz und der EAAT Chemnitz GmbH wurden die Komponenten des Magnet- und Fanglagerprüfstandes konstruiert. Dazu zählen Grundrahmen, Druckbehälter, Welle sowie eine Magnet- und Fanglagerung. Auf Grundlage von Konstruktionszeichnungen wurde mit der Fertigung begonnen.

Weiterhin erfolgten die Planung und der Aufbau des notwendigen Versuchsfeldes. In erster Linie wurde die Maschinenhalle zu einer Versuchshalle ertüchtigt. Die Umbaumaßnahmen betrafen die Erneuerung des Baukörpers (Stahlbetonböden, Maschinenfundament) und die Infrastruktur (Messkabine, elektrische Einspeisung und Hauptverteilung, Beleuchtung, Datennetz).

Der funktionale und sichere Betrieb des Versuchsstandes erfordert periphere Anlagen. Dazu zählen eine Aufspannplatte, elektrische Unterverteilung, Prozessleittechnik, Instrumentierung, elektrischer Wellenantrieb und thermohydraulische Teilanlagen. Hier erfolgten Arbeiten zur Planung und Auslegung. Es wurden Schnittstellen definiert und Mengengerüste (z. B. Ein-/Ausgabeschnittstellen) ermittelt. Ferner erfolgte eine Vorauswahl potenzieller Anbieter für Planungs- und Lieferleistungen.

Die Aufspannplatte und der komplette Wellenantrieb wurden 2013 geliefert. Die Arbeiten zum Hallenausbau, einschließlich Planung/Ausführung, und zur Montage der Aufspannplatte wurden im Wesentlichen im Projektjahr 2013 abgeschlossen.

Für 2014 sind die Errichtung der Versuchsanlagen einschließlich des Versuchsstan-

des sowie die Inbetriebnahme des Versuchsfeldes geplant.

4.1.1.4 Forschungsk Kooperation zwischen der Schaeffler Technologies AG und der Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Projektleiter:	Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz
Mitarbeiter:	Master Eng. C. Panescu, Dipl.-Ing. T. Rottenbach, Dipl.-Ing. (FH) R. Schmidt, Dipl.-Ing. (FH) C. Vanek
Finanzierung:	Industrie
Kooperationspartner:	Schaeffler Technologies AG
Laufzeit:	01.09.2011-31.08.2014

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung zu Forschungs- und Entwicklungsleistungen auf dem Gebiet der Magnet- und Fanglagertechnik mit der Schaeffler Technologies AG & Co. KG wurden drei Projekte bearbeitet. Diese dienen der Vorbereitung von Anschlussprojekten zu experimentellen Untersuchungen von Magnet- und Fanglagern an verschiedenen, am IPM installierten bzw. geplanten, Versuchsanlagen.



Abbildung 2: Kooperationsvereinbarung mit der Schaeffler Group - Prof. Worlitz (links) und Carsten Duppe (Leitung Anwendungsbereich Magnetlager der Schaeffler Technologies GmbH) © Hannes Rönsch

Zwei Projekte wurden erfolgreich bearbeitet und vom Auftraggeber abgenommen. Das dritte Projekt befindet sich derzeit in Bearbeitung, die Fertigstellung ist für Mai 2014 geplant.

4.1.1.5 Methoden des Soft Computing zur Regelung und Diagnose von Magnetlagern

ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
MitarbeiterInnen:	M. Eng. Li, Li
Finanzierung:	Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst
Laufzeit:	2013-2014

Magnetlager sind mechatronische Systeme. Hauptkomponenten einer aktiven Magnetlagerung sind der Rotor, das Spulensystem im Stator, Sensoren, Regler und Leistungselektronik. Alle Komponenten sind Bestandteile eines Regelkreises dessen Aufgabe darin besteht, die Welle einer Turbomaschine in festgelegten Grenzen, bei allen möglichen Betriebssituationen, stabil in einem festgelegten Bereich zu führen. Daraus ergeben sich hohe Anforderungen für die eingesetzten Regelkreise bezüglich Dynamik und Regelgüte. Das ist nicht nur allein eine Frage der eingesetzten Regelalgorithmen. Hochfrequente Anregungen im Bereich von Vielfachen der kritischen Wellendrehzahl beeinflussen die Stabilität zusätzlich und müssen beherrscht werden.

Die Erstinbetriebnahme und Optimierung erfordert daher die Berücksichtigung einer hohen Anzahl verschiedener Parameter und ein hohes Maß an Expertenwissen.

Ziel des Projektes ist es zu klären, inwieweit der Einsatz von Methoden des Soft Computing diese Prozesse unterstützen kann. Insbesondere Künstliche Neuronale Netze scheinen für die Automatisierung der Abläufe bei der Inbetriebnahme und der Optimierung während des Betriebes besonders geeignet.

Die daraus abgeleiteten Aufgaben können wie folgt zusammengefasst werden:

- Analyse und Eingrenzung aller Einflussfaktoren und Parameter
- Darstellung der Abläufe und Methoden
- Ermittlung von Frequenzen und Filtern
- Simulation
- Test der entwickelten Verfahren an bestehenden Versuchsanlagen

4.1.2 Versuchsanlagen

4.1.2.1 Versuchsanlage „Magnet- und Fanglagerprüfstand MFLP“

Der Magnet- und Fanglager-Prüfstand (MFLP) 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 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.

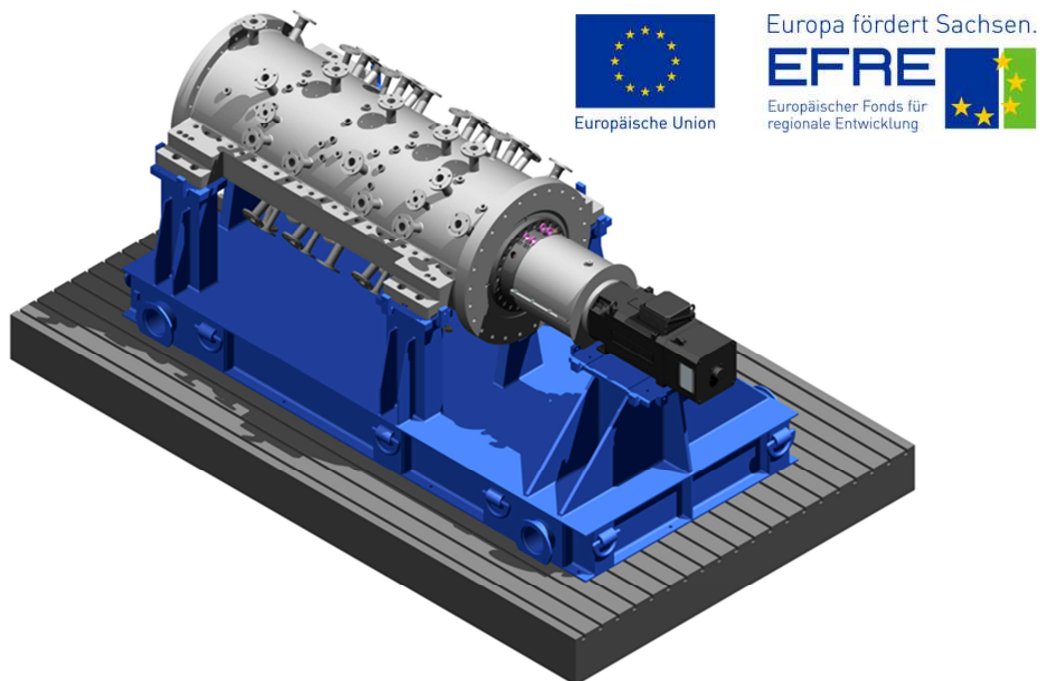


Abbildung 3: Magnet- und Fanglagerversuchsstand MFLP

4.1.2.2 Magnet- und Fanglagerprüfstand FLP 500



Abbildung 4: Magnet- und Fanglagerprüfstand FLP 500

Die Großversuchsanlage FLP 500 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

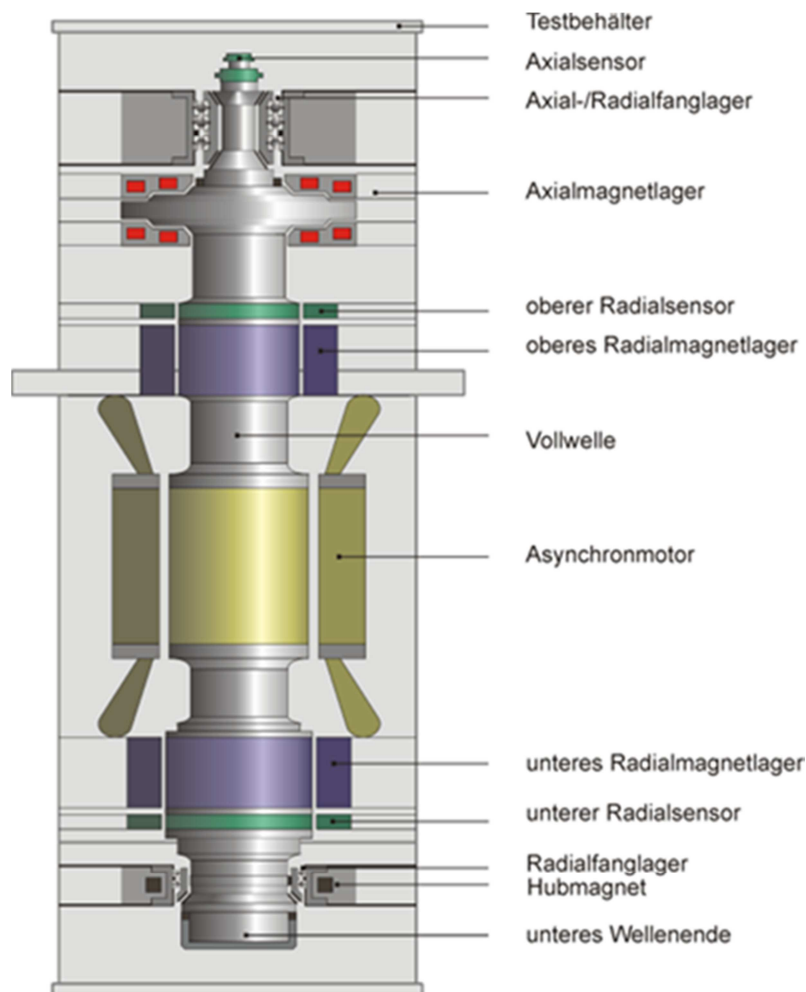


Abbildung 5: Aufbauschema Magnet- und Fanglagerprüfstand FLP 500

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 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
- 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.

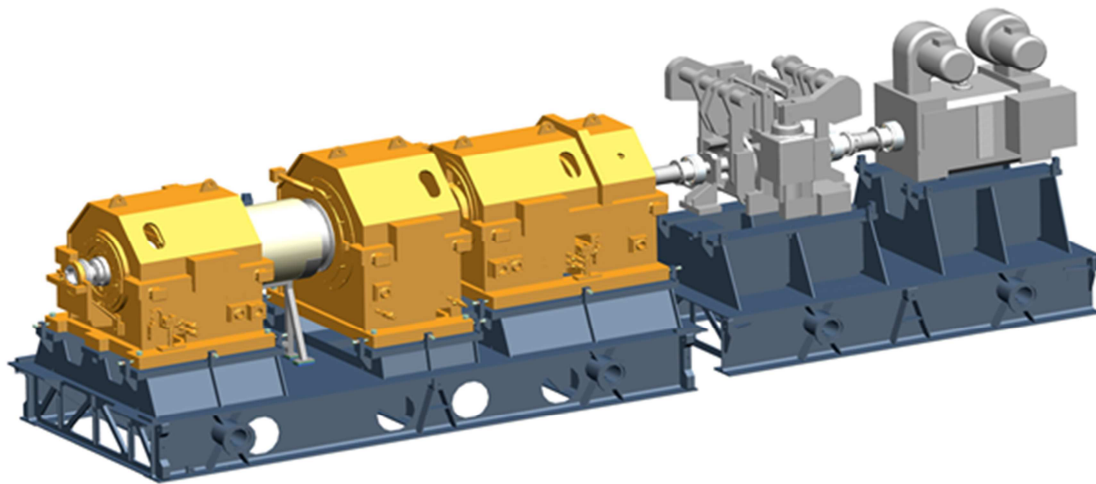


Abbildung 6: Versuchsanlage SFDT

4.1.2.4 Kleinversuchsstand ZMB120 (Zittau Magnetic Bearings)

Der Kleinversuchsstand ZMB120 ist eine Eigenentwicklung des Fachgebietes Mechatronische 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

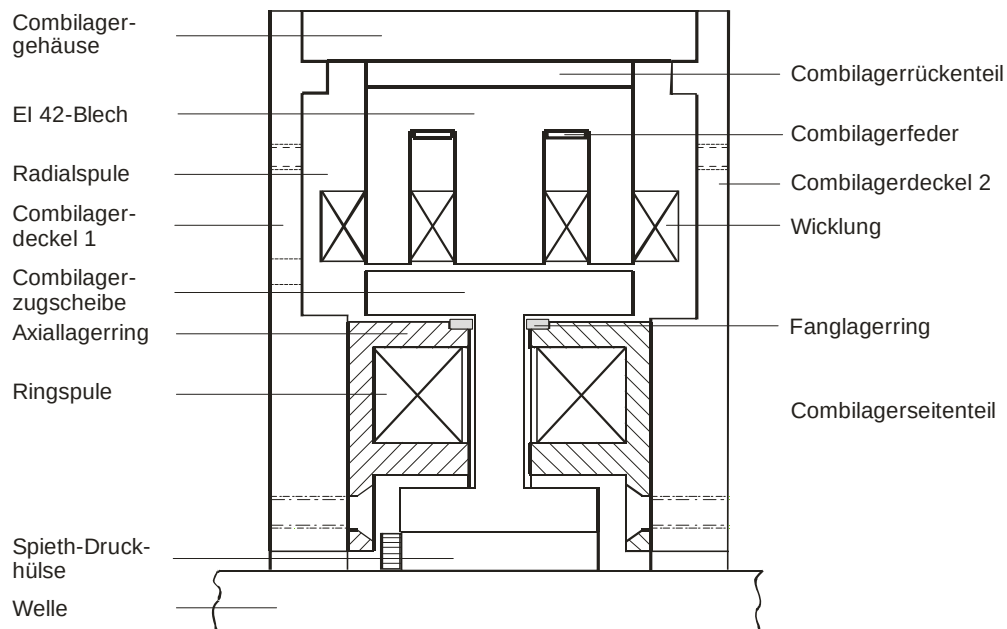


Abbildung 7: Schnittdarstellung des kombinierten Axial- und Radialmagnetlagers

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

C. Grund, T. Rottenbach, F. Worlitz: Untersuchungen zu einer magnetgelagerten Industriedampfturbine, 9. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 2.-3. Sept. 2013, Chemnitz

S. Düsterhaupt, F. Worlitz: Komplexe und integrierte Methoden zur Zuverlässigkeitsbewertung berührungsfreier Lager, 9. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 2.-3. Sept. 2013, Chemnitz

C. Vanek, N. Hecht, F. Worlitz, J. Janse van Rensburg, G. van Schoor: Validierung eines Gleitlagermodells durch Abwurfversuche, 9. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 2.-3. Sept. 2013, Chemnitz

C. Vanek, N. Hecht, F. Worlitz, J. Janse van Rensburg, G. van Schoor: Validierung eines Gleitlagermodells durch Abwurfversuche, 9. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 2.-3. Sept. 2013, Chemnitz

H. Neumann, C. Panescu, S. Düsterhaupt, F. Worlitz: MFLP – Magnet- und Fanglagerprüfstand des Zittauer Kraftwerkslabors, 9. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 2.-3. Sept. 2013, Chemnitz

4.1.3.2 Vorträge und Präsentationen

C. Grund, T. Rottenbach, F. Worlitz: Untersuchungen zu einer magnetgelagerten Industriedampfturbine, 9. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 2.-3. Sept. 2013, Chemnitz

S. Düsterhaupt, F. Worlitz: Komplexe und integrierte Methoden zur Zuverlässigkeitsbewertung berührungsfreier Lager, 9. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 2.-3. Sept. 2013, Chemnitz

C. Vanek, N. Hecht, F. Worlitz, J. Janse van Rensburg, G. van Schoor: Validierung eines Gleitlagermodells durch Abwurfversuche, 9. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 2.-3. Sept. 2013, Chemnitz

C. Vanek, N. Hecht, F. Worlitz, J. Janse van Rensburg, G. van Schoor: Validierung eines Gleitlagermodells durch Abwurfversuche, 9. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 2.-3. Sept. 2013, Chemnitz

H. Neumann, C. Panescu, S. Düsterhaupt, F. Worlitz: MFLP – Magnet- und Fanglagerprüfstand des Zittauer Kraftwerkslabors, 9. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 2.-3. Sept. 2013, Chemnitz

4.1.4 Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten

Thema 1: *Weiterentwicklung eines Software-Tools zur statischen Auslegung aktiver Magnetlager – Bachelorarbeit*

BearbeiterIn: Qiji Lu

BetreuerIn: Dipl.-Ing. (FH) Holger Neumann, Dipl.-Ing. Torsten Rottenbach

Auftraggeber: IPM - Fachgebiet Mechatronische Systeme

Thema 2: *Konzeption der Leittechnik für einen Magnetlagerversuchsstand - Diplomarbeit*

BearbeiterIn: Sebastian Reinicke

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

Auftraggeber: IPM Fachgebiet Mechatronische Systeme

Thema 3: **Verifikation und Validierung von Fanglagerversuchen
- Masterarbeit**

BearbeiterIn: Nico Hecht

BetreuerIn: Dipl.-Ing. (FH) Christian Vanek

Auftraggeber: IPM – Fachgebiet Mechatronische Systeme

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: Design Algorithm of magnetic bearings used for industrial steam turbines, North West University South Africa, Campus Potchefstroom, SIEMENS Turbinenbau Görlitz

4.1.6 Weiterbildung/Qualifizierung

Christian Vanek, Torsten Rottenbach

Teilnahme am Lehrgang SINAMICS S120 Service und Inbetriebnahme, 22.-26.07.2013, SIEMENS AG, Gleiwitzer Str. 555, 90475 Nürnberg

4.2 Kerntechnik/Soft Computing

4.2.1 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

4.2.1.1 Partikelentstehung und -transport im Kern - Thermo- und fluiddynamische Mechanismen

ProjektleiterIn: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. S. Alt, Dr.-Ing. A. Seeliger, M. Pfeiffer, S. Härtelt, Dipl. Wirtschaftsmath. (FH) S. Renger

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 Hauptziel besteht in der systematischen Aufklärung der physikochemischen Prozesse, die zur Bildung von Zn-Korrosionsproduktschichten an heißen Hüllrohren von DWR-Brennstäben und einer nachfolgenden Abplatzung mit Freisetzung von Korrosionsprodukt-Agglomeraten sowie zur Bildung unlöslicher Korrosionsprodukte durch Thermohydrolyse führen. Die Untersuchungen schließen die Quantifizierung der entstehenden Korrosionspartikelmengen sowie deren Auswirkungen auf thermohydraulische Prozesse ein. Daraus resultieren die folgenden Einzelzielsetzungen des Vorhabens:

1. Charakterisierung des Bildungs- und Kristallisationsmechanismus von Zn-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

Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden Experimente bezüglich der Entstehung kristalliner Zn-Korrosionsprodukte sowie deren Einfluss auf lokale Druckverluste, Temperaturverteilungen, Phasenübergänge und Wärmetransportprozesse durchgeführt. Gegenwärtig kann bereits eine umfangreiche experimentelle Datenbasis, aus Experimenten an der Hochschule Zittau/Görlitz (IPM), des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf sowie Dritter (AREVA und Betreiber) stammend, zugrunde gelegt werden. Ergänzende Experimente an vorhandenen Versuchsständen dienen der gezielten Erweiterung der Datenbasis um zusätzliche Randbedingungen.

4.2.1.2 Modellierung/Simulation der Dynamik von Anlagerungs- und Penetrationsprozessen in partikelbelasteten Kühlmittelströmungen

ProjektleiterIn: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. (FH) S. Kittan

Finanzierung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Projektträger: Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit GRS mbH

Laufzeit: 01.01.2011 31.12.2013

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Hintergrund der geplanten Untersuchungen ist aus Sicht der Reaktorsicherheitsforschung ein postulierter Kühlmittelverluststörfall in einem KKW. Es wird davon ausgegangen, dass durch einen Leckstrahl (Dampf, Wasser) Isolationsmaterial von Rohrleitungen bzw. anderen Anlagenkomponenten freigesetzt wird und in Folge dessen in dem für die Notkühlung vorgesehenen Kühlmittel in Suspension vorliegt (Barsebaeck-Szenario).



Abbildung 8: Filterkuchen nach einem Anlagerungsvorgang (links) und nach Teilablösung (rechts)

Die Beschreibung des Anlagerungs- und Penetrationsvorganges von Isolationsmaterial an Rückhaltevorrichtungen sowie die Bestimmung der daraus resultierenden Menge an Material, welches in den Kern gelangen kann, setzt voraus, dass auch der zeitliche Ablauf der Ausbildung eines Filterbettes an der Rückhaltevorrichtung nachgebildet werden kann.

Dazu sind bestehende CFD-Modelle aufgrund der Komplexität des Vorganges und des daraus resultierenden Modellierungs- und Simulationsaufwandes zurzeit nicht in der Lage.

Im Rahmen des Vorhabens wurden entsprechende Modelle mit Hilfe der Methoden „Zelluläre Automaten“ sowie „Multi-Agenten-Simulation“ entwickelt. Diese sind in der Lage, einen Anlagerungsprozess von Isolationsmaterial dynamisch nachzubilden. Während der Entwicklungsarbeit wurden umfangreiche Arbeiten zur Verifikation und zur Validierung der Anlagerungsmodelle durchgeführt.

4.2.1.3 Programmtechnische Umsetzung von Diagnosealgorithmen für Maschinentransformatoren

ProjektleiterIn: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
MitarbeiterInnen: Dipl.-Inf. J. Hänel, Dipl.-Ing. (FH) D. Kratzsch
Kooperationspartner: Vattenfall Europe Generation GmbH
Laufzeit: 01.01.2013-31.12.2013

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

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

Die von Vattenfall zur Verfügung gestellten Daten wurden für ausgewählte Transformatoren analysiert und unterschiedlichen Auswerteverfahren unterzogen. Sie wurden auf ihre Zusammenhänge untersucht.

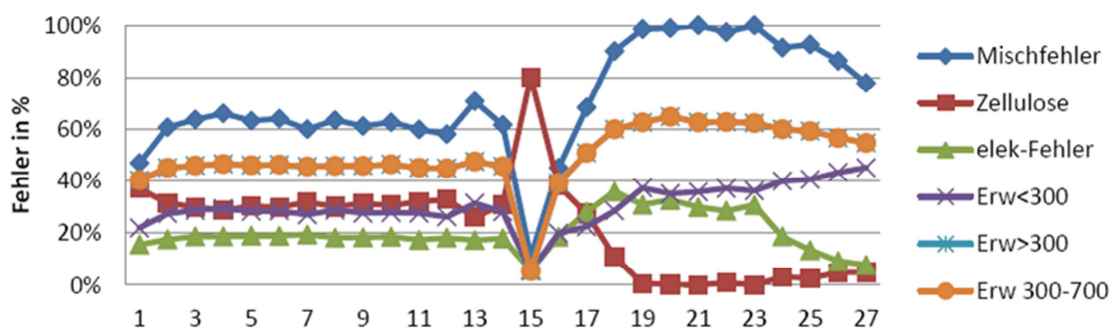


Abbildung 9: Simulationsergebnisse

Der Hauptteil der Daten bestand aus Messwerten der gelösten Gase in Öl. In voran-

gegangenen F&E-Projekten wurden die Fehlerarten analysiert und Diagnosealgorithmen für eine Klassifizierung von aufgetretenen Fehlern aus dem Expertenwissen erstellt.

Ziel dieser Vorhaben ist die programmtechnische Umsetzung der entwickelten Diagnosealgorithmen im Simulationstool „DynStar“. Der Einsatz von Fuzzy-Logik erlaubt graduierte (Fehler-) Aussagen. Bei der Umsetzung wurde die angewendete Methode getestet und weiterentwickelt, um die Robustheit ihrer Aussagen zu erhöhen.

4.2.1.4 „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

Projektleiter Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Mitarbeiter M. Eng. H. Chahi

Finanzierung Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Projektpartner Technische Universität Dresden – Institut für Strömungsmechanik
Technische Universität Dresden – AREVA-Stiftungsprofessur für Bildgebende Messverfahren für die Energie- und Verfahrenstechnik, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf – Institut für Fluid-dynamik
Technische Universität Dresden – Professur für Wasserstoff- und Kernenergietechnik

Laufzeit 10/2013 – 09/2017

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Das Projekt soll in einer Kombination von Experimenten und Simulationen gesicherte Kenntnisse über die Wärmetransportprozesse für den Fall eines teilweise bzw. vollständig ausgedampften Brennelementlagerbeckens (BE-LB) liefern. Die Untersuchungen beziehen sich auf die Vorgänge innerhalb der Brennstabbündel von Brennelementen (BE) als auch auf die Zwischenräume zwischen den BE. Ziel ist, über die Modellbildung, -anwendung und Simulation die Entwicklung der axialen und radialen Stabtemperaturprofile bei unterschiedlichen Störfallszenarien prognostizieren zu können.

An einem vorhandenen 16x16 Druckwasserreaktor-BE-Dummy werden am IPM fluiddynamische Einzeleffektexperimente zu dichtegetriebenen vertikalen Austausch-

bewegungen von Gasen in Stabbündelgeometrie durchgeführt. Mittels dieser kleinskaligen Experimente werden die Strömungsverhältnisse in einem BE unter diesen Bedingungen untersucht und Messtechnik auf ihre Einsatzfähigkeit hin getestet. Das Ziel besteht darin, Unterschiede hinsichtlich des vertikalen Transportverhaltens von Luft, Modellfluiden und Wasserdampf im BE-Dummy zu analysieren und die Modellierung/Simulation dieser Prozesse mit geeigneten Codes zu ermöglichen. Das Projektkonzept beinhaltet vier Arbeitspunkte. Planmäßig wurde eine Systemanalyse durchgeführt. Parallel dazu wurden die Störfallszenarien, die die BE-Kühlung beeinflussen, festgelegt. Weiterhin erfolgten in diesem Arbeitspunkt eine Zusammenstellung von konstruktiven Aufbauten von BE-LB (BE-Lagerbecken) und Analyse der Phänomenologie für verschiedene Ereignisabläufe in BE-LB. Aus dem Literaturstudium sind neue Kenntnisse zur Strömungsmodellierung dichtegetriebener vertikaler Austauschbewegungen von gasförmigen Fluiden erworben worden, die für die abgeleitete Auswahl der zu bestimmenden Messgrößen relevant sind.

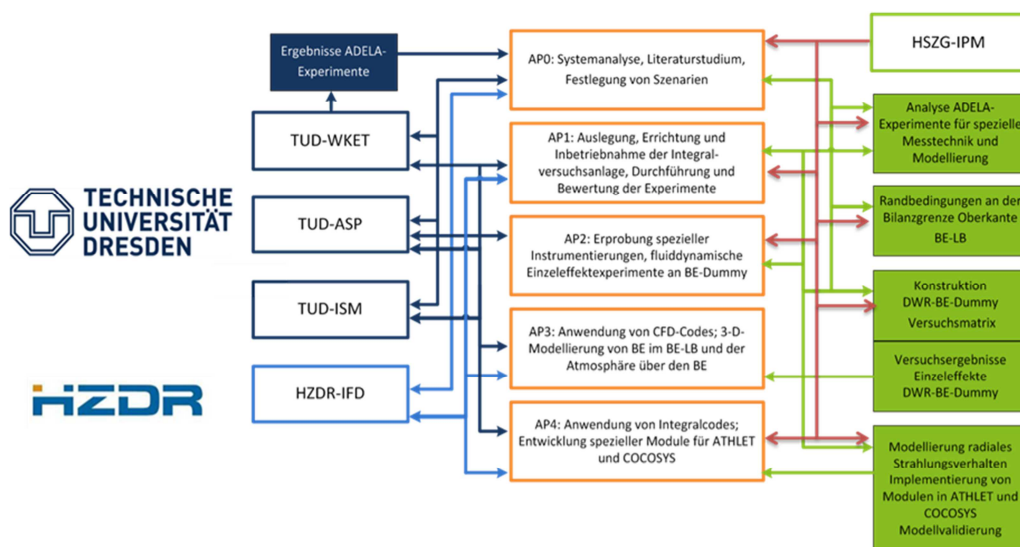


Abbildung 10: Arbeitspunkte und Kooperationen innerhalb des Projektes

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 der Versuchsanlage sind:

- optische Kontrolle und Anwendung der Digitalen Bildverarbeitung an den Plexiglas-Komponenten
- Analyse des Penetrationsverhaltens von Isolationsmaterial durch Rückhaltevorrückrichtungen bei verschiedenen Volumenströmen
- Integralexperimente zur Analyse des Sedimentations- und Resuspensionsverhaltens bei verschiedenen Volumenströmen

- Analyse des Anlagerungsverhaltens verschiedener Isolationsmaterialien an Brennelemente-Dummys
- modulare Erweiterung mit einer 3x3-Heizstabkonfiguration

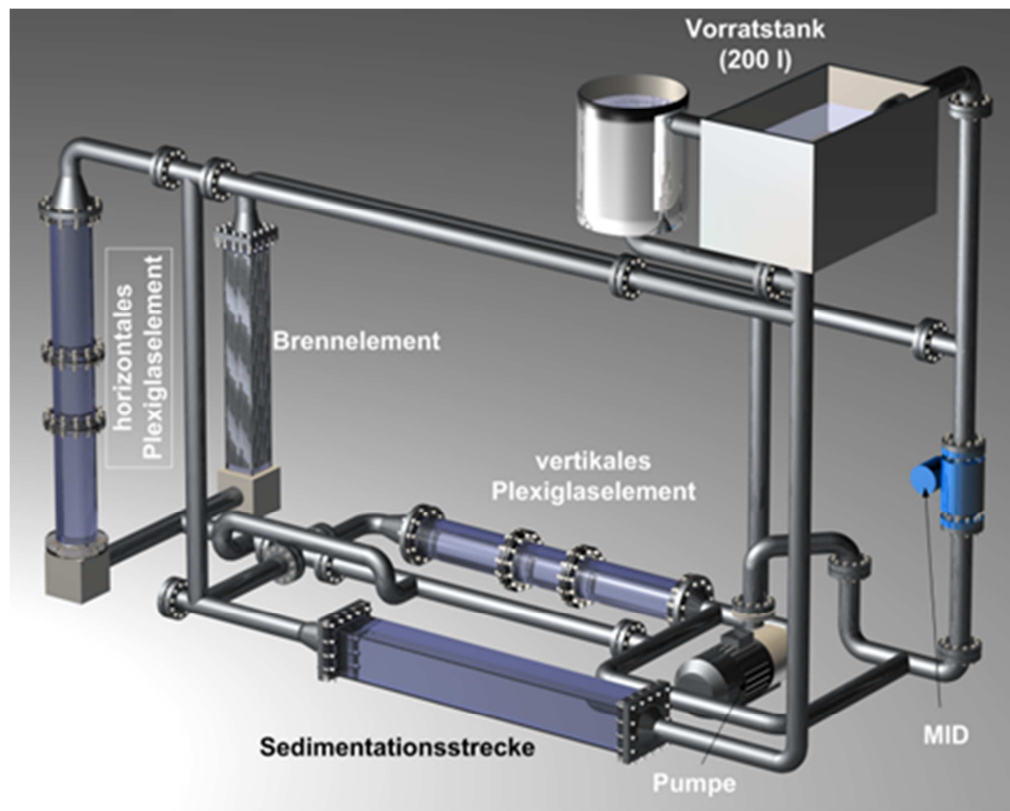


Abbildung 11: Schematische Darstellung der Ringleitung II

4.2.2.2 Zittauer Strömungswanne

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

- korrosionsbeständige Materialien (Edelstahl, Plexiglas), d.h. Temperaturbeständigkeit bis 80 °C
- Länge der ZSW mit 6,0 m entspricht etwa einer mittleren Strecke vom Leckstrahleintritt bis zum Containmentsumpfsieb in DWR-Anlagen Füllhöhe von 2,6 m entspricht einem vergleichbaren Füllstand im Containmentsumpf in DWR-Anlagen nach Kühlmittelverluststörfall in der Phase des Sumpfumwälzbetriebes
- Umwälzpumpe ist so ausgelegt, dass entsprechende Leerrohrgeschwindigkeiten an der Rückhaltevorrückungen wie in DWR-Anlagen eingestellt werden können
- Möglichkeit der Anordnung von „down stream“ Komponenten (Feinfilter, BE-Dummy) hinter variierbaren Rückhaltevorrückungen, die vor dem Ansaugkasten angebracht sind.

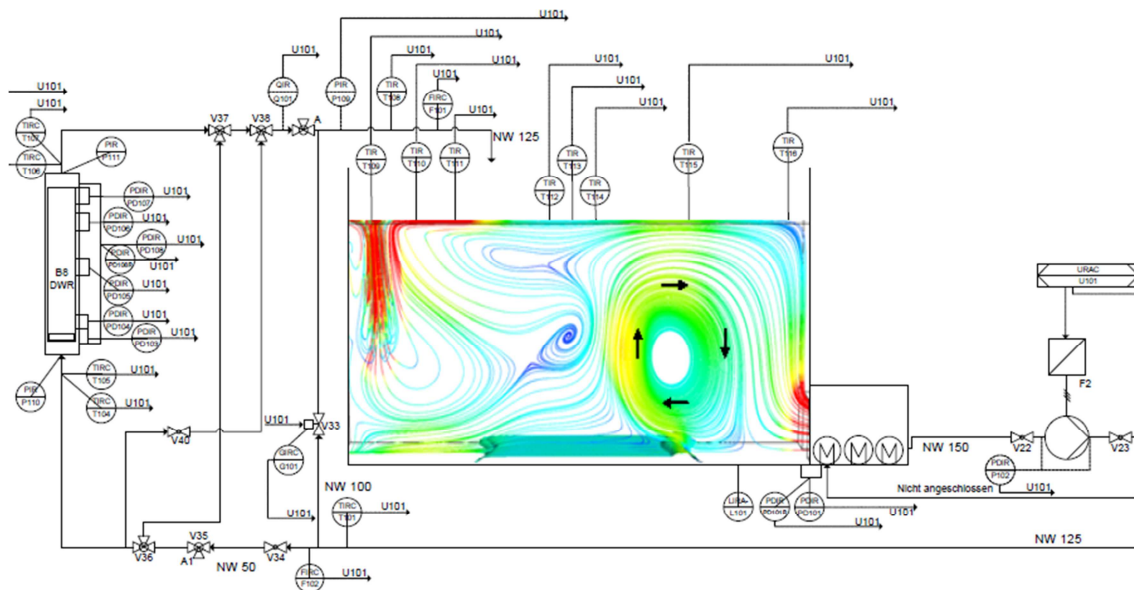


Abbildung 12: Instrumentierung und simuliertes Strömungsprofil (Helmholtzzentrum Dresden-Rossendorf) der „Zittauer Strömungswanne“

4.2.2.3 Brennelemente-Dummy

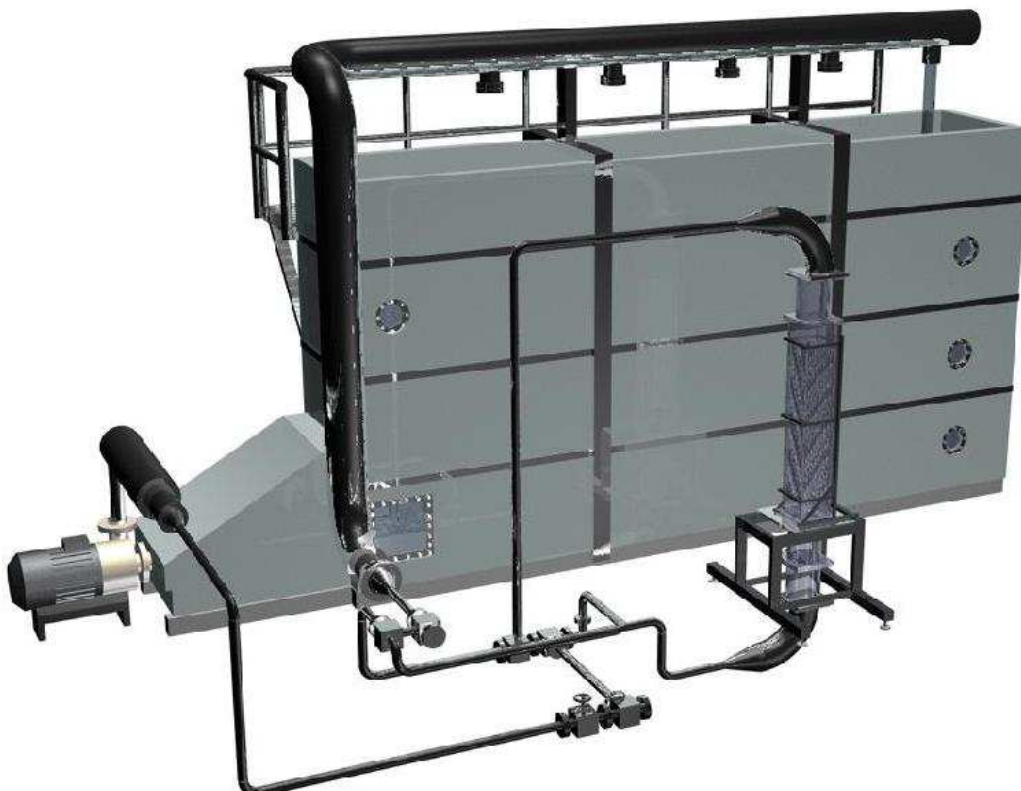


Abbildung 13: Schema des Versuchszustandes „Zittauer Strömungswanne“ mit Brennelemente-Dummy

Der verkürzte Brennelemente-Dummy besteht aus:

- 16x16 Brennstabdummies, 20 Kontrollstäben, drei Abstandshaltern
- BE-Kopf, BE-Fuß mit 3x3 mm debris-screen filter (IDF)

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

Vier verkürzte BE-Dummies mit separaten Ein- und Auströmbereichen, bestehend aus:

- 16x16 Brennstabdummies, 20 Kontrollstäben, zwei Abstandshaltern
- BE-Kopf, BE-Fuß mit 3x3 mm integriertem Debris-Filter (IDF)
- separat einstellbare Massenströme für jeden Dummy
- 8 magnetisch induktive Durchflussmesser zur Messung der Massenströme an jeder einzelnen Ein- bzw. Ausströmung

Die BE-Dummies 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 Beugungsmuster der gemessenen Intensität eines durch eine dispergierte Partikelprobe, die das Messvolumen durchströmt, gestreuten Lichts eines Laserstrahls. Das Partikelgrößenspektrum ermöglicht den Einsatz für verschiedene Anwendungen.

- Analyse von Pulvern und Suspensionen
- Partikelgrößenbestimmung mittels Laserdiffraktion
- erfassbares Größenspektrum: 0,05µm - 900µm

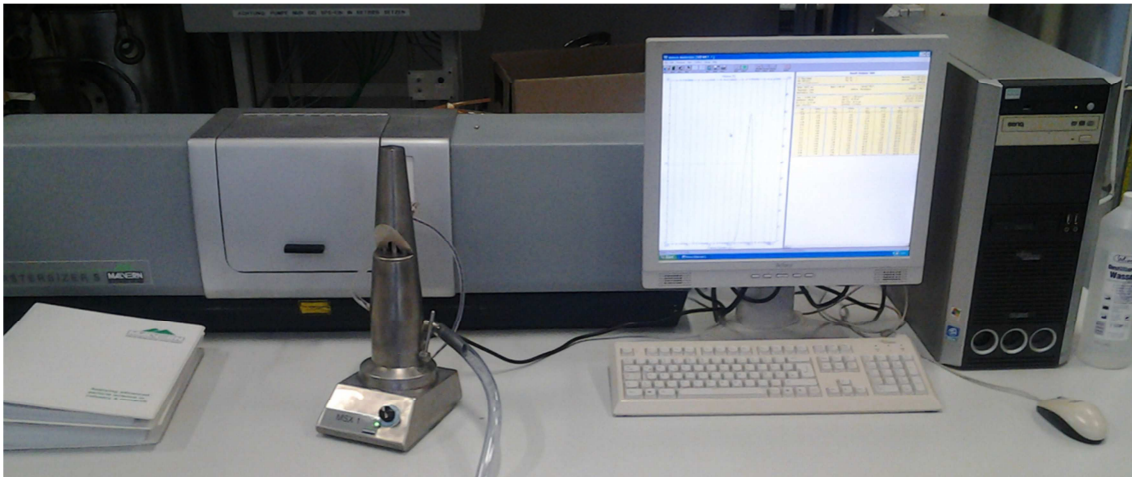


Abbildung 14: Particle Analyzer

4.2.3.2 Infrarotkamera

- Bildwiederholfrequenz: 60 Hz
- Temperatursensitivität: 50 mK
- Auflösung : 320 x 240
- 2 Temperaturbereiche: -20 bis 120 °C und 0 bis 350 °C
- Spektralbereich: 7,5 - 13 μm
- Nahbereich: 100 μm / Pixel



Abbildung 15: Infrarotkamera

4.2.3.3 Highspeedkamera

Aufnahme von schnellen dynamischen Prozessen und bewegten Objekten (z.B. Luftblasen, Freistrahle, 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 16: Mikroskopie-Arbeitsplatz

4.2.4 Publikationen

4.2.4.1 Veröffentlichungen in Fachzeitschriften

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

S. Renger, S. Alt, D. Fiß, W. Kästner, A. Seeliger: Investigation of Conditions for Zinc Particle Transport in the Reactor Core. Proceedings of the 21th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE21), July 29-August 2, 2013, Chengdu/China

S. Alt, W. Hoffmann, W. Kästner, H. Kryk, S. Renger, A. Seeliger, T. Gocht: Partikelentstehung und -transport im DWR-Kern. Jahrestagung Kerntechnik, Berlin, Mai 2013

S. Alt, W. Kästner, S. Renger, A. Seeliger: Zink-Korrosion in borsäurehaltigem Kühlmittel und Verhalten von Zink-Korrosionsprodukten bei Durchströmung einer beheizten Brennstabkonfiguration beim Sumpfumwälzbetrieb nach Kühlmittelverluststörfall in Druckwasserreaktoren. Kraftwerkschemisches Kolloquium, Jonsdorf, September 2013

J. Hänel, H. Chahi, W. Kästner, D. Kratzsch (Hochschule Zittau/Görlitz, IPM), T. Krüger, D. Haake, M. Lukas (Vattenfall Europe Generation AG): „Fuzzy-based Fault Diagnosis For Transformers“, East West Fuzzy Colloquium 2013, 20th Zittau Fuzzy Colloquium, Zittau, 25.–27.09.2013

S. Alt, W. Kästner, S. Renger, A. Seeliger: Zink-Korrosion in borsäurehaltigem Kühlmittel und Verhalten von Zink-Korrosionsprodukten bei Durchströmung einer beheizten Brennstabkonfiguration beim Sumpfumwälzbetrieb nach Kühlmittelverluststörfall in Druckwasserreaktoren. Kraftwerkschemisches Kolloquium, Jonsdorf, September 2013

4.2.4.3 Vorträge und Präsentationen

A. Seeliger: Partikelentstehung und -transport im DWR-Kern. Jahrestagung Kerntechnik, Berlin, Mai 2013

W. Kästner: Partikelentstehung und -transport im Kern von Druckwasserreaktoren; Thermo- und fluiddynamische Mechanismen. Institutskolloquium, Zittau, Oktober 2013

S. Kittan, W. Kästner: Simulation dynamischer Anlagerungsprozesse – Ein Multi-Agenten-Ansatz. Doktorandenseminar, TU Ilmenau, 17. Januar 2013

S. Kittan, W. Kästner: Modellierung/Simulation der Dynamik von Anlagerungs- und Penetrationsprozessen in partikelbelasteten Kühlmittelströmungen - Simulationsergebnisse. Vortrag zum Doktorandenseminar des Kompetenzzentrums Ost für Kerntechnik, TU Dresden, 12.12.2013

H. Chahi, J. Hänel: Fuzzybasierte Fehlerdiagnose für Transformatoren. Erfa Transformatoren 2013, Kraftwerk Schwarze Pumpe (Spremberg), 22.-23.10.2013

J. Hänel, H. Chahi, W. Kästner, D. Kratzsch (Hochschule Zittau/Görlitz, IPM), T. Krüger, D. Haake, M. Lukas (Vattenfall Europe Generation AG): Fuzzy-based Fault Diagnosis for Transformers. East West Fuzzy Colloquium 2013, 20th Zittau Fuzzy Colloquium, Zittau, 25.–27.09.2013

4.2.4.4 Forschungsberichte

S. Alt, W. Hoffmann, W. Kästner, H. Kryk, S. Renger, A. Seeliger: Partikelentstehung und -transport im Kern von Druckwasserreaktoren. Technischer Zwischenbericht zu den BMWi-Vorhaben 1501430 und 1501431, Berichts-Nr. HSZG/HZDR-2013/1501430-1501431/01

J. Hänel, H. Chahi, D. Kratzsch, A. Seeliger: Programmtechnische Umsetzung von Diagnosealgorithmen für Maschinentransformatoren. Abschlussbericht zum F&E-Projekt mit Vattenfall Europe Generation AG, Zittau 2013

4.2.5 Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten

Thema 1: *Experimentelle Untersuchung der Grundströmung am Versuchstand BE-Cluster – Projektarbeit*

BearbeiterIn: Stefan Wenzel

BetreuerIn: Dipl. Ing. S. Alt

Auftraggeber: IPM

Thema 2: *Entwicklung von Modulen zur Diagnose von Fehlerzuständen an technischen Anlagen – Entwicklung von modularen Algorithmen zur Diagnose von Fehlerzuständen – Masterarbeit*

BearbeiterIn: Hassan Chahi

BetreuerIn: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Auftraggeber: IPM

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

BearbeiterIn: Robin Neumann

BetreuerIn: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Auftraggeber: 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 Anlage- und Penetrationsprozessen in partikelbelasteten Kühlmittelströmungen, Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Informatik und Automatisierung

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

4.3 Messtechnik/ Prozessautomatisierung

4.3.1 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

4.3.1.1 Erweiterte Analyse der Struktur eines Reaktorschutzsystems

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) C. Vogel

Finanzierung: E.ON Kernkraft GmbH



Laufzeit: 01.03.2013-15.11.2013

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Das Vorhaben „Erweiterte Analyse der Struktur eines Reaktorschutzsystems“ beinhaltet die Untersuchung der Leitechnikstruktur für die Funktion „Anregung Reaktorschnellabschaltung über hohen Reaktordruck und Neutronenfluss“. Dafür wurde in DynStar ein dynamisches Modell umgesetzt, welches die Grundlage für diese Untersuchungen bildet. Die Untersuchungen gelten der Reaktionszeit, dem Verhalten (Logik), der Einhaltung des Einzelfehlerkriteriums sowie des Einflusses des Trip-Forwarding auf die Verfügbarkeit und teilen sich in fünf Szenarien ein: „Sensor-Kombinationen ohne Einzelfehler“, „Sensor-Kombinationen mit Einzelfehler“, „Gebäudezerstörung“, „Freeze“ und „Kompletter Kommunikationsausfall“. Zu den Szenarien, wurde zusätzlich das Verhalten bei der Einbringung des Trip-Forwarding Signales hinter und vor dem SR-Flipflop untersucht.

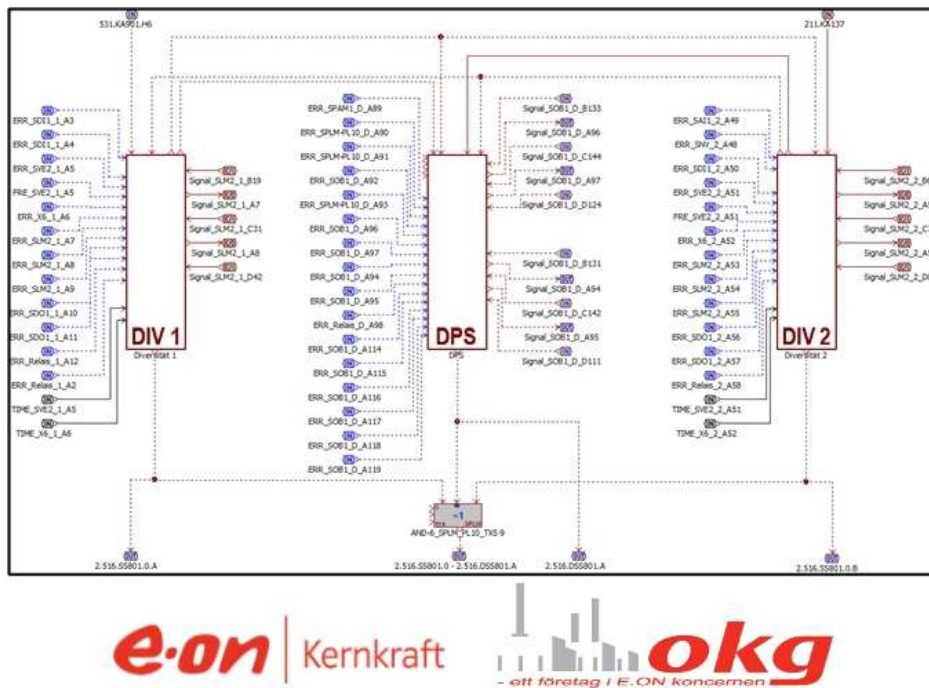


Abbildung 17: RPS/DPS - Redundanz A in DynStar

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:

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

Finanzierung:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Laufzeit:

01.07.2012-30.06.2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Es wird eine generelle Methode zur Bewertung der Zuverlässigkeit menschlicher Handlungen im Rahmen von Probabilistischen Sicherheitsanalysen (PSA) mittels unscharfer heuristischer Regeln und unscharfer Arithmetik entwickelt. Ausgangspunkt ist dabei eine Auswertung der Gemeinsamkeiten und Unterschiede bestehender HRA-Methoden der 1. und insbesondere der 2. Generation (THERP, CREAM, HEROS, ATHEANA). Das Vorhaben wird in zwei Themenkomplexen als Verbundprojekt am IPM, Hochschule Zittau/Görlitz und am A&O, Universität Kassel bearbeitet.

4.3.1.3 Verbundprojekt: Nichtinvasive Zustandsüberwachung von Kernreaktoren zur Detektion von Füllstandsänderungen und der Deformation des Kerns

Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Mitarbeiter:	M.Eng. Dipl.-Ing. (FH) S. Schmidt, Dipl.-Ing. (FH) D. Fiß, S. Härtelt
Finanzierung:	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)   Bundesministerium für Bildung und Forschung
Kooperationspartner:	TU Dresden (Prof. Dr.-Ing. Uwe Hampel)
Laufzeit:	01.07.2012-30.06.2015

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Die Rechercharbeiten zu schweren Störfällen in Leichtwasser Reaktoren wurden in einer Technischen Dokumentation zusammengefasst. Im Rahmen der Projektbearbeitung des Versuchsstands, erfolgte die Einarbeitung in den Stand von Wissenschaft und Technik zu den Themen:

- Soft Computing
- Signalverarbeitung
- Strahlungsmesstechnik
- Strahlenschutz
- Strahlentransportrechnung.

Für die Auslegung des Kleinversuchsstandes wurde in DynStar eine Funktionsblockbibliothek integriert und ein Modell entwickelt zur Unterstützung für die Auslegung des Versuchsstands. Im Rahmen einer Praxissemesterarbeit wurde eine Machbarkeitsanalyse zur Auslegung des Kleinversuchsstandes durchgeführt und eine Realisierungsvariante ausgewählt. Darauf aufbauend erfolgte die konkrete Planung des Versuchsstands.

Es wurde ein Gesamtkonzept für die Kernzustandsdiagnose und diversitäre Methoden zur Kernzustandsidentifikation entworfen. Es wurde vier potenzielle Methoden in Betracht gezogen:

- Korrelationsvergleich
- Differenzenbildung
- Klassifikation von Gammastrahlungsverteilungen (Soft-Computing)
- Auswertung Signale einzelner Sensoren.

Für diese Methoden wurden zum Teil Untersuchungen und Sensibilitätsanalysen zur Anwendbarkeit für die Kernzustandsidentifikation durchgeführt. Es erfolgen weitere

Analysen des Konzeptes und der Methoden hinsichtlich folgender Bewertungskriterien:

- Identifikationsgenauigkeit
- Robustheit (z.B. Sensordefekt)
- Echtzeitverhalten.

Zusätzlich werden noch weitere alternative Methoden in die Untersuchungen einbezogen, z.B.: „Support Vector Machines“ und „Multi Variable System Identification Models“. Die weiteren Arbeiten fokussieren sich auf die Entwicklung und Aufbau des Kleinversuchsstandes zur Nachbildung der Gammastrahlungsverteilungen während einer Kernschmelze im Reaktordruckbehälter, so dass die Inbetriebnahme Mitte 2014 erfolgt.

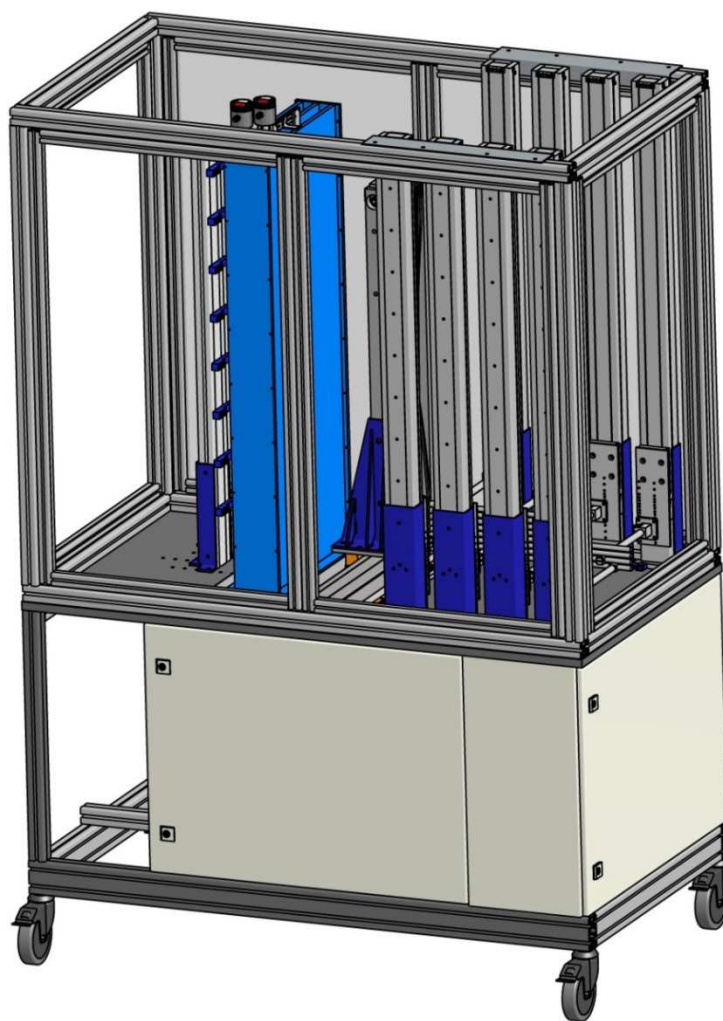


Abbildung 18: Versuchsanlage NIZUK

4.3.1.4 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

Konzeption und Aufbau eines Versuchsstandes

- geometrische Gestaltung der thermischen Energiespeicher
- Bestimmung der dynamischen Eigenschaft von thermischen Energiespeichern
- Instandhaltung von thermischen Energiespeichern

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

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

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



Kooperationspartner:: Stadtwerke Zittau

Laufzeit: 05.09.2011-31.08.2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

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

Gegenstand des Projektes ist die Planung, Auslegung und Errichtung der Thermischen Energiespeicheranlage THERESA zur Untersuchung thermischer Energiespeicher (TES) für thermische Energieerzeugungsanlagen für hohe Drücke und Temperaturen.

Dazu soll einerseits ein TES entwickelt und gebaut und andererseits die notwendigen Anlagenkomponenten einer Energieumwandlungsanlage nachgebildet werden um den TES mit Dampf zu beaufschlagen. Daran sollen Arbeiten auf den Gebieten zur direkten Speicherung von thermischer Energie (Dampf), Regelungstechnik und Integrationsmöglichkeiten in eine Energieerzeugungsanlage untersucht werden. Im Projektzeitraum 2013 wurde der Druckbehälter (Dampferzeugerquelle) nach

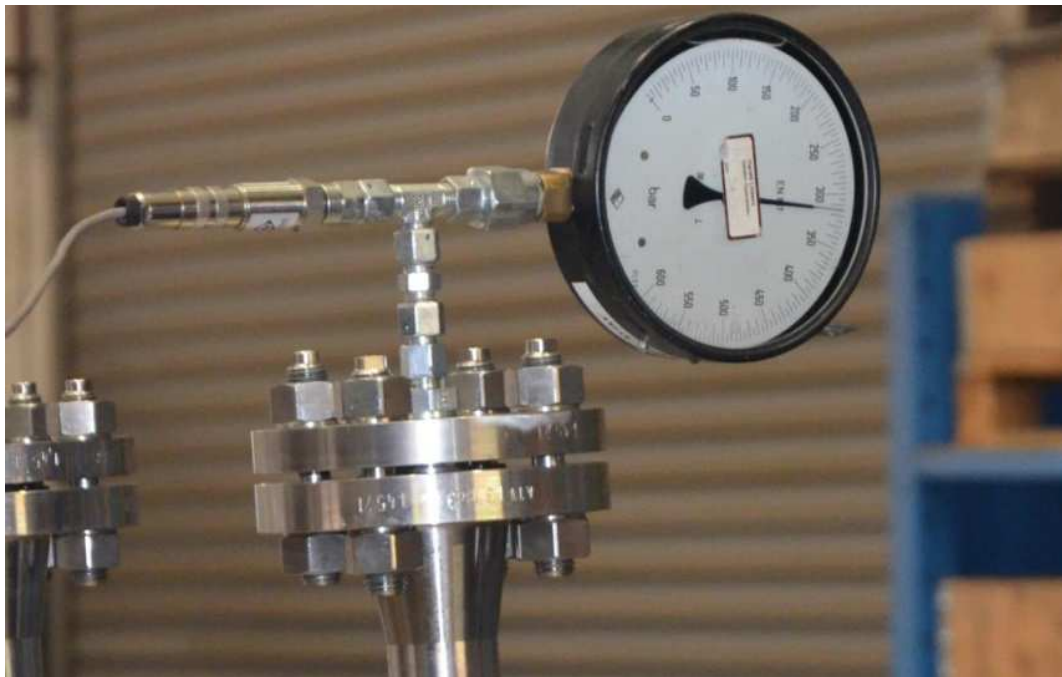


Abbildung 19: Druckbehälterstutzen mit Manometer zur Anzeige des erreichten Prüfdruckes

erfolgreicher Detailplanung und TÜV-Vorprüfung gefertigt. Nachdem eine umfassende theoretische Analyse und möglichen Einbindepunkten von TES in den Kraftwerksprozess durchgeführt wurde, erfolgte darauf aufbauend die Konzept- und Detailplanung eines thermischen Energiespeichers. Als TES wurde ein direkt integrierter Verdrängungsspeicher mit Mischvorwärmer entwickelt, als Speichermedium wird deionisiertes Wasser verwendet.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Erstellung eines Regelungs- und Messstellenkonzeptes für den Versuchsstand. Neben der Messung der Temperaturverteilung im TES mit speziellen Messlanzen wurden zahlreiche Druck-, Temperatur-, Füllstands- und Durchflussmessungen vorgesehen. Wesentliche Voraussetzung für die Simulation und Validierung der Speichermodelle ist die korrekte Bilanzierung des TES und der Versuchsanlage THERESA.

Im Ergebnis wurde eine Versuchsanlage (THERESA) mit integrierten TES projektiert. Diese kann Sattedampf mit einem maximalen Druck von 160 bar und 347°C erzeugen, sowie überhitzten Dampf mit 60 bar und 350°C für den TES bereitstellen. Für experimentelle Untersuchungen ist die Nachbildung spezifischer Prozesszustände einer thermischen Energieumwandlungsanlage wesentlich. Dafür werden in der Versuchsanlage THERESA die Dampfquelle, der TES und die Wärmesenke eines generischen Kraftwerksprozesses nachgebildet. Parallel wurde in 2013 die Ertüchtigung des Versuchsfeldes aus Sicht des Baukörpers (Zittauer Kraftwerkslabor) begleitet. Die Errichtung der Versuchsstandskomponenten ist ab März 2014 geplant.



Abbildung 20: Druckbehälter/Dampferzeuger mit Messstutzen im liegenden Zustand während der Druckprobe

4.3.2 Versuchsanlagen

4.3.2.1 Versuchsanlage THERESA

Mit der Versuchsanlage THERESA kann 0,1 kg/s Heißdampf mit bis zu 60 bar und 350 °C bereitgestellt werden. Die Leistung des Dampferzeugers beträgt 200 kW elektrisch bei einer Masse von 5,4 t einer Höhe von über 6 m.

Im Mischvorwärmer erfolgt die Aufheizung des Speisewassers zur Versorgung des Dampferzeugers und zur Beladung des Speicherbehälters je nach Betriebsweise. Dabei wird Dampf in einer Wasservorlage eingedüst und auskondensiert, wodurch sich die Temperatur des Speisewassers erhöht. Dieser Dampf bildet in Bezug auf den Kraftwerksprozess den Anzapfdampf oder Abdampf der Hochdruck-Turbine nach, welche nach schneller Lastabsenkung im Netz überschüssig vorhanden ist. Inklusive des Überhitzers und der Vorwärmer besitzt die Versuchsanlage eine thermische Gesamtleistung von 620kW.

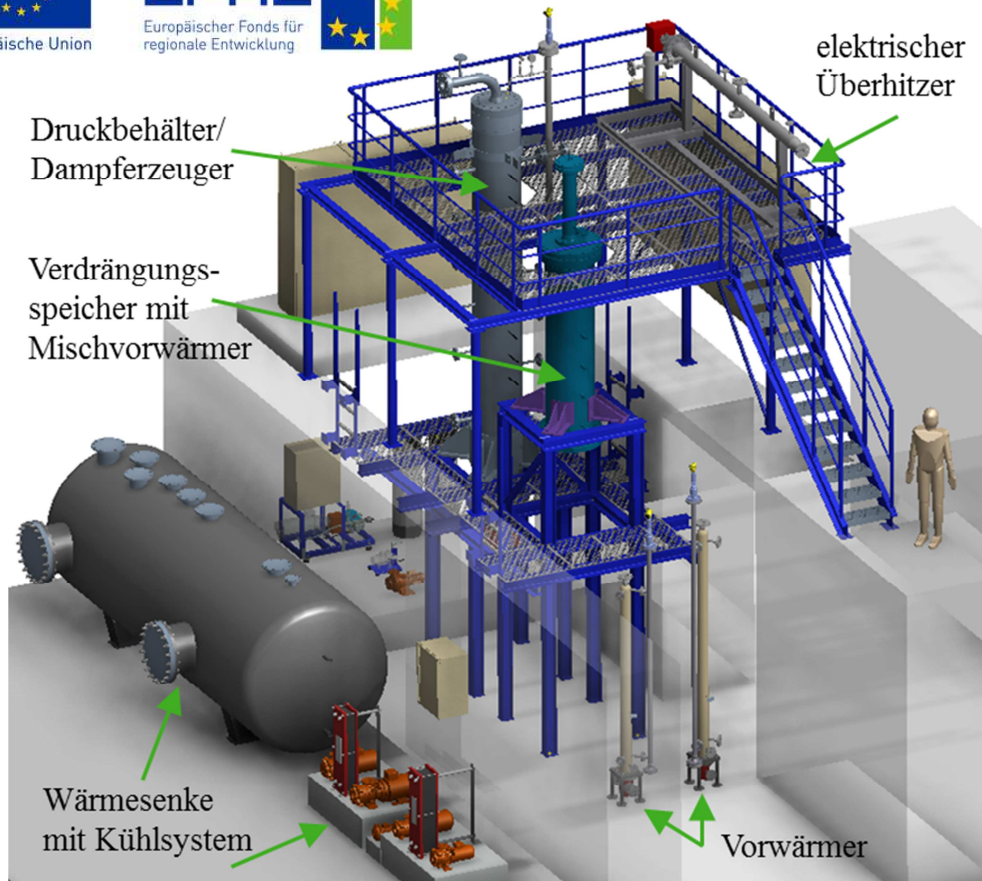


Abbildung 21: Versuchsanlage THERESA

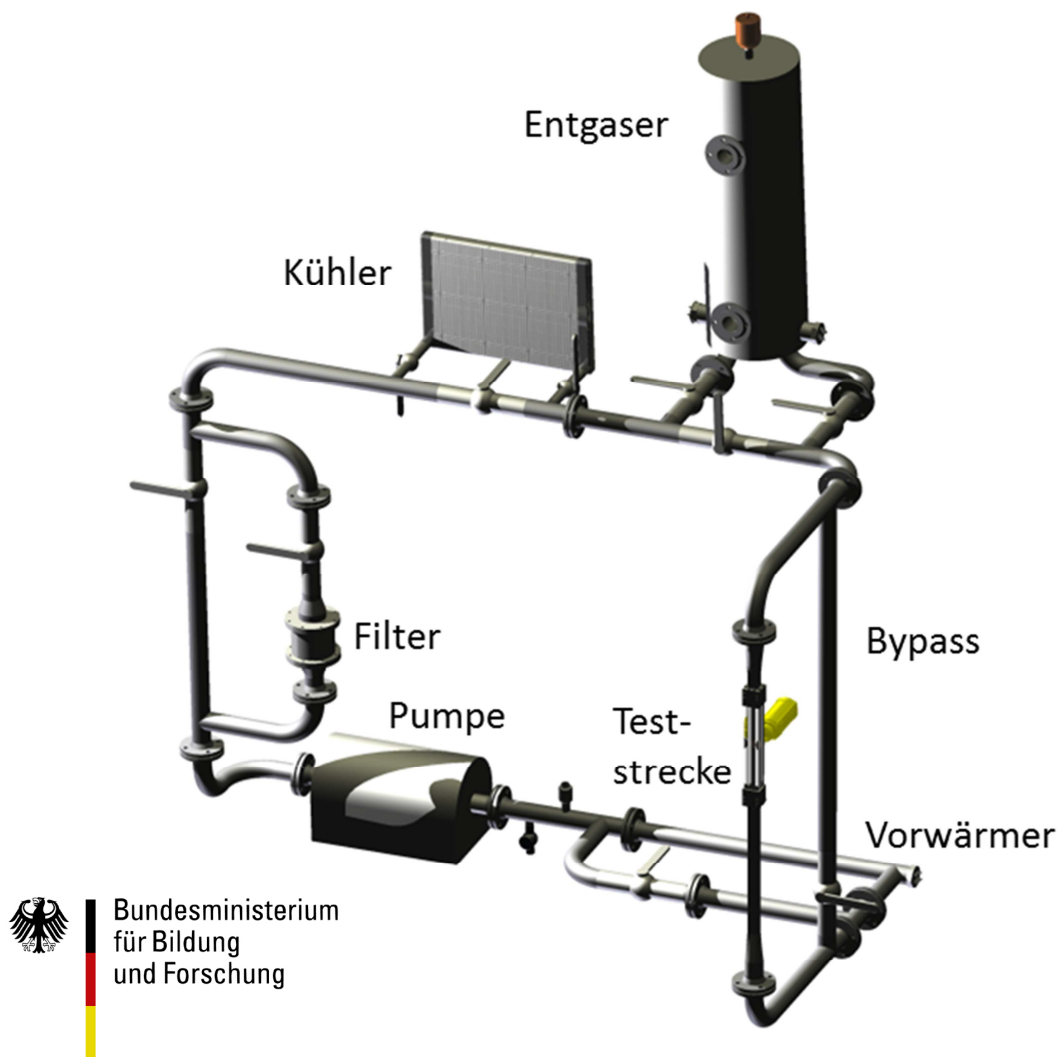
4.3.2.2 Versuchsanlage „Unterkühltes Sieden“

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.



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Abbildung 22: Versuchsanlage „Unterkühltes Sieden“

4.3.3 Publikationen

4.3.3.1 Proceedings

M. Wagenknecht, J. Hänel, A. Kratzsch: „Human Error Quantification in Technical Systems“. East West Fuzzy Colloquium 2013, 20th Zittau Fuzzy Colloquium, Zittau, 25-27 September, 2013

M. Wagenknecht, J. Hänel, A. Kratzsch: „Unscharfe Modellierung und Bewertung des Human Factor bei der Quantifizierung der Zuverlässigkeit technischer Systeme“. 23. Workshop "Computational Intelligence", Dortmund, 05.-06. Dezember 2013

S. Schmidt, D. Fiß, A. Kratzsch: Analyse der Vorgänge im Reaktordruckbehälter eines DWR während schwerer Störfälle. 14. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz, Brandenburg an der Havel, 18. April 2013

S. Schmidt, D. Fiß, A. Kratzsch: Analyse des Potentials von Soft Computing-Methoden für die Klassifikation von signifikanten Kernzerstörungszuständen während schwerer

Störfälle in Druckwasserreaktoren. 23. Workshop „Computational Intelligence“, Dortmund, 05.-06. Dezember 2013

4.3.3.2 Vorträge und Präsentationen

A. Seeliger: „Weiterentwicklung des Simulationssystems DynStar“, Institutskolloquium, Zittau, Februar 2013

A. Kratzsch, D. Fiß: Dynamic Model of RPS and DPS Control Technology Structures within Project PLEX at OKG2, Workshop on „Control Technology“, Zittau, 08-09 April, 2013

A. Kratzsch, D. Fiß, C. Vogel: Analysis and Evaluation of Software-Based Control Structures in Safety-Relevant Applications, Abschlusspräsentation, Zittau, 14. bis 15.11.2013

S. Schmidt, A. Kratzsch: Entwicklung eines Konzepts für die Diagnose des Kernzustandes während schwerer Störfälle in Druckwasserreaktoren, Doktorandenseminar Kompetenzzentrum Ost für Kerntechnik 2013, TU Dresden, 2013

S. Schmidt, D. Fiß, A. Kratzsch: Analyse der Vorgänge im Reaktordruckbehälter eines DWR während schwerer Störfälle. 14. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz, Brandenburg an der Havel, 18. April 2013

S. Schmidt, D. Fiß, A. Kratzsch: Analyse von Kernschmelzzuständen für die Entwicklung eines Verfahrens zur Detektion von Füllstandsänderungen und der Deformation des Kerns in Druckwasserreaktoren. Jahrestagung Kerntechnik, Berlin, 14.-16. Mai 2013

S. Schmidt, D. Fiß, A. Kratzsch: Analyse des Potentials von Soft Computing-Methoden für die Klassifikation von signifikanten Kernzerstörungszuständen während schwerer Störfälle in Druckwasserreaktoren. 23. Workshop „Computational Intelligence“, Dortmund, 05.-06. Dezember 2013

M. Wagenknecht, J. Hänel, A. Kratzsch: „Human Error Quantification in Technical Systems“. East West Fuzzy Colloquium 2013, 20th Zittau Fuzzy Colloquium, Zittau, 25-27 September, 2013

M. Wagenknecht, J. Hänel, A. Kratzsch: „Unscharfe Modellierung und Bewertung des Human Factor bei der Quantifizierung der Zuverlässigkeit technischer Systeme“. Workshop „Computational Intelligence“, Dortmund, 05.- 06. Dezember 2013

N. Jentsch, A. Jochmann, A. Kratzsch, S. Braun: Auslegung von Energiespeichern und Integration in konventionelle Bestandskraftwerke, 45. Kraftwerkstechnisches Kolloquium, 15.-16.10.2013, Dresden

C. Schneider, A. Kratzsch: THERESA, eine Versuchsanlage zur Untersuchung von thermischen Energiespeichern zur Lastflexibilisierung von konventionellen Kraftwerken, 45. Kraftwerkstechnisches Kolloquium, 15.-16.10.2013, Dresden

S. Braun, A. Kratzsch.: Integration thermischer Energiespeicher im Wasser-Dampf-Kreislauf von Kraftwerken, Mannheim, 08.05.2013

T. Klette, A. Kratzsch: Möglichkeiten der Integration thermischer Energiespeicher in einen Kraftwerksprozess, Mittweida, 07.11.2013

C. Schneider, A. Kratzsch: Möglichkeiten thermischer Energiespeicher zur Lastflexibilisierung im Kraftwerksprozess, Cottbus, 14.11.2013

4.3.4 Ausgewählte Abschlussarbeiten der Studenten

Thema 1: *Development of Simulation Models in Energy Technology - Masterarbeit*

BearbeiterIn: Jan Krofta

BetreuerIn: Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Braun

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 2: *Entwurf einer Druck-, Temperatur- und Füllstandsregelung für einen Druckbehälter - Diplomarbeit*

BearbeiterIn: Annett Sturm

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

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 3: *Modellierung eines Dampfspeicher - Praktikumsarbeit*

BearbeiterIn: Matthias Janke

BetreuerIn: Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Braun

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 4: *Erstellung eines Instrumentierungskonzeptes für die Versuchsanlage THERESA - Praktikumsarbeit*

BearbeiterIn: Tassilo Herbig

BetreuerIn: Dipl. Ing. Ing (FH) Miriam Hölker

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 5: *Erstellung einer Stoffdatenbank zur Modellintegration für thermische Energiespeicher - Praktikumsarbeit*

BearbeiterIn: Tom Roggenbuck

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

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

- Thema 6:** *Analyse und Bewertung von softwarebasierten Leittechnikstrukturen in sicherheitsrelevanten Anwendungen - Masterarbeit*
- BearbeiterIn:** Christian Vogel
- Betreuer:** Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch (HSZG/IPM), Prof. Dr.-Ing. Horst Schulte (HTW Berlin)
- Auftraggeber:** E.ON Kernkraft GmbH
- 
- Thema 7:** *Machbarkeitsanalyse zur Auslegung eines Versuchstandes für die Nachbildung von Zustandsänderungen im RDB eines DWR während schwerer Störfälle - Bachelorarbeit*
- BearbeiterIn:** Philipp Kahle
- BetreuerIn:** Sebastian Schmidt
- Thema 8:** *Creation and Development of Soft Computing Models for Use in Nuclear Engineering - Masterarbeit*
- BearbeiterIn:** Jakub Hořeňovský
- BetreuerIn:** Sebastian Schmidt
- Thema 9:** *Providing Material Data of Nuclides to Calculate Radioactive Transport in DynStar - Praktikumsarbeit*
- BearbeiterIn:** Anton Domeni
- BetreuerIn:** Daniel Fiß

4.4 Kraftwerks-, Dampferzeuger- und Feuerungstechnik

4.4.1 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

4.4.1.1 Thermochemisches Versuchsfeld

- wissenschaftliche Untersuchung einer kleintechnischen BHKW-Anlage zur Holzhackschnitzelvergasung und gasmotorischen Stromerzeugung
- wissenschaftliche Analyse zur Speicherung thermischer Energie in sensiblen und latenten Wärme- und Kältespeichern

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

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

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

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE),



Europa fördert Sachsen.



Laufzeit: 09/2011 bis 08/2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Das Projekt „Thermochemisches Versuchsfeld“ ist Teilprojekt des EFRE-geförderten Projektes „Zittauer Kraftwerkslabor“. Zur zielgerichteten Bearbeitung wurde das TCV-Projekt in zwei Unterprojekte geteilt. Der Fokus in TCV I liegt auf der Speicherung und Nutzung von thermischer Energie und in TCV II auf der Vergasung von Biomasse in einem Blockheizkraftwerk.

Für beide TCV-Unterprojekte wurde ein umfangreiches Planungsmaterial erarbeitet, um Ausschreibung, Auswahl, Aufbau und Durchführung von Versuchen zu ermöglichen. Dabei wurden bautechnische und sicherheitstechnische Randbedingungen sowohl für den Aufbau als auch zur Optimierung der Versuchsdurchführung berücksichtigt.

Die Ausschreibung, Auswahl und Installation aller versuchsrelevanten Bestandteile im TCV-Projekt (Temperiergerät, Biomassetrocknungsanlage, Biomassevergasungsanlage, Gasmesstechnik) wurde erfolgreich abgeschlossen.

Das Temperiergerät wurde zusammen mit dem Latentwärmespeicher am Zwischenstandort Halle 7 Haus VII b errichtet. Für die Betrachtung der thermischen Speicherung wurde durch das IPM erfolgreich ein EBSILON®-Modul entworfen, das eine zukünftige Modellierung des Prozesses vereinfacht.

Der Aufbau des TCV II-Projektes (Holzgas-BHKW, Trockner, sowie zusätzliche mess-

technische Ausrüstung) wurde am Standort Halle 5 und 7 des Haus VII b abgeschlossen und feierlich am 12.07.2013 am Standort eröffnet. In Bezug auf die Speicherung und Nutzung der thermischen Energie erfolgt eine enge Zusammenarbeit mit Prof. Dr.-Ing. J. Meinert, Professur Energiesystemtechnik, Fakultät Maschinenwesen. Die Erstellung eines Messstellenkonzeptes, der Einbau der Messtechnik und die softwaretechnische Einbindung in die Steuerungs- und Regelungstechnik ist größtenteils abgeschlossen, so dass seit November 2013 die ersten umfangreichen Versuchsfahrten durchgeführt wurden. Außerdem liegen erste Ergebnisse der mathematischen Simulation mit EBSILON® vor. Im Rahmen der Projektbearbeitung wurden diverse studentische Arbeiten absolviert, die unter anderem eine laufende Untersuchung der Biomassequalitäten nach Aufbereitung erlauben.

4.4.1.2 Verfahren zur effizienten Herstellung von Kohle aus fester Biomasse (Biokohle)

ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. (FH) M. Weidner, Dipl.-Ing. (FH) B. Salomo
Finanzierung:	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)  Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 
	Projektträger AiF, (FKZ KF2853302ST2)
Kooperationspartner:	O+F Aline GmbH
Laufzeit:	17.01.2012-31.03.2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Es erfolgte eine Darstellung der in der Literatur bekannten Konzepte zur Beschreibung der chemischen Vorgänge bei der Holzvergasung und Abgrenzung des vorliegenden Verfahrens von „reinen“ Vergasungs- und Verbrennungsprozessen inkl. Formulierung von Hauptkriterien und Fragen zur verfahrenstechnischen Beschreibung des vorliegenden Prozesses (abgebrochene Festbettvergasung) bzw. des geplanten Versuchsaggregates. Darüber hinaus wurden diverse Vorort-Messungen am Versuchsreaktor durchgeführt (verbunden mit Probenahmen der Ausgangsbiomassen und torrefizierten Biomassen (soweit möglich) nach DIN EN 14778, der Aufnahme von Messwerten von Pyrolyse- und Abgas während des Torrefizierungsprozesses sowie anschließender Auswertung der gemessenen Pyrolyse- und Abgaszusammensetzung. Die Probenherstellung zur Brennstoffanalyse wurde nach DIN EN 14780 durchgeführt. Darüber hinaus erfolgten Brennstoffanalysen genomener und weiterer geeigneter Biomassen hinsichtlich deren Eigenschaften und Energiepotentiale sowie Analyse der jeweilig torrefizierten Biomassen (soweit vorhanden). Die Zusammenstellung der selbständig durchgeführten Laboranalysen und geeigneten Brennstoffanalysen aus der Literatur konnte in einer Matrix mit projektbegleitender Erweiterung erarbeitet werden. In Absprache mit dem Projektpartner erfolgte sowohl die Ermittlung und Festlegung einer Referenzbiomasse so-

wie der energetischen Zielgröße für die zu produzierende „Biokohle“ als auch die Entwicklung der Verfahrensparameter, die sich auf die unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen der Brennstoffe und deren thermophysikalische Eigenschaften beziehen (beginnend mit Referenzbiomasse). Ebenfalls waren Untersuchungen zu Möglichkeiten einer „kontrollierten“ Prozessunterbrechung des Torrefizierungsprozesses (Batch-Verfahren) Bestandteil der Projektarbeit.

Weitere Messungen am Versuchsreaktor wurden vorbereitet und durchgeführt. Die Auswertung der aufgenommenen Messwerte ergab, dass die Messbereiche der Sensoren des vorhandenen, mobilen Pyrolysegasmessgerätes für den Einsatz nicht geeignet sind. Daraufhin wurden verschiedene Lösungsansätze technisch und wirtschaftlich geprüft. Der favorisierte Lösungsweg der Gasmischung wurde im Labor aufgebaut und positiv getestet. Somit wurde die Gasmischung bei einer zweiten Messfahrt Vorort am existenten Versuchsreaktor (Stand Projektstart) unter realen Bedingungen getestet.

Die Nachbildung der auftretenden thermischen und stofflichen Energieströme wurde durch die Nutzung einer CFD-Softwareumgebung (ANSYS CFX 14.5) ermöglicht. Als Grundlage für möglichst praxisnahe Berechnungen wurden aufgenommene Messwerte einer durchgeführten Versuchsfahrt genutzt.

4.4.1.3 Effizienzsteigerung und Kosteneinsparung durch teilweise Substitution von Holz und durch Einführung einer neuen Presstechnologie bei der Herstellung von norm-konformen Mischpellets ("Holupell")

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

MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. A. Kupka, Dipl.-Ing. (FH) R. Schneider

Finanzierung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



Projektträger AiF, (FKZ KF2853301 CL 1)

Kooperationspartner: BSVG Biostoffverwertungsgesellschaft Klix mbH, 02694 Großdubrau

Laufzeit: 01.10.2011-31.03.2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Die ersten Verbrennungsversuche fanden in einem handelsüblichen Pelletkessel (Fa. Junkers Suprapellets KRP 15) im Technikum am Standort Haus IV b statt. Dabei wurden die Prozessparameter Abgastemperatur, Vorlauftemperatur, Rücklauftemperatur sowie Wärmemengen im Rahmen von Dauermessungen aufgenommen. Parallel dazu wurde die Abgaszusammensetzung (CO, CO₂, NO, O₂, SO₂) sowohl mit stationärer als auch mit mobiler Messtechnik bestimmt und validiert.

In einem Versuch wurden die Qualitätspellets aus Klix (nur Stammholz, kein Rindenanteil) mit handelsüblichen Holzpellets verglichen. Es kam beim Einsatz der Klixer

Pellets zum Sinken der Stickstoffmonoxidemission und einem unerwarteten Leistungseinbruch. Das Sinken der Stickstoffmonoxidemission lässt sich durch den Einsatz von Stammholz in den Klixer Pellets erklären, da im Rindenmaterial ein hoher Stickstoffanteil gebunden ist.

Im Rahmen der Verbrennungsversuche konnte ein Leistungsabfall des Kessels bei Änderung der Holzpelletart (Klix/Standard) beobachtet werden, der sich durch den Qualitätsunterschied nicht erklären ließ. Es wurden vertiefte Untersuchungen zum Heizwert beider Pellets gemacht. Die Heizwerte beider Pelletarten liegen bei 19 MJ/kg. Es wurden mehrere Stichproben untersucht, sodass durch die geringe Streuung der Werte davon auszugehen ist, dass die eingesetzten Pelletmengen homogen sind. Im nächsten Schritt wurde die Schüttdichte gemäß DIN15103 beider Pelletarten bestimmt. Die Schüttdichte der Standardpellets lag 21% über der Schüttdichte der Pellets aus Klix.

Da der verwendete Kessel eine volumendosierte Pelletzuführung hat, wurden von den Klixer Pellets im gleichen Zeitraum weniger Pellets verbrannt und die Leistung des Kessels sank. Diese Messungen und die damit erworbenen Kenntnisse zum Anlagenbetrieb bilden die Grundlage zu den geplanten Referenzmessungen mit Mischpellets.

Durch hochschulinterne Änderungen der Raumnutzung wurde für den verwendeten Versuchsstand ein Technikum gesucht, in welchem bessere Anschluss- und Regelmöglichkeiten vorhanden sind. Im umgebauten Technikum im Gebäude VII b wird zukünftig ein Pelletkessel der Fa. Hapero aufgestellt. Die im Technikum bereits vorhandene Peripherie ist für den Kesselanschluss vorgesehen und somit geeignet. Ein Warmwasserpufferspeicher, Wärmemengenzähler, Schornstein mit Zugunterstützung sowie der Anschluss an die vorhandene Gebäudeleittechnik zur Steuerung der Pumpen und der Sicherheitseinrichtungen können genutzt werden. Ein Konzept zur Wärmeabnahme und -nutzung ist im Rahmen des Technikums vorhanden.

Für insgesamt 25 Substitutionsstoffe wurden eine Brennstoffanalyse durchgeführt, welche folgenden Untersuchungen enthält: Wassergehalt nach DIN EN 14774-2, Thermogravimetrische Analyse nach DIN 51718 - 51719 - 51720, Asche-Schmelz-Verhalten nach DIN 51730, Brennwertbestimmung nach DIN 51900-1/-3, Elementaranalyse nach DIN EN 15104:2011. Entsprechend der DIN EN 14961-2 „Feste Biobrennstoffe – Brennstoffspezifikationen und -klassen – Teil 2: Holzpellets für nichtindustrielle Verwendung“; (September 2011) wurden ausgewählte, aussagekräftige Parameter für einige Substitutionsstoffe erarbeitet. Es zeigt sich, dass einige Stoffe (zum Beispiel Champignonsubstrat) in großen Mengen verfügbar aber durch den hohen Aschegehalt als Zuschlagstoff ungeeignet sind.

Bei Stroh wurden Ascheerweichungstemperaturen um 900 °C bestimmt, welche zu einem erhöhten Verschlackungsrisiko führen. Durch dieses Risiko wird Stroh zum ungünstigen Substitutionsstoff. Gärrest und Haselnussschalen haben sich als geeignete Substitutionsstoffe herausgestellt und werden bei ausreichender Verfügbarkeit als Mischpellets in Verbrennungsversuchen weiter untersucht.

Im Labormaßstab wurden für Kleie, Hirse und Walnuss Probepelletierungen von 5 Ma% bis 50 Ma% mittels einer Handpresse der Fa. IKA durchgeführt. Es konnte gezeigt werden, dass die rechnerisch ermittelten Brennwerte der Mischung mit den gemessenen Brennwerten der Mischpellets sehr gut übereinstimmen.

Die Agglomerationseigenschaften der Mischpellets waren unterschiedlich und für

die Anwendungen im Labor ausreichend. Für die Praxisanwendung sind weitere Untersuchungen notwendig. Je höher der Anteil an Substitutionsstoffen war, desto geringer war die Festigkeit der Pellets, was sich durch erhöhten Aufwand beim Pelletieren und Abrieb bzw. Zerfall der Pellets zeigte. Es wurde im Labor trocken und ohne Zugabe von Bindemitteln bei der Herstellung der Presslinge gearbeitet.

4.4.1.4 Entwicklung und Fertigung eines Verbrennungssofens zur fast schadstofffreien (Low Emission) Verbrennung von unkonventioneller Biomasse für die universelle Nutzung der erzeugten Hochtemperaturwärme, bspw. in der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) (Kurztitel: LowEmO)

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

MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. (FH) M. Kurz

Finanzierung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



Projektträger AiF

Kooperationspartner: GARANT Wärmesysteme Ingenieurgesellschaft mbH
Glauchau, Eckhardt Feuerungs- und Heizungsservice
Chemnitz (EFH)

Laufzeit: 01.01.2013-30.06.2015

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Für die Charakterisierung von möglichen Einsatzstoffen im Pelletofen wurde nach einer Markt- und Literaturrecherche eine Auswahl von verfügbaren Pelletbrennstoffen als Ausgangsbasis für weitere Analysen, Verbrennungsversuche und Berechnungen definiert und untersucht. Zunächst wurden zwei handelsübliche Pelletsorten untersucht, um die mögliche Spreizung in der Produktqualität zu dokumentieren. Im Ergebnis konnten insbesondere im Aschegehalt, Stickstoffgehalt und in der Schüttdichte signifikante Unterschiede festgestellt werden. Für die Optimierung regionaler Brennstoffkreisläufe wurden Voruntersuchungen zu nicht handelsüblichen Pellets aus Rapsstroh und Miscanthus durchgeführt. Des Weiteren wurden Analysen für ein marktübliches Industrieholzpellet begonnen. Für die mathematische Modellierung des Verbrennungsverlaufs wird dieser zunächst in drei Phasen unterteilt. Als vermutlich unproblematisch wird der stationäre Betrieb unter Nennlast angesehen. Weitaus komplizierter sind An- und Abfahrprozesse. Ziel dieser Untersuchungen ist eine Eignungsprüfung vorhandener Geräte, Messbereiche und Messdatenerfassung. Die im Moment laufenden Simulationen der Temperatur und des Strömungsverhaltens im Kessel lassen nach der Auswertung Rückschlüsse auf den zeitlichen Verlauf der Verbrennungsprozesse im Kessel zu. Anhand dessen können Fahrweisen des Kessels optimiert werden. Für den Eignungstest der vorhande-

nen Messtechnik wurden Emissionsmessungen an einem handelsüblichen Pelletkessel durchgeführt. Diese direkt zu Projektbeginn vorgenommene Messung sollte der HSZG einen zeitlichen Vorlauf bei möglichen Problemen mit der Messtechnik geben, bevor die Messungen am zu entwickelnden Kessel vorgenommen werden. Verwendet wurde ein mobiles Abgasanalysegerät der Firma Messtechnik Eheim, das speziell für die Emissionsmessung an nicht spezifizierten Brennstoffen geeignet ist.

4.4.1.5 Synergetische Kopplung von Energieträgern für effiziente Prozesse (SYNKOPE), Teilprojekt 1: „Entwicklung eines innovativen Berechnungswerkzeuges zur Verwendung in Technikfolgenabschätzungen“

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

MitarbeiterInnen: Dr. phil. nat. habil. P. Weber

Finanzierung: Europäischer Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), Projektträger SAB



Kooperationspartner: Technische Universität Dresden, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

Laufzeit: 01.08.2012-31.10.2014

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Arbeitsziel des Projektes ist die Entwicklung eines neuartigen Berechnungswerkzeuges, das die Methoden der energieverfahrenstechnischen und kraftwerkstechnischen Simulation einerseits und der Ökobilanzierung andererseits miteinander koppelt. Nachdem in einem ersten Arbeitsschritt aus dem Angebot der zur Verfügung stehenden Verfahren die Software-Pakete ausgewählt worden waren, welche für die angezielten Verwendungszwecke geeignet sind und sich im Sinne der Aufgabenstellungen des Projektes am besten modifizieren lassen, wurde in einem zweiten Arbeitsschritt die Visualisierung von Energie- und Stoffströmen des festgelegten Referenzprozesses („Wasserdampfvergasung von Kohle mit Kernenergie“) als projektübergreifende Aufgabenstellung in Gestalt von Sankey-Diagrammen realisiert. Die gegenwärtigen Arbeiten bestehen darin, die einzelnen Module und damit das Gesamtsystem durch bilanzsichernde Algorithmen zu hinterlegen. Die notwendigen mathematischen Algorithmen sind entwickelt. Ihre Implementierung ist in Arbeit.

4.4.1.6 Bewertung des Verschlackungsverhaltens von Braunkohlen unter Oxyfuel-Verbrennungsbedingungen

ProjektleiterIn:	Dipl.-Ing. U.-S. Altmann
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. S. Grusla
Finanzierung:	Vattenfall Europe PowerConsult GmbH
Kooperationspartner:	Pilotanlage "Schwarze Pumpe", Kraftwerk Jämschwalde
Laufzeit:	Mai 2012 bis Juli 2013

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Ziel der Untersuchungen war die vergleichende Bestimmung der Abhängigkeit des Verschlackungs- und Verschmutzungsverhaltens vier verschiedener Braunkohlenstäube von ausgewählten feuerungstechnischen Parametern, wie Verbrennungstemperatur, Sauerstoffgehalt Oxidationsmittel und Luftverhältnis am Brenner mit dem Ziel, das Einsatzrisiko der Brennstoffe in einer nach dem Oxyfuel-Prinzip betriebenen Kohlenstaubfeuerung im Vergleich zur luftbetriebenen Kohlenstaubfeuerung zu prognostizieren. Um einen Bezug zum Verschlackungs- und Verschmutzungsverhalten an realen Kraftwerksfeuerungen zu erhalten, kamen neben dem „Standard“-Braunkohlenstaub, welcher in der Oxyfuel-Pilotanlage Schwarze Pumpe eingesetzt wird, drei Braunkohlequalitäten zum Einsatz, die bereits bei einem großtechnischen Versuchsprogramm, realisiert an den Dampferzeugern der Blöcke A und B des Kraftwerkes „Schwarze Pumpe“, eingesetzt wurden.

Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf der Bewertung der tendenziell zu erwartenden Ansatzbildungsmechanismen: Hochtemperatur-Ansatzbildung an Brennkammerheizflächen (Verschlackungsneigung) und Verschmutzungsvorgänge an den Nachschaltheizflächen (Fouling).

4.4.1.7 Verbundvorhaben „COORETEC“, ADECOS-Komponenten „Oxyfuel-Komponentenentwicklung und -Prozessoptimierung“

ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. S. Grusla, Dipl.-Ing. S. Altmann, Dipl.-Ing. (FH) M. Freund
Finanzierung:	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)   Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Kooperationspartner:	TU Dresden, TU Hamburg-Harburg, Uni Stuttgart, FZ Jülich, ALSTOM Carbon Capture GmbH, Babcock Borsig Steinmüller 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 Untersuchungen standen 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" wurde 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 erbrachten 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“ wurden 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.

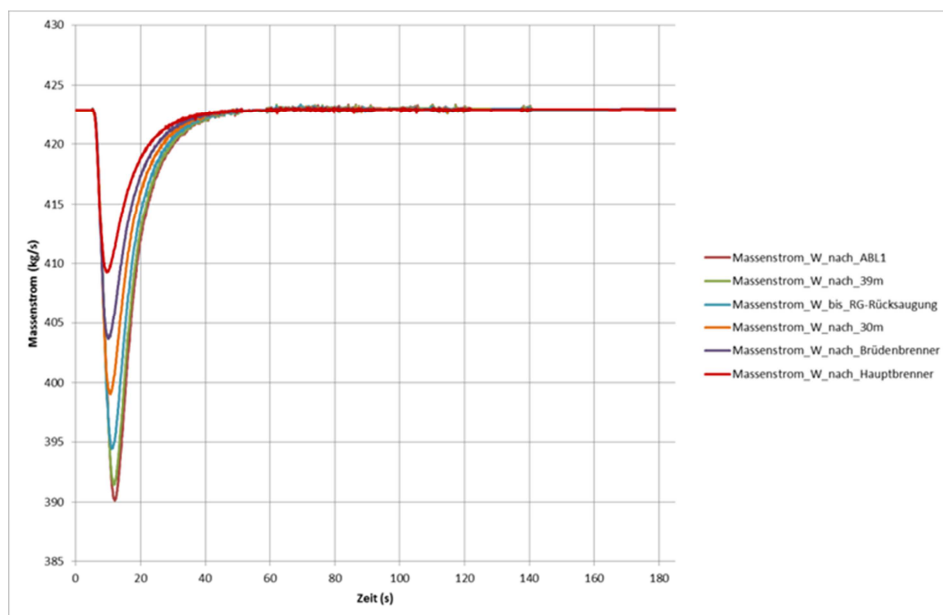


Abbildung 23: Simulation des Massenstromes Wasser/Wasserdampf eines hypothetischen Oxyfuel-Großkraftwerkes in Folge einer Feuerungs-Leistungsabsenkung, aufgetragen für verschiedene Beheizungszone

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 waren die Grundlage für die Bereitstellung aussagefähiger Diagnosetools. Im Rahmen der experimentellen Simulation wurden an der Versuchsanlage "Mikrobrennkammer MB 1500" des IPM Regelungskonzepte für den Oxyfuel-Betrieb entwickelt und getestet.

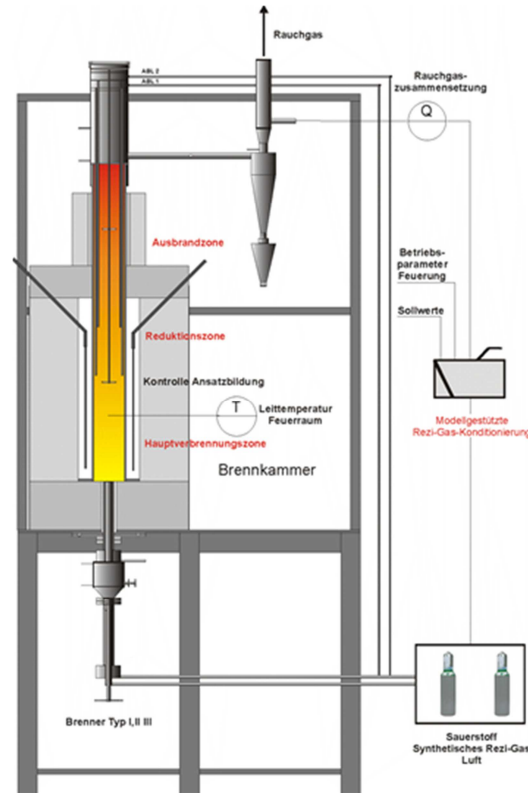


Abbildung 24: Schema der Mikrobrennkammer MB 1500 mit Nachrüstung zur Simulation des Oxyfuel-Betriebes

4.4.1.8 Brennstoff- und verbrennungstechnologische Bewertung der Verschlackungsneigung Niederlausitzer Kesselkohlen für den Einsatz in den Kraftwerken Schwarze Pumpe, Boxberg und Jämschwalde

ProjektleiterIn:	Dipl.-Ing. U.-S. Altmann
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Ing. S. Grusla
Finanzierung:	Vattenfall Europe Mining AG
Kooperationspartner:	Kraftwerke Schwarze Pumpe, Boxberg und Jämschwalde
Laufzeit:	März 2013 bis November 2013

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Die vergleichende Bestimmung der Abhängigkeit des Verschlackungs- und Verschmutzungsverhaltens sieben verschiedener Braunkohlenstäube von ausgewähl-

ten feuerungstechnischen Parametern, wie Verbrennungstemperatur und Luftverhältnis am Brenner waren Inhalt dieses Projektes, 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:

Hochtemperatur-Ansatzbildung an Brennkammerheizflächen (Verschlackungsneigung) und Verschmutzungsvorgänge an den Nachschaltheizflächen (Fouling).

4.4.1.9 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: 01.12.2012 – 30.11.2015

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Im Rahmen dieses Projektes wird 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 MWel-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 techni-

schen 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

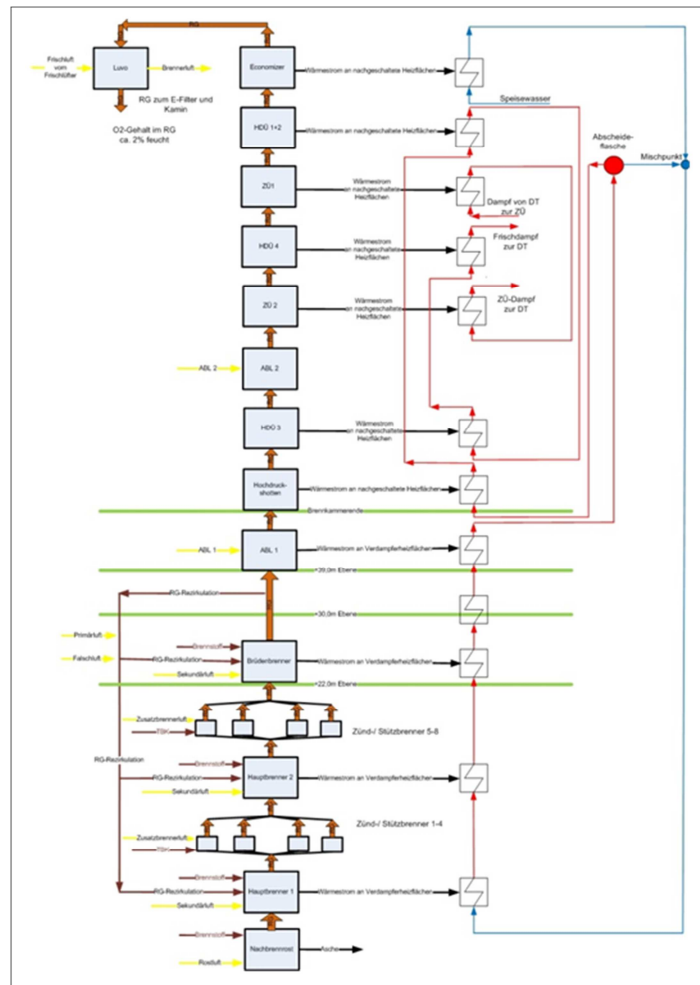


Abbildung 25: Modell des Dampferzeugers (Kraftwerk Jänschwalde) mit Stützbrennern

Für die Analyse des Feuerungsverhaltens und die Simulation des TBK-Stützbrennereinsatzes wurde ein Modell des Dampferzeugers im Kraftwerk Jänschwalde erstellt und anhand von Betriebsdaten verschiedener Lastfälle parametrisiert und validiert.

4.4.1.10 Entwurf von Modulen ausgewählter Übertragungsfunktionen für die dynamische Modellierung mit Epsilon Professional

ProjektleiterIn: Dipl.-Ing. U.-S. Altmann
MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. Ulrike Gocht
Finanzierung: STEAG Energy Services GmbH
Laufzeit: 2013

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Das Projekt liefert einen Beitrag zur Erweiterung der Simulationssoftware Epsilon Professional von stationären zu dynamischen Simulationen energie- und kraftwerks-technischer Anlagen.

Im Rahmen der Arbeiten erfolgten die Entwicklung und der Test ausgewählter klassischer dynamischer Übertragungsfunktionen. Die Modelle wurden mittels der soft-

ware-internen Programmierumgebung "Kernel Scripting (Bauteil 93)" in jeweils einem Makro umgesetzt. Anschließend erfolgte die Verifizierung und Validierung der Modelle anhand des Vergleiches der Simulationsergebnisse u. a. mit denen der Simulationssoftware "DynStar" (Hochschule Zittau/Görlitz, IPM).

4.4.1.11 Nachrechnung des Versuches PKL E2.2 mit S-RELAP5

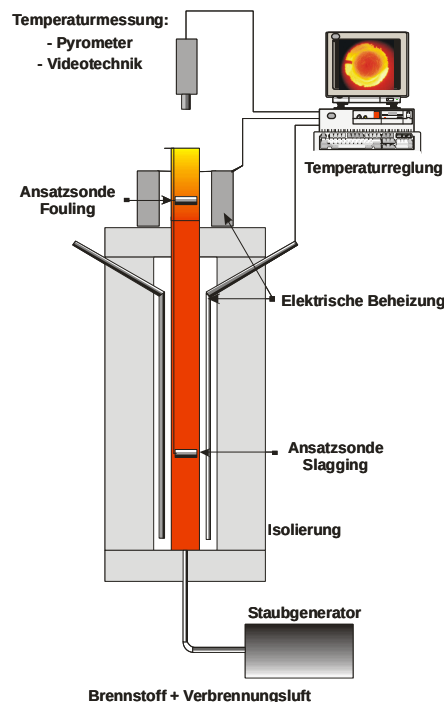
ProjektleiterIn: Dipl.-Ing. U.-S. Altmann
MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. Ulrike Gocht
Finanzierung: AREVA GmbH
Laufzeit: Juli 2013

4.4.1.12 Ermittlung und Dokumentation der Unsicherheitsparameter für LBLOCA-Analysen mit S-RELAP5

ProjektleiterIn: Dipl.-Ing. U.-S. Altmann
MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. Ulrike Gocht
Finanzierung: AREVA GmbH
Laufzeit: August/September 2013

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

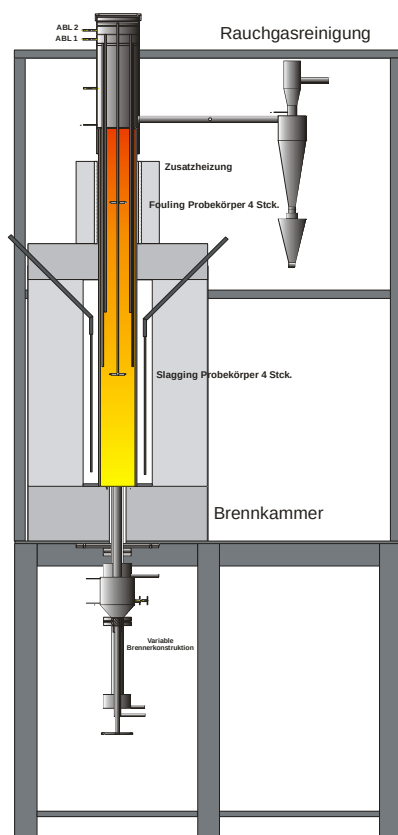
Verbrennungstemperatur regelbar:	800 – 1500 °C
Temperatur Nachbrennkammer (Probekörper) regelbar:	800 – 1100 °C

Abbildung 26: 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 27: 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)
- Rauchgasanalysesystem
- Video-Überwachung von Flammenbildern
- Flammenpyrometrie
- optisches Messsystem zur Partikeltemperaturbestimmung
- optische Diagnose von Flammeneigenschaften (bildgebende Feuerraumsonde)
- konventionelle Feuerraumsonden (Wärmestromdichte, Absaugthermoelement)
- ausgewählte Standard-Kohleprüfverfahren

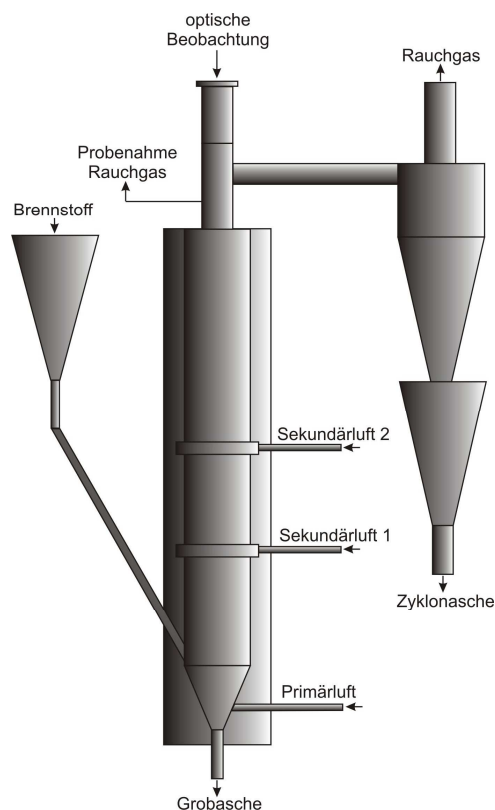


Abbildung 28: Modell-Zyklonfeuerung ZBK 2

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 29: 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 (HHS).

Zu dem Versuchsstand gehören:

- Schubbodencontainer für Holzhackschnitzel (20 srm)
- Biomassetrocknungsanlage



Abbildung 30: 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 Kraftwerklabor wird dieser Versuchsstand am neuen Standort errichtet.

Derzeitige Ausstattung:

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



Abbildung 31: Temperiergerät (Huber Unichiller)

4.4.3 Publikationen

4.4.3.1 Vorträge

Zschunke, T., Schneider, R.: Ergebnisse des Projektes „Bundesmessprogramm zur Weiterentwicklung der kleintechnischen Biomassevergasung“, Tagung „Strom und Wärme und Kälte aus Restholz - Perspektiven für Südtirol“, Bozen, 15.03.2013

Zschunke, T., Schneider, R.: Energie aus Biomasse - Stand der aktuellen Anlagentechnik, Vortrag zur Veranstaltung des Verbundprojektes LÖBESTEIN, Hochkirch, 25.03.2013

Zschunke, T., Salomo, B., Schneider, R., Weidner, M., Schwarzbach, P.: Thermochemisches Versuchsfeld im Rahmen des Zittauer Kraftwerkslabors, Vortrag zum Fachkolloquium Elektroenergie aus Biomasse in dezentraler Anwendung -Technik, Ökonomie, Ökologie-, Zittau, 06.-07.2013

Schneider, R.: Bundesmessprogramm zur Weiterentwicklung der kleintechnischen Biomassevergasung: Technische Bewertung, Vortrag zum Fachkolloquium Elektroenergie aus Biomasse in dezentraler Anwendung - Technik, Ökonomie, Ökologie- der Hochschule Zittau/Görlitz 2013, Zittau, 06.05.2013

Schneider, R., Schüßler, I., Zschunke, T.: Bundesmessprogramm zur Weiterentwicklung der kleintechnischen Biomassevergasung (AP5a Technische Bewertung), Posterbeitrag zum Fachkolloquium Elektroenergie aus Biomasse in dezentraler Anwendung -Technik, Ökonomie, Ökologie-, Zittau, 06.-07.05.2013

Zschunke, T., Schneider, R.: Ergebnisse des Projektes „Bundesmessprogramm zur Weiterentwicklung der kleintechnischen Biomassevergasung“, Vortrag zur Climate Energy 2013, Bozen, 20.09.2013

Schwarzbach, P., Salomo, B., Schneider, R., Kupka, A., Weidner, M., Zschunke, T.: Holzvergaser-BHKW im Thermochemischen Versuchsfeld - Erste Erfahrungen, Posterbeitrag zum 45. Kraftwerkstechnischen Kolloquium der TU Dresden, Dresden, 15.10.2013

Schwarzbach, P., Salomo, B., Schneider, R., Weidner, M., Zschunke, T.: Thermochemical Testing Ground with Wood Gasifier CHP Plant - Initial Operating Experience, Posterbeitrag zur 8th International Renewable Energy Storage Conference and Exhibition (IRES 2013), Berlin, 18.11.2013

Salomo, B.: Praxisbericht zum Einsatz von Holzvergasungs-BHKW zur Erzeugung von Elektroenergie und Wärmeenergie aus Holzhackschnitzeln, Beitrag zum Seminar des IBEU e.V. Dresden, Obergurig, 27.11.2013

Zschunke, T., Bräkow, D.: Ausblick und zukünftige Ansätze bei der Biomassevergasung, Vortrag zur RENEXPO®, Austria, Salzburg, 29.11.2013

4.4.3.2 Proceedings/Tagungsbände

Epp, C., Birner, A., Schauburger, B., Schneider, R., Salomo, B.: Abschlussbericht über die Hackschnitzel-Trocknungsversuche am Biomassehof Oberlausitz, Partner: Bioenergie Ostsachsen GmbH, Biomassehof Achental, Hochschule Zittau/Görlitz, Grassau, 13.06.2013

Schauburger, B., Epp, C., Huber, J., Wimmer, W., Lübbering, C., Schneider, R., Salomo, B.: Abschlussbericht über die Trocknungsversuche für Holz-Hackschnitzel mit einem semikontinuierlichen Containertrockner, Partner: Biomassehof Achental, Terbrack Maschinenbau GmbH, Agnion technologies GmbH, Hochschule Zittau/Görlitz, Grassau, 29.07.2013

Zschunke, T., Schneider, R.: Tagungsband zum Fachkolloquium Elektroenergie aus Biomasse in dezentraler Anwendung - Technik, Ökonomie, Ökologie - der Hochschule Zittau/Görlitz 2013, ISBN 978-3-941521-12-4, Zittau

Zeymer, M., Herrmann, A., Oehmichen, K., Schneider, R., Heidecke, P., Ling, H., Volz, F.: DBFZ-Report Nr. 18: Die kleintechnische Biomassevergasung als Option für eine nachhaltige und dezentrale Energieversorgung, Leipzig, 11/2013

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

Dipl.-Ing. (FH) Preusche, Robert: Untersuchung wissensbasierter Diagnoseverfahren zur Identifikation und Lokalisierung von Falschlufteinbrüchen in Oxyfuel-Kraftwerksanlagen im Rahmen einer zustandsorientierten Instandhaltung; Technische Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen, verteidigt am 27.11.2013

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

Dipl.-Ing. Sénéchal, Ulf: Holzverbrennung in Kaminöfen mit Keramikfilter – experimentelle Untersuchungen und mathematische Modellierung; Technische Universität Dresden, Fakultät Maschinenwesen, verteidigt 03.12.2013

4.5 Mustererkennung und Bildverarbeitung

4.5.1 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

4.5.1.1 Kommunikationsinfrastruktur für Elektro-Tankstellen

ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Scharf
MitarbeiterInnen:	Dipl.-Inf. (FH) Ivo Noack
Finanzierung:	Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK)
Kooperationspartner:	Belectric Solarkraftwerke Dresden
Laufzeit:	01/2013-12/2013

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Die Bundesregierung ist bestrebt, die Elektromobilität in den nächsten Jahren massiv auszubauen. Dazu gehören nicht nur Elektrofahrzeuge, sondern auch eine entsprechende Menge an Tankstellen zum Nachladen von Elektroenergie. Diese werden zunehmend als kleine Gruppen von Ladeeinrichtungen aufgestellt. Zum Schutz der Infrastruktur müssen die einzelnen Ladevorgänge über ein lokales Lastmanagementsystem gesteuert werden. Dies und die Einbindung in das Lastmanagement dezentraler Energieversorger erfordert eine Kommunikation der Ladeeinrichtungen untereinander sowie mit einer Zentralstelle, die auch für die Abrechnung und die überregionale Verwaltung und Steuerung zuständig ist. Mit dieser Studie wurde eine vergleichende Untersuchung und Bewertung hinsichtlich der Praxistauglichkeit moderner Kommunikationstechnologien für eine lokale Vernetzung mehrerer Ladeeinrichtungen vorgenommen. Dabei wurden neben rein technischen, kommerziellen und praktischen Aspekten auch internationale Trends bei der Entwicklung der Ladeinfrastruktur, sowie die Einbindung eines Energiemanagementsystems zur optimalen Nutzung von selbst erzeugter Energie berücksichtigt.

Neben der Konzeption der Kommunikationsstruktur und der Interaktion mit dem Nutzer über einen Touchscreen bzw. das Infotainment-System des Fahrzeugs wurden auch die Organisation des lokalen Netzes mit dem jeweiligen Konfigurationsaufwand und die Möglichkeiten der direkten Kommunikation mit dem Fahrzeug betrachtet.



Abbildung 32: Elektroladestation

4.5.1.2 Erstellung eines Software-Frameworks zur Offline-Verarbeitung von Hochgeschwindigkeits-Kameraaufnahmen

ProjektleiterIn:	Prof. Dr. rer. nat. Stefan Bischoff
MitarbeiterInnen:	M.Sc. Anna Prenzel
Finanzierung:	Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK)
Laufzeit:	05/2013 - 12/2013

Bearbeitungsstand/ Ergebnisse:

Die Hochschule Zittau/Görlitz verfügt über eine Hochgeschwindigkeitskamera (Bildrate: 5.000 fps bei Vollauflösung, 195.000 fps bei Teilauflösung), welche von mehreren Forschungsinstituten im Zuge von F&E-Projekten für die Observation schneller dynamischer Prozesse eingesetzt wird. Diese sind z.B.:

- Austritt eines Wasser-Dampf-Freistrahls in der Zittauer Fragmentierungsanlage
- Abwurf eines Rotors in ein Fanglager bei magnetgelagerten rotierenden Maschinen

- Ausblasen von Plastikflakes innerhalb einer Müllsortieranlage.

Bislang erfolgte die Verarbeitung des Bildmaterials mit Hilfe von eigens für jeden Anwendungsfall zugeschnittenen Algorithmen. Die Auswertung geht somit insgesamt mit einem beträchtlichen Programmieraufwand einher. Innerhalb dieses Projektes wurde ein Softwareframework mit einfach zu bedienender graphischer Oberfläche erstellt, welches die automatisierte Offline-Auswertung der Hochgeschwindigkeits-Kameraaufnahmen erlaubt.



Abbildung 33: Anzeigen u. Abspielen einer Aufnahmesequenz: Es kann ein Ordner geöffnet werden, der die Frames einer Aufnahmesequenz enthält; Nutzer kann mittels Schieberegler durch die Frames navigieren

Die neu entstandene interaktive Benutzeroberfläche zur Betrachtung und Auswertung einer Bildsequenz bietet neben der Kontrastverbesserung die Möglichkeit zur automatischen Erkennung von Objekten und zur automatischen Vermessung der Eigenschaften wie Größe, Umfang oder Position.

4.5.2 Versuchsanlagen

4.5.2.1 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 34: 3D-Versuchsstand

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 hat zu einer weiten Verbreitung von modernen elektronischen Netzteilen geführt. Diese Verbraucher benötigen Vorschaltgeräte, um die Wechselspannung aus dem 230V 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 Versuchstand 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/SIMetrix simuliert. Mit den Simulationsergebnissen konnte die prinzipielle Arbeitsweise nachgewiesen werden.

4.7 Messen und Wissenschaftliche Veranstaltungen

4.7.1 Workshop Leittechnik und Präsentation der Ergebnisse

Im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsvorhabens von E.ON Kernkraft Deutschland, des Kernkraftwerkes in Oskarshamn/Schweden und der Hochschule Zittau/Görlitz, IPM fand am 08./09.04.2013 ein Workshop zu leittechnischen Fragestellungen in der nuklearen Sicherheitsforschung statt. An dem Erfahrungsaustausch nahmen neben den unmittelbar beteiligten Kooperationspartnern auch Vertreter von AREVA und dem Kernkraftwerk Krümmel teil. Aus Sicht der Veranstalter war die Teilnahme von Studierenden der Fakultät Elektrotechnik und Informatik besonders erfreulich.

Während des Workshops wurden intensiv aktuelle Fragestellungen zum Einsatz digitaler Reaktorschutzleittechnik im Kernkraftwerk Oskarshamn diskutiert. Dabei wurden Ergebnisse, die im Rahmen des Forschungsvorhabens unter Leitung von Professor Alexander Kratzsch erzielt wurden, vorgestellt und die weitere Vorgehensweise vereinbart.

Abschließend wurde über Möglichkeiten bezüglich des verstärkten Transfers aktueller Forschungsergebnisse in die studentische Ausbildung mit aktiver Unterstützung der Kooperationspartner beraten. Vertreter des KKW Oskarshamn betonten, dass der Erhalt und Ausbau der Kompetenz in der nuklearen Sicherheitsforschung am Standort Zittau weiterhin aktiv unterstützt wird. Auch AREVA machte deutlich, dass die gute Zusammenarbeit im Rahmen der Kooperationsvereinbarung und der kooperativen Ingenieurausbildung (KIA) zukünftig weiterentwickelt wird.



Abbildung 35: Die Teilnehmer des Workshops

Im Nachgang des Workshops fand im Rahmen des gemeinsamen Forschungsvorhabens „Analyse und Bewertung von softwarebasierten Leittechnikstrukturen in sicherheitsrelevanten Anwendungen“ von E.ON Kernkraft Deutschland, des Kernkraftwerkes in Oskarshamn/Schweden und der Hochschule Zittau/Görlitz, IPM am 14./15.11.2013 die Präsentation der Projektergebnisse in Zittau statt.

Daran nahmen neben den unmittelbar beteiligten Kooperationspartnern auch Vertreter von AREVA teil.

Im Rahmen des Austausches wurden die erzielten Ergebnisse, des Forschungsvorhabens unter Leitung von Prof. Kratzsch vorgestellt. In der anschließenden Diskussion wurden neue Erkenntnisse für das Design von softwarebasierten Leittechnikstrukturen für die nukleare Sicherheitsforschung eingehend beraten. Darüber hinaus herrschte bei den beteiligten Partnern Einvernehmen darüber, dass zukünftige Forschungsvorhaben mit dem Ziel der Kompetenzerhaltung in der nuklearen Sicherheitsforschung gemeinsam bearbeitet werden müssen.



Abbildung 36: Die Teilnehmer der Ergebnispräsentation

Demzufolge haben sich die Projektpartner von E.ON/OKG bereiterklärt, ein weiteres Vorhaben für das Jahr 2014 gemeinsam mit der Forschungsgruppe von Professor Kratzsch zu initiieren.

Im Rahmen des Kooperationsvertrages zwischen AREVA und der HSZG hat AREVA Unterstützung bei der Inbetriebnahme einer der TXS Leittechnikbaugruppe an der HSZG, IPM zugesagt. Die Leittechnikbaugruppe soll zukünftig für Lehre und Forschung zum Einsatz kommen.

4.7.2 Eröffnung „Thermochemisches Versuchsfeld“

Am 12. Juli 2013 luden das Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) und die Fakultät Maschinenwesen gemeinsam zur feierlichen Eröffnung des ersten Teils der Versuchsanlage „Thermochemischen Versuchsfeld“ (TCV II) in den Hallenkomplex B (Haus ZVII Schwenninger Weg 1 in Zittau) ein.

Im Beisein von Vertretern aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft wird die neu errichtete Versuchsanlage, bestehend aus einer Holztrocknungsanlage und einem Holz-Vergaser-BHKW, feierlich in Betrieb genommen.

Es ist damit die erste von insgesamt vier Versuchsanlagen des Zittauer Kraftwerkslabors.

In Kooperation mit der Fakultät Elektrotechnik und Informatik wird an diesem Tag auch ein Projekt mit dem Titel „Elektromobilität aus Holz“ präsentiert, womit die Aufmerksamkeit auf das Potenzial und die Chancen der Elektromobilität in Kombination mit regenerativer Stromerzeugung gelenkt werden soll.

Im Rahmen der Projektpräsentation wurde Interessenten die Möglichkeit gegeben, die Versuchsanlage in kleinen Gruppen direkt zu besichtigen und mit den Forschungsmitarbeitern ins Gespräch zu kommen, um dann ab 12:00 Uhr der breiten Öffentlichkeit zur Besichtigung offenzustehen.



Abbildung 37: Thermochemisches Versuchsfeld

4.7.3 Workshop Magnetlagertechnik

Nunmehr schon zum 9. Mal fand am 2. und 3. September der Workshop Magnetlagertechnik statt. Die Veranstaltung wurde im Jahre 1995 durch das Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik (IPM) ins Leben gerufen. Lange Zeit in Kooperation mit der Universität Kassel ist es nun eine gemeinsame Veranstaltung vom IPM der Hochschule Zittau/Görlitz und dem Lehrstuhl für Energiewandlungs- und Antriebssysteme der TU Chemnitz.

Die ca. 35 Teilnehmer aus Deutschland und Österreich trafen sich in diesem Jahr in Chemnitz zu einem intensiven Erfahrungs- und Meinungsaustausch. Die Themen umfassten die gesamte Spannweite aktueller Entwicklungen im Bereich der Sensorik, Aktorik und Leistungselektronik bis hin zur Vorstellung neuer Applikationen.

Das Fachgebiet Mechatronische Systeme des IPM berichtete insbesondere von der neuen Magnetlagerversuchsanlage, die im Zittauer Kraftwerkslabor aufgebaut wird.

In einer gemeinsamen Präsentation von IPM und SIEMENS Görlitz wurden auch Ergebnisse der Versuche zur Magnetgelagerten Industriedampfturbine, die an der modernen Versuchsanlage in Zittau erzielt wurden, vorgestellt.



Abbildung 38: Eröffnung der Vortragsreihe durch Prof. Worlitz, Hochschule Zittau/Görlitz

Der Jubiläumsworkshop findet im September 2015 in Zittau statt - 20 Jahre nach dem 1. Zittauer Workshop Magnetlagertechnik.

4.7.4 20th East West Zittau Fuzzy Colloquium

Vom 25.09.-27.09.2013 fand am Forschungsinstitut IPM der Hochschule Zittau/Görlitz das nunmehr 20. Zittauer Fuzzy-Kolloquium statt.

Insgesamt wurden ca. 50 Fachkollegen aus Tschechien, Slowakei, Slovenien, Polen, Russland, Ukraine, Japan und Deutschland erwartet. Plenarvorträge wurden gehalten zu den Themen "Fuzzy Logic-Based Optimization of Workforce Management for Maintenance and Fault Clearing in Electrical Grid Operation" von Dr. Rudolf Felix, F/L/S Fuzzy Logik Systeme, Dortmund und "The Uncertain and the Imprecise in Science – A Historical-Philosophical View" von Dr. Rudolf Seising, European Centre for Soft Computing, Mieres, Spanien.



Abbildung 39: Teilnehmer des 20. East-West Zittau Fuzzy Colloquium

In über 30 weiteren Vorträgen wurden neue Ergebnisse zur Fuzzy-Sets-Theorie, neuronalen Netzen, Bildverarbeitung, Simulation, Data Mining, moderne Methoden in der studentischen Ausbildung sowie im Energiemanagement vorgestellt.

Die Veranstaltung unterstreicht ihre Bedeutung als Bildungseinrichtung mit internationaler Ausstrahlung und enger Verknüpfung von Forschung und Lehre.

4.7.5 Kooperationsvereinbarung mit der North-West University in Südafrika

Die Hochschule Zittau/Görlitz und die North-West University in Südafrika unterzeichneten im April 2013 einen Vertrag zur Zusammenarbeit. Damit wird die seit vielen Jahren intensive Kooperation zwischen beiden Einrichtungen auf vertragliche Füße gestellt. Beide Partner vereinbarten darin, die Beziehungen langfristig weiterzuentwickeln und zu intensivieren. Besonderen Nutzen versprechen sich die Unterzeichner von einem stetigen Studierenden- und Wissenschaftleraustausch, insbesondere auf den Gebieten Mechatronik und Elektrotechnik.

Auf Einladung des höchsten Repräsentanten der North-West Universität Vice Chancellor Dr. Theuns Eloff, reiste der Rektor Professor Friedrich Albrecht gemeinsam mit Professor Frank Worlitz, Direktor des Instituts für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM), der Hochschule nach Potchefstroom.

Seit 2004 besteht eine intensive Forschungszusammenarbeit auf dem Gebiet der Magnetlagertechnik zwischen Prof. Worlitz und Prof. George van Schoor. Seitdem wurden zahlreiche Projekte initiiert und ein intensiver Forschungsaustausch ist entstanden.



Abbildung 40: Bei der Vertragsunterzeichnung: v. l. vorn: Rektor Prof. Albrecht und Vice-Chancellor Dr. Eloff; v. l. hinten: Prof. Worlitz und Prof. van Schoor (Foto: Pressestelle der North-West University)

4.8 Wissenschaftliche Veranstaltungen – Gesamtübersicht

Datum	Thema/Bezeichnung	Veranstalter
April 2013	Unterzeichnung Kooperationsvereinbarung Südafrika	North-West University Potchefstroom Südafrika
08.-09.04.2013 14.-15.11.2013	Workshop zum Einsatz digitaler Leittechnik	IPM
12.07.2013	Eröffnung Thermochemisches Versuchsfeld	IPM/Fakultät Maschinenwesen
29.07.- 02.08.2013	21th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE21) in Chengdu, China	ASME American Society of Mechanical Engineers
02.-03.09.2013	Workshop Magnetlagertechnik	TU Chemnitz
25.-27.09.2013	20 th East West Fuzzy Colloquium	IPM
14.-16.11.2013	Jahrestagung Kerntechnik 2013 in Stuttgart	Kerntechnische Gesellschaft e.V., DAtF
14.11.2013	Kongress zu Speichertechnologien	Kongress- und Messezentrum Cottbus

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)

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:

Obmann VDI Bezirksgruppe Oberlausitz

Gutachter AiF

Gutachter Auswahlausschuss Jahrestagung Kerntechnik

Gutachter International Conference on Nuclear Engineering ICONE

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

Dipl.-Ing (FH) Roman Schneider:

Mitglied im VDI-AK zur VDI 3461 „Emissionsminderung Holzvergasungsanlagen“

4.10 Kooperative Promotionsverfahren

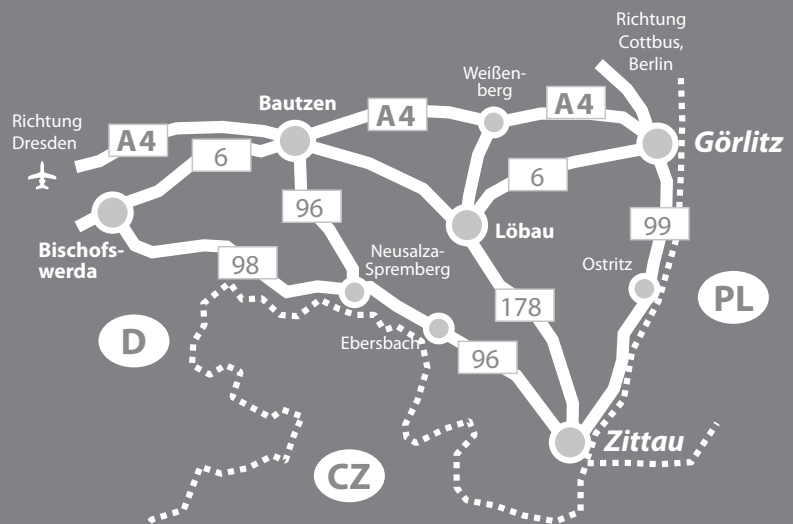
Promo- vend	Betreuender Hochschulleh- rer	Kooperie- rende Hoch- schule	Thema	Laufzeit
Renger, Stefan	Prof. Kästner	TU Dresden	Anwendung der digitalen Bildverarbeitung und der Photogrammetrie zur Bestimmung von Parametern für CFX und 3D-Simulation in partikelbehafteten Strömungen	11/06 - 11/09
Düster- haupt, 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 Dresden	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 mit optischen Verfahren und Parameterbestimmung für CFD-Rechnungen an kleinskaligen Versuchsständen	10/09 - 09/12
Fiß, Daniel	Prof. Hampel	TU BA Frei- berg	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

Promo- vend	Betreuender Hochschulleh- rer	Kooperie- rende Hoch- schule	Thema	Laufzeit
Schulz, Stephan	Prof. Hampel	TU BA Frei- berg	Modellierung und Simula- tion von Übergangsprozes- sen in geneigten dünnen Rohrleitungen	09/09 - 08/12
Kittan, Stefan	Prof. Kästner	TU Ilmenau	Modellierung/ Simulation der Dynamik von Anlage- rungs- und Penetrations- prozessen in partikelbelas- teten Kühlmittelströmun- gen	01/11 - 12/ 13
Schmidt, Sebastian	Prof. Kratzsch	TU Dresden	Einsatz von Soft Compu- ting-Methoden für die Kernzustandsdiagnose	07/12 - 06/15
Li, Li	Prof. Worlitz	TU Ilmenau	Methoden des Soft Com- puting zur Regelung und Diagnose von Magnetlag- ern	12-15
Fiebig, Jan	Prof. Worlitz	North West University Potchefstroom South Africa	Design Algorithm of Mag- netic Bearings used for industrial steam turbines	13-16

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