



Hochschule
Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Institut für Prozeßtechnik,
Prozeßautomatisierung
und Meßtechnik



JAHRESFORSCHUNGSBERICHT 2017

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Statistische Angaben	2
2.1	Drittmittelverteilung	2
2.2	Entwicklung der Mitarbeiterzahlen	2
3	Struktur	3
3.1	Organigramm	3
3.2	Leitung des Instituts	3
3.3	Übersicht Professuren	3
3.3.1	Mitwirkung in Gremien	3
3.3.2	Forschungsprofil	5
4	Forschungsaktivitäten des IPM	10
4.1	Messtechnik/Prozessautomatisierung	10
4.1.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	10
4.1.2	Versuchsanlagen	16
4.1.3	Publikationen	19
4.1.4	Betreuung von Promovenden	21
4.1.5	Ausgewählte Abschlussarbeiten von Studierenden	21
4.2	Kerntechnik/Soft Computing	22
4.2.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	22
4.2.2	Versuchsanlagen	26
4.2.3	Messtechnik	32
4.2.4	Publikationen	34
4.2.5	Betreuung von Promovenden	35
4.2.6	Ausgewählte Abschlussarbeiten von Studierenden	35
4.3	Mechatronische Systeme	35
4.3.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	35
4.3.2	Versuchsanlagen	41
4.3.3	Publikationen	47
4.3.4	Betreuung von Promovenden	47
4.3.5	Ausgewählte Abschlussarbeiten von Studierenden	48
4.4	Kraftwerks-, Dampferzeuger- und Feuerungstechnik	48
4.4.1	Forschungs- und Entwicklungsprojekte	48
4.4.2	Versuchsanlagen	56
4.4.3	Publikationen	62
4.4.4	Betreuung von Promovenden	63
4.4.5	Ausgewählte Abschlussarbeiten von Studierenden	63
4.5	Messen und wissenschaftliche Veranstaltungen	64
4.6	Pressemitteilungen	64
4.6.1	Europawoche im Kraftwerkslabor - Ein voller Erfolg	64
4.6.2	Neuer Projektmanager am IPM	70
4.6.3	Das IPM auf der Jahrestagung Kerntechnik 2017	71
4.6.4	IPM-Mitarbeiter in Shanghai (ICONE25)	72
4.6.5	11. Workshop Magnetlagertechnik in Chemnitz	74
4.6.6	Kraftwerkstechnik Made in Germany	76
4.6.7	Weiterer Kesselwärter am IPM	79
4.6.8	1. Oberlausitzer Energie-Symposium	80

4.6.9	Erste Resonanz auf das Oberlausitzer Energie-Symposium 2017	82
4.6.10	IPM präsentiert Forschungsergebnisse in Russland	83
5	Bisherige Auftraggeber und Kooperationspartner	86

1 Einleitung

Das Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) ist eine zentrale Einrichtung der Hochschule Zittau/Görlitz nach § 92 SächsHSFG. Haupttätigkeitsfeld ist die drittmittelfinanzierte Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der Energietechnik und Mechatronik. Die Gründung des IPM geht auf das Jahr 1993 zurück.

Mit 41 Mitarbeitern, 22 Studierenden aus dem In- und Ausland sowie fünf Professoren bildete das Institut auch 2017 wieder die größte Grundeinheit der Hochschule Zittau/Görlitz.

Die über viele Jahre konstante Anzahl von BMWi-, BMBF- und industriegeförderten Projekten ist Resultat der erfolgreichen Arbeit. Dies drückt sich auch in den im Jahr 2017 eingeworbenen Drittmitteln aus. Mit der Summe von 2,01 Millionen EURO stellt das IPM ca. ein Drittel der Drittmittel der Hochschule insgesamt. Der Anteil der Industriedrittmittel liegt dabei bei 57 % bezogen auf die gesamten Drittmittel der Hochschule.

Beispielhaft für eine Reihe wichtiger Ereignisse im Jahr 2017 sollen folgende an dieser Stelle Erwähnung finden:

Zu Beginn des Jahres 2017 hat sich das IPM dazu entschlossen jeweils einen Facebook-Kanal für das Institut und das Zittauer Kraftwerkslabor einzuführen. Es ist uns damit gelungen, die vielfältigen Aktivitäten einer breiten und stetig wachsenden Öffentlichkeit bekannt zu machen.

Diese Möglichkeit wurde erstmals anlässlich der Europawoche vom 9. bis 12. Mai 2017 im Zittauer Kraftwerkslabor am Standort der Stadtwerke Zittau intensiv genutzt. Im Rahmen der Woche fanden zahlreiche Interessenten den Weg in unser Labor, um sich über die Forschungsvorhaben zu informieren.

Seit Mai 2017 ist Dr. Clemens Schneider als Projektmanager im IPM aktiv. Zu seinen Aufgaben zählen insbesondere die Organisation der fachgebietsübergreifenden Zusammenarbeit und die Vertretung des Institutes nach innen und außen.

Als weiteres Highlight dieses Jahres fand am 25. und 26. Oktober 2017 das „1. Oberlausitzer Energie-Symposium“ mit dem Schwerpunkt "Instandhaltungsmanagement von energietechnischen Komponenten" an der Hochschule Zittau/Görlitz statt, welches zusammen mit der Fakultät Elektrotechnik und Informatik organisiert wurde.

An dieser Stelle sei allen unseren Kolleginnen und Kollegen für ihre erfolgreiche Arbeit am IPM gedankt. Ohne die engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Institutes wäre der Erfolg in 2017 nicht denkbar gewesen. Diesen sowie allen Mitstreitern und Unterstützern gilt der Dank der Institutsleitung. Der Jahresforschungsbericht spiegelt einen Ausschnitt des wissenschaftlichen Lebens am IPM im Jahr 2017 wider.



Zittau, im April 2018

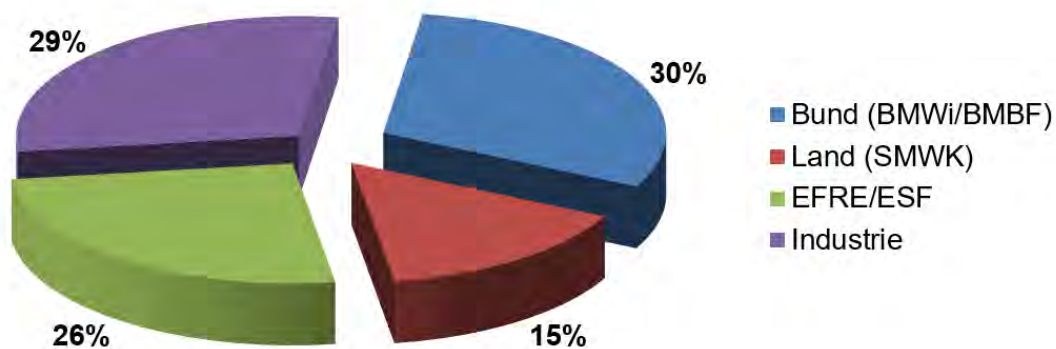
Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Direktor IPM

2 Statistische Angaben

Hochschullehrer: 5
Mitarbeiter (VZÄ): 41 (27,9)
Drittmittel: 2,01 Millionen

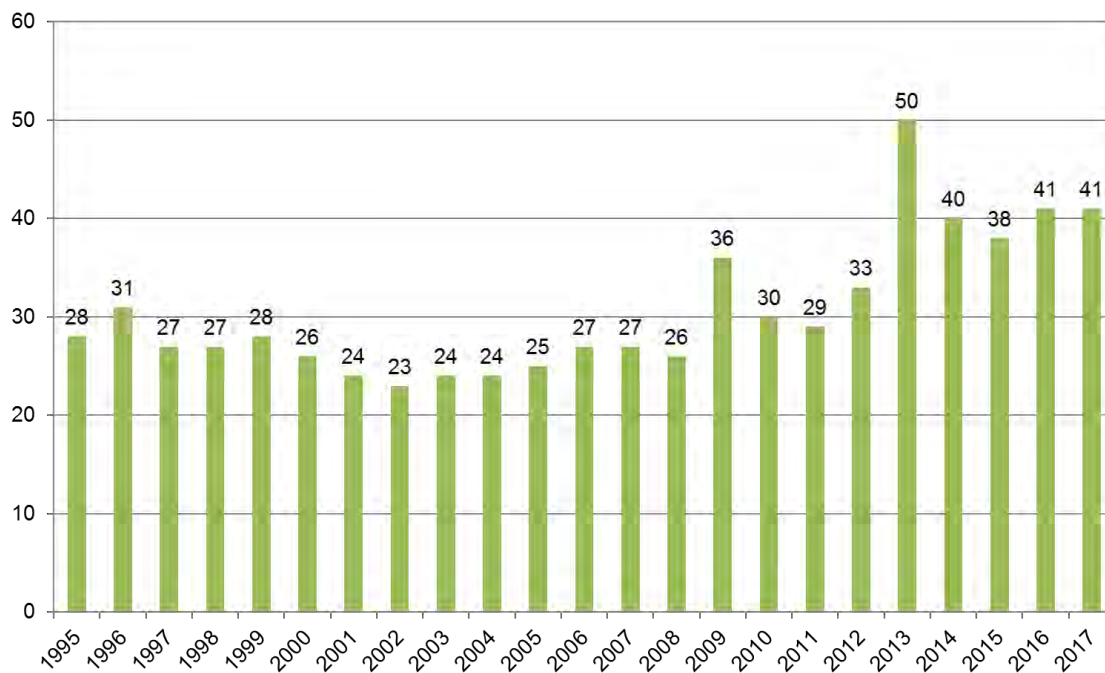
2.1 Drittmittelverteilung

Drittmittelverteilung 2017



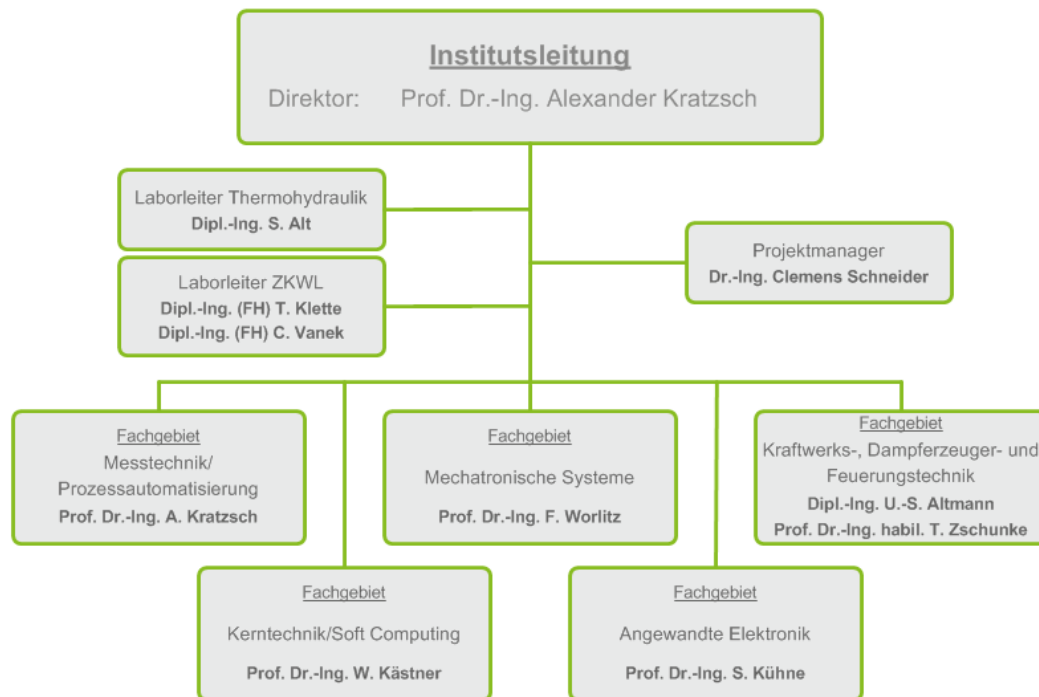
2.2 Entwicklung der Mitarbeiterzahlen

Mitarbeiterzahlen



3 Struktur

3.1 Organigramm



3.2 Leitung des Instituts

Direktor: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Projektmanager: Dr.-Ing. Clemens Schneider
Sekretariat: Frau Bärbel Münzberg

3.3 Übersicht Professuren

- Messtechnik/Prozessautomatisierung (Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch)
- Steuerungs- und Regelungstechnik (Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner)
- Projektierung von Automatisierungs- und Mechatroniksystemen (Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz)
- Elektrotechnik/Schaltungstechnik (Prof. Dr.-Ing. Stephan Kühne)
- Kraftwerks- und Energietechnik (Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke)

3.3.1 Mitwirkung in Gremien

Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch:

- Vorsitzender Studienkommission Automatisierung und Mechatronik
- Obmann VDI Bezirksgruppe Oberlausitz
- Gutachter AiF
- Gutachter Auswahlausschuss Jahrestagung Kerntechnik
- Gutachter International Conference on Nuclear Engineering ICONE
- GMA-Fachausschuss 7.11 „Leittechnik in Kernkraftwerken“

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang 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. Frank Worlitz:

- Mitglied des Hochschulrates
- Studienkommission Mechatronik
- Mitglied des Prüfungsausschusses des Studienganges Elektrotechnik und des Studienganges Mechatronik
- Gutachter DIN/ISO-Ausschuss NALS/VDI Schwingungen von Maschinen
- Gutachter des tschechischen Ministeriums für Ausbildung und Wissenschaft
- Mitglied im Arbeitskreis Mechatronik der CDHAW an der Tongji-Universität Schanghai
- Gastdozent Chinesisch-Deutsche Hochschule für Angewandte Wissenschaften (CDHAW) der Tongji Universität (Schanghai) und TU Liberec (Tschechische Republik)
- Fachkoordinator Mechatronik des Deutschen Hochschulkonsortiums (DHK) für die CDHAW
- Gutachter IEEE und National Research Foundation (NRF) South Africa

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

- Prorektor Forschung der HS Zittau/Görlitz in der Wahlperiode 2015 bis 2020 und in dieser Funktion Mitglied in mehreren Gremien
- Gutachter in den BMBF-Programmen IngenieurNachwuchs und FHInvest.
- Mitglied im VDI-AK zur VDI 3461 "Emissionsminderung Holzvergasungsanlagen"
- Berater der Arbeitsgruppe Vergasung von Biomasse der Fördergesellschaft Erneuerbare Energien e.V. (FEE) und mitwirkend an deren jährlicher Einschätzung zum Stand der thermochemischen Vergasung von Biomasse in Verbindung mit Kraft-Wärme-Kopplung, im Zuge der Fachtagungen „Kleine und mittlere Holzvergasung“ während der RENEXPO® in Augsburg
- Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der „Internationalen Anwenderkonferenz für Biomassevergasung“, im Zuge der CEP – CLEAN ENERGY & PASSIVE HOUSE® in Stuttgart
- Gutachter in der Förderlinie „IngenieurNachwuchs“

Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer 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

Dipl.-Ing. (FH) Daniel Fiß:

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

Dr.-Ing. Clemens Schneider:

- Gutachter International Conference on Nuclear Engineering ICONE
- Gutachter International Conference on Power Science and Engineering ICPSE

Dipl.-Ing (FH) Roman Schneider:

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

3.3.2 Forschungsprofil

Das IPM ist die drittmittelstärkste Grundeinheit der HSZG und leistet einen langjährigen und wesentlichen Beitrag bei der Einwerbung von privaten und öffentlichen Drittmitteln der HSZG. Die experimentelle Infrastruktur des IPM mit den Laboren

- Zittauer Kraftwerkslabor,
- Thermohydrauliklabor,
- Magnetlagerlabor und
- Verbrennungslabor

ist exzellent ausgebaut und stellt ein echtes Alleinstellungsmerkmal im Forschungsschwerpunkt *Energie und Umwelt* in der durch die Fachgebiete abgedeckten Breite dar. Die Forschungsaktivitäten des IPM konzentrieren sich auf die Bereiche:

- Grundlagenforschung
- öffentlich finanzierte Drittmittelforschung
- wirtschaftlich finanzierte Drittmittelforschung
- Forschungs Kooperationen mit Grundeinheiten der HSZG und anderen Institutionen (Fraunhofer-Gesellschaft, Helmholtz-Gemeinschaft usw.)

Die Aktivitäten des Institutes werden in die folgenden fünf Fachgebiete eingeordnet.

3.3.2.1 Fachgebiet Messtechnik/Prozessautomatisierung

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch

Mitarbeiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Hampel i.R.

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Braun

Dipl.-Ing. (FH) Daniel Fiß

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Gubsch

Steffen Härtelt

Dipl.-Ing (FH) Doreen Kratzsch

Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Reinicke

Dipl.-Ing. (FH) Torsten Klette

M.Eng. Sebastian Schmidt

Dr.-Ing. Clemens Schneider

M.Eng. Christian Vogel

Dipl.-Übers. (FH) Elisa Rudolph

Arbeitsfelder:

- Energiespeicher für thermische Prozesse mit den Schwerpunkten Dampfspeicher, Verdrängungsspeicher, Phasenwechselspeicher
- Entwicklung, Design und Projektierung von Speicherkonzepten
 - Prozess- und leittechnische Integration
 - Flexibilisierung und prozesstechnische Optimierung
 - Messtechnik- und Automatisierungskonzepte
- Modellierung und Simulation
 - Modellentwicklung

- Simulation des statischen und dynamischen Verhaltens von Speicherprozessen in Verbindung mit dem Anlagenverhalten sowie der Mess- und Leittechnik
 - Verwendete Software: DynStar, EBSILON, ATHLET
- Experimentelle Untersuchungen
 - Konzept- und Komponententests an der Großversuchsanlage THERESA für Parameter bis 160 bar und 350 °C
 - Experimentelle Analyse von Messtechnik- und Automatisierungskonzepten
 - Modellvalidierung
- Nichtinvasive Messverfahren zur Zustandsdiagnose von Systemen
- Entwicklung von Messverfahren
 - Analyse zum Aufbau und Verhalten der betrachteten Systeme
 - Bestimmung von Messkonfigurationen bzw. -anordnungen
- Modellierung und Simulation
 - Modellentwicklung und Mustererkennung zur Lösung inverser Problemstellungen
 - Simulationsgestützte Analyse des statischen und dynamischen Verhaltens der entwickelten Messverfahren
 - Verwendete Software: DynStar, Matlab/Simulink, R
- Experimentelle Untersuchungen
 - Experimentelle Analyse des statischen und dynamischen Verhaltens der entwickelten Messverfahren
 - Validierung der entwickelten Messverfahren
- Digitale Sicherheitsleittechnik
- Strukturanalysen
- Modellierung und Simulation
 - Modellentwicklung
 - Statische und dynamische Simulation des verfahrenstechnischen Prozesses in Verbindung mit der Mess- und Leittechnik
 - Verwendete Software: DynStar
- Sicherheitstechnische Bewertungen der betrachteten Strukturen

3.3.2.2 Fachgebiet Kerntechnik/Soft Computing

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Sören Alt
 M. Eng. Hassan Chahi
 Dipl.-Inf. Jana Hänel
 Matthias Pfeiffer
 Dr.-Ing. Stefan Renger
 Dr.-Ing. André Seeliger
 Frank Zacharias

Aufgabenfelder:

- Nukleare Sicherheitsforschung
 - gesicherte Sumpfansaugung

- Kühlmittelverluststörfälle mit Partikelentstehung und -freisetzung
 - methodische und experimentelle Untersuchungen zu Partikelströmungen
- Anlagen- und Reaktorsicherheit
 - Modellierung/Simulation (modellgestützte Messverfahren, Soft Computing)
 - Thermohydraulik
- Soft Computing, Maschinelles Lernen
 - Fuzzy Systeme (Mamdani, Takagi-Sugeno-Kang)
 - Maschinelles Lernen: Künstliche Neuronale Netze (Multilayer Perceptron, Self-Organising Map...), Support Vector Machines (SVM)
- Regelungstechnik, Prozessführung
 - Energie- und Verfahrenstechnik
- Digitale Bildverarbeitung
 - Objekterkennung, Tracking, Optische Qualitätskontrolle...
- Theoretische und experimentelle Untersuchungen
 - Zweiphasenströmungen Wasser/Dampf/Inertgase
- Simulationstechnik
 - Simulationscodes ATHLET, RELAP, ANSYS CFX, COCOSYS

3.3.2.3 Fachgebiet Mechatronische Systeme

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Stephan Düsterhaupt
Dipl.-Ing. (FH) Hagen Hoffmann
Dipl.-Ing. (FH) Holger Neumann
Dipl.-Inf. (FH) Ivo Noack
Dipl.-Ing. Torsten Rottenbach
Dipl.-Wirtschaftsmath. (FH) Mikhail Shmachkov
Dipl.-Ing. (FH) Christian Vanek

Arbeitsfelder:

- Entwurf und Projektierung automatisierungstechnischer und mechatronischer Systeme
- Rapid Prototyping, CAE, Modellierung und Simulation mechatronischer Systeme, FEM
- Magnetlagertechnik
- Auslegung und Konstruktion, Regelungstechnik, Leistungselektronik, Diagnose
- Sensortechnik
- Überwachung und technische Diagnose
- ANSYS, MADYN, MATLAB/Simulink

3.3.2.4 Fachgebiet Angewandte Elektronik

Fachgebietsleiter: Prof. Dr.-Ing. Stephan Kühne

Arbeitsfelder:

- Entwicklung von Messverfahren der Analog- und Digitaltechnik
- Entwicklung von Baugruppen der Leistungselektronik im unteren kW-Bereich

- Entwicklung von Stellgliedern für elektrische Antriebe (Gleich- und Wechselrichter)
- Kontaktlose Energieübertragung
- Auswerte- und Verarbeitungselektronik der Messtechnik

3.3.2.5 Fachgebiet Kraftwerks-, Dampferzeuger- und Feuerungstechnik

Fachgebietsleiter: Dipl.-Ing. Ulrich-Steffen Altmann

Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke

Mitarbeiter: Dipl.-Math. (FH) Tom Förster

Dipl.-Ing. Ulrike Gocht

Dipl.-Ing. Steffen Grusla

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Gubsch

Dipl.-Ing. (FH) Martin Kurz

Dipl.-Ing. (FH) Ralf Pohl

Dipl.-Ing. (FH) Bert Salomo

Dipl.-Ing. (FH) Roman Schneider

Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Ullrich

Dipl.-Ing. (FH) Mareike Weidner

Dr.-Ing. Ulf Sénéchal

Dipl.-Ing. (FH) Enrico Titze

Arbeitsfelder:

- Kraftwerkstechnik - Prozessdiagnose und Betriebsoptimierung
 - Betriebsführung von Kraftwerkssystemen, Dampferzeugern, Feuerungsanlagen und thermochemischen Konversionsanlagen
- Thermodynamische und betriebstechnische Bewertung von Kraftwerkskreisläufen und komplexen wärmetechnischen Prozessen
 - Dynamisches Verhalten von energietechnischen Anlagen: Betriebstransienten, Störfallszenarien, Laständerungsverhalten, Mindestlast
- Komplikationsanalyse und Zustandsüberwachung für Feuerungssysteme
 - Verschlackung/Fouling von Dampferzeugerheizflächen
 - Wärmeübertragung
 - Schadstoffemission
 - Zünd- und Abbrandverhalten
 - Mahltrocknung in Ventilatormühlen
- Modellierung und Simulation
 - Stationäre und fluiddynamische Simulation energietechnischer Anlagen, Komponenten und Versuchsanlagen
 - Differentialgleichungssysteme und thermodynamische Gleichgewichtsberechnungen
 - Energie- und Stoffstrombilanzen
- Datenanalyse, Modellierung und Optimierung energieumwandelnder Prozesse
 - Statistische Methoden und Ausgleichsverfahren

- Clusteranalyse
 - Künstliche Neuronale Netze
 - Genetische Algorithmen
- Bewertung des feuerungstechnologischen Einsatzverhaltens von Brennstoffen
 - Braun- und Steinkohlen
 - Biobrennstoffe (Energiebiomasse und biogene Nebenprodukte)
 - Ersatzbrennstoffe
- Hochtemperatur-Messverfahren
 - Überwachung und Betriebsführung von Dampferzeuger-Feuerungen mit radiometrischer Temperaturmessung

4 Forschungsaktivitäten des IPM

4.1 Messtechnik/Prozessautomatisierung

4.1.1 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

4.1.1.1 Hochtransientes thermisches Energiespeichersystem für eine anlagenschonende und energieeffiziente Flexibilisierung thermischer Energieanlagen HOTHEs – Modellentwicklung und experimentelle Validierung

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Torsten Klette, M.Eng. Christian Vogel, Dipl.-Ing. (FH) Thomas Gubsch, Dipl.-Ing. (FH) Doreen Kratzsch, Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Braun, Steffen Härtelt

Finanzierung: SMWA Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, SAB Sächsische AufbauBank, EFRE Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



Kooperationspartner: Stadtwerke Zittau GmbH

Laufzeit: 01.12.2015 – 30.11.2018

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Ziel der Arbeiten ist die Entwicklung eines experimentell validierten und skalierbaren Gesamtmodells für die Auslegung eines hochtransienten thermischen Speichersystems für thermische Energieanlagen. Dadurch wird ein Beitrag zur Flexibilisierung thermischer Energieanlagen unterschiedlicher Nennleistung geleistet. Im Fokus der Flexibilisierungsmaßnahmen steht die Bereitstellung von Regelenergie zur Stabilisierung des Verbundnetzes und Gewährleistung der Versorgungssicherheit der sächsischen Industrie mit Elektroenergie. Die geplanten Untersuchungen umfassen experimentelle Analysen für die hochtransiente Speicherung thermischer Energie im Minuten- und Stundenbereich.

Kern des Projektes bilden folgende Schwerpunkte:

- Definition der dynamischen Anforderungen und Randbedingungen zur Flexibilisierung thermischer Energieanlagen
- Experimentelle Untersuchungen zur Schaffung einer Datenbasis und Ermittlung charakteristischer Kenngrößen
- Methodische Untersuchungen zur Weiterentwicklung und Validierung von Modellen zur simulationsgestützten Auslegung, Skalierung und Integration des Speichersystems
- Entwurf und Erprobung von sicheren Regelungskonzepten für den Gesamtprozess
- Wissenstransfer in die sächsische Wirtschaft und Gesellschaft

Als Ergebnis liegen ein experimentell validiertes thermisches Energiespeichersystem für die Flexibilisierung thermischer Energieanlagen sowie Modelle für die

simulationsgestützte Auslegung vor.

4.1.1.2 Experimentelle Analyse einer Adsorptions - Lufttrocknungseinrichtung

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Torsten Klette, Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Braun, Steffen Härtelt

Finanzierung: ULT AG



Absaugen. Filtern. Dranbleiben.

Laufzeit: 15.03.2017 - 30.04.2017

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Ziel der Versuche ist die experimentelle Funktionsprüfung eines zweistufigen Lufterhitzers. Des Weiteren wurde eine experimentelle Funktionsprüfung des Aggregataufbaus inklusive Absperrventile, Stellventile, Kondensatableitern, Rohrleitungen und Luftkanälen durchgeführt.

4.1.1.3 Grundlegende F&E-Arbeiten zu Methoden der Zustandsüberwachung von Transport- und Lagerbehältern

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Daniel Fiß, M. Eng. Sebastian Schmidt, Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Reinicke

Finanzierung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Laufzeit: 01.02.2016 - 31.01.2019

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Das Gesamtziel des Verbundvorhabens besteht in einer Bewertung verschiedener physikalischer Messprinzipien, Verfahren und Methoden zur nichtinvasiven Überwachung des Zustandes des Inventars von Transport- und Lagerbehältern (TLB) bei verlängerter Zwischenlagerung. Es werden Möglichkeiten und Methoden sondiert, mit denen eine Detektion von Veränderungen des Behälterinhalts in seinen thermischen und mechanischen Eigenschaften ermöglicht wird, ohne die TLB zu öffnen. Mit einem geeigneten Verfahren oder einer Verfahrenskombination könnte damit ein wichtiger Beitrag zur Langzeitsicherheit zwischengelagerter hochradioaktiver Abfälle geleistet werden, da mit einem solchen Verfahren Aussagen über die Transport- und Konditionierungsfähigkeit der Abfälle vor Verbringung ins Endlager

möglich wären.

Es werden physikalische Messprinzipien hinsichtlich deren Eignung zur nichtinvasiven Langzeitüberwachung der TLB und der darin befindlichen Brennelemente analysiert und bewertet. Die experimentellen Arbeiten werden in Zittau durchgeführt. Es wurden vier Versuchsstandskonzepte entwickelt und befinden sich im Aufbau. Der Kooperationspartner TU Dresden beschäftigt sich mit den simulationsgestützten Analysen zu Myonen-, Neutronen-, und Gammastrahlung sowie Thermographie.

- **Versuchsanlage „Gammastrahlung“:** Mit der Versuchsanlage ist es möglich, die Gammastrahungsverteilung, nachgebildet mit acht vertikal verfahrbaren Cs137-Quellen, die ein Modell eines Castors V/19 mit Tragekorb und BE-Dummies durchdringt, an der Außenseite zu messen.
- **Versuchsanlage „Thermographie“:** Projektiert wurde eine Versuchsanlage, mit der die Außenwandtemperatur eines skalierten Modells des Castors V/19 für unterschiedliche Heizleistungsverteilungsszenarien gemessen, aufgezeichnet und visualisiert werden kann.
- **Versuchsanlage „Schwingungsanalyse“:** Die Versuchsanlage soll die intakten und unterschiedlich vorgeschädigten behälterinternen Komponenten (Tragekorb, Brennelement, Brennstäbe) in Eigenschwingung versetzen und das akustische Resonanzspektrum vermessen. Vorteilhaft ist die Tatsache, dass akustische Spektroskopie sehr sensitiv in Bezug auf geringfügige Änderungen der Geometrie und Materialeigenschaften (Elastizitätsmodul) ist.
- **Versuchsanlage „Schallemissionsanalyse“:** Die avisierte Versuchsanlage soll es ermöglichen, den Körperschall von druckbeaufschlagten Hüllrohren innerhalb und außerhalb eines Berstcontainers aufzuzeichnen. Schallspektren während des Berstens werden registriert und Signaturen zur Unterscheidung von anderen akustischen Ereignissen mittels klassischen und modernen (Soft Computing) Methoden der Signalverarbeitung ermittelt.



Abb. 4-1: Illustration der konzipierten Versuchsstände: a) Versuchsanlage „Gammastrahlung“, b) Versuchsanlage „Schallemissionsanalyse“, c) Versuchsanlage „Temperaturfeld“ und „Schwingungsanalyse“

4.1.1.4 Weiterentwicklung der Simulationsumgebung DynStar

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

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Daniel Fiß (2016), M.Eng. Christian Vogel (2017 bis 2018)

Finanzierung: Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK)

STAATSMINISTERIUM
FÜR WISSENSCHAFT
UND KUNST



Laufzeit: 01.02.2016 bis 31.12.2018

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Im Rahmen des SMWK-Projekts ist die Simulationsumgebung DynStar um die standardisierte Kommunikationstechnologie OPC (Open Platform Communications) erweitert worden. Der Vorteil der OPC-Technologie liegt in der unabhängigen Verarbeitung der Daten beteiligter Endgeräte sowie der Loslösung von gerätespezifischen Treibern. Für den lesenden bzw. schreibenden Datenaustausch von Prozessdaten in Echtzeit wurde die OPC-Spezifikation OPC DA (Data Access) in Form eines Clients als Funktionsbaustein in DynStar implementiert. Somit ist DynStar je nach Konfiguration (Lese-/Schreibrechte) in der Lage, über die Client-Schnittstelle OPC DA mit einem OPC DA Server zu kommunizieren und Daten auszutauschen.

Eine praktische Anwendung für die OPC DA Client/Server-Kommunikation ist die Kopplung der Versuchsanlage (VA) THERESA (Thermische Energiespeicheranlage) mit dem Simulationswerkzeug DynStar mit dem Ziel, eine Regelung für den Wärmeübertrager zu entwickeln und umzusetzen. Dazu wird in DynStar der Wärmeübertrager mit einer Temperaturregelung modelliert. Der Funktionsnachweis der Regelung erfolgt mit der Kopplung der VA THERESA. Dabei wird über die OPC DA Client/Server-Kommunikation die betreffende Temperatur von der VA in DynStar als IST-Wert eingelesen. Dieser Wert wird mit dem Zielwert (SOLL-Wert) verglichen, die resultierende Regelabweichung dient zur Bestimmung (Berechnung) des Stellsignals, welches von DynStar an die VA gesendet wird.

Im weiteren Verlauf des Projektes wird neben der Spezifikation OPC DA auch OPC UA (Unified Architecture) in DynStar implementiert. Somit ist DynStar in der Lage mit älteren und neueren Automatisierungssystemen zu kommunizieren.

Des erfolgt die Erweiterung der Simulationsumgebung DynStar um ein frei wählbares Lösungsverfahren mit fester sowie variabler Schrittweite. Das zweistufige Lösungsverfahren nach Adams-Bashforth-Moulton wurde bereits umgesetzt. Als nächster Schritt wird das explizite vierstufige Runge-Kutta-Verfahren (RK4) sowie das explizite Euler-Verfahren implementiert.

4.1.1.5 Flexibles Kraftwerk – Experimentelle Analyse eines Gleichdruckverdrängungsspeichers an der VA THERESA

Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch
Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) T. Klette, Dipl.-Ing. (FH) T. Gubsch, Dipl.-Ing. (FH) S. Braun
Finanzierung:	Lausitz Energie Kraftwerke AG (ehemals Vattenfall)



Laufzeit: 01.11.2016-30.06.2017

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Die im Projekt „Flexibles Kraftwerk – Analyse thermischer Energiespeicher“ ermittelten spezifischen Fahrweisen und das daraus abgeleitete Versuchsprogramm wurde an der Thermischen Energiespeicheranlage (VA THERESA) im Zittauer Kraftwerkslabor weiter experimentell untersucht.

Aufbauend auf den Versuchen, bei denen ein vollständiger Be- und Entladungszyklus des Gleichdruckverdrängungsspeichers (GDVS) mit langer und kurzer Stillstandszeit zwischen den beiden Phasen zur Quantifizierung der Stillstandsverluste durchgeführt wurden, konnten weitere Phänomene zur Integration des thermischen Energiespeichersystems in das Kraftwerk Schwarze Pumpe experimentell untersucht werden. Inhalt dieser experimentellen Untersuchungen war einerseits die vollständige Be- und Entladung des GDVS bei 24 bar und 48 bar zur Festlegung des Arbeitsbereiches des GDVS auf Grundlage der aus dem realen Kraftwerksfahrplan abgeleiteten Fahrweisen. Einen weiteren Untersuchungsschwerpunkt bildete die schrittweise Teilbeladung und Teilentladung des GDVS bis zur vollständigen Beladung, um mögliche Wechselwirkungen bedingt durch die mehrfache Strömungsumkehr zwischen Be- und Entladung identifizieren zu können.

Die Erkenntnisse zur impulsarmen Einschichtung des Heißwassers mit geringer Unterkühlung aus den vorangegangenen Experimenten konnten auch bei unterschiedlichen Systemdrücken bestätigt werden. Des Weiteren erfolgte die Bilanzierung des thermischen Energiespeichersystems. Als Ergebnis der durchgeführten Experimente liegen neben den Temperaturverteilungen der einzelnen Messebenen des GDVS auch erste Ergebnisse zur Bilanzierung des Speichersystems in Form von Nutzungsgradverläufen vor. Diese Verläufe werden aus dem Verhältnis der Beladeleistung, welche dem Speicher bei der Beladung zugeführt, und der Entladeleistung, welche dem Speicher beim Entladen entnommen wird, gebildet.

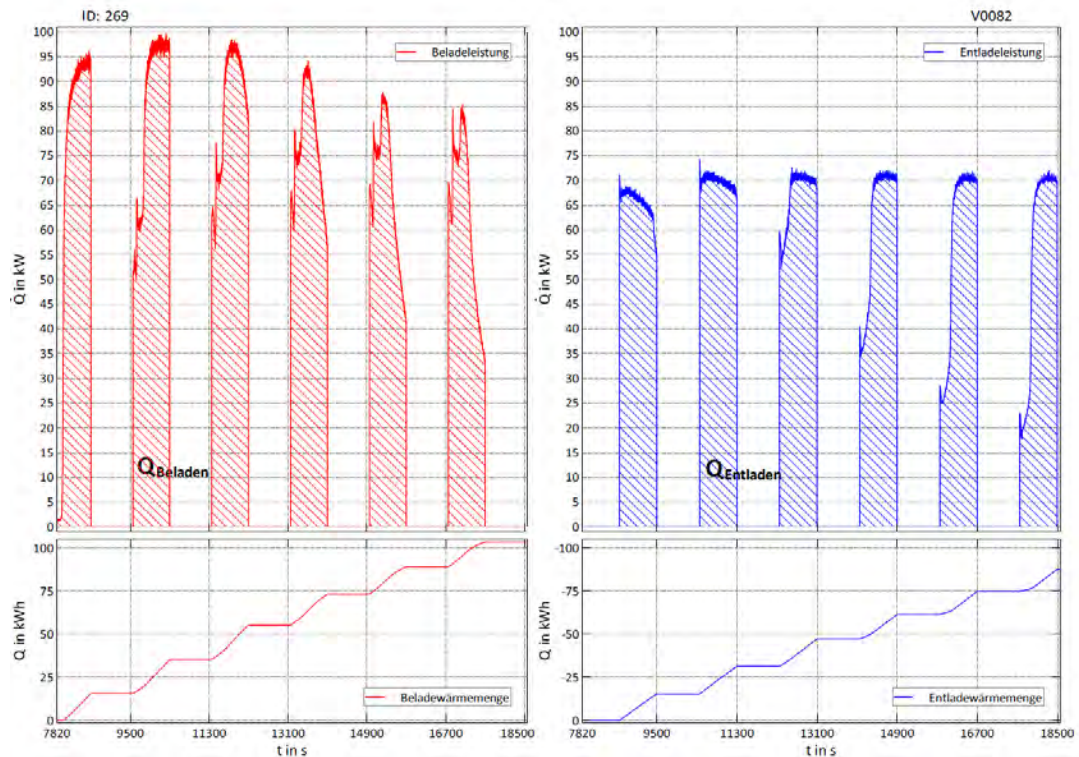


Abb. 4-2: Bilanzierung des GDVS bei mehrfacher Teilbe- und Entladung

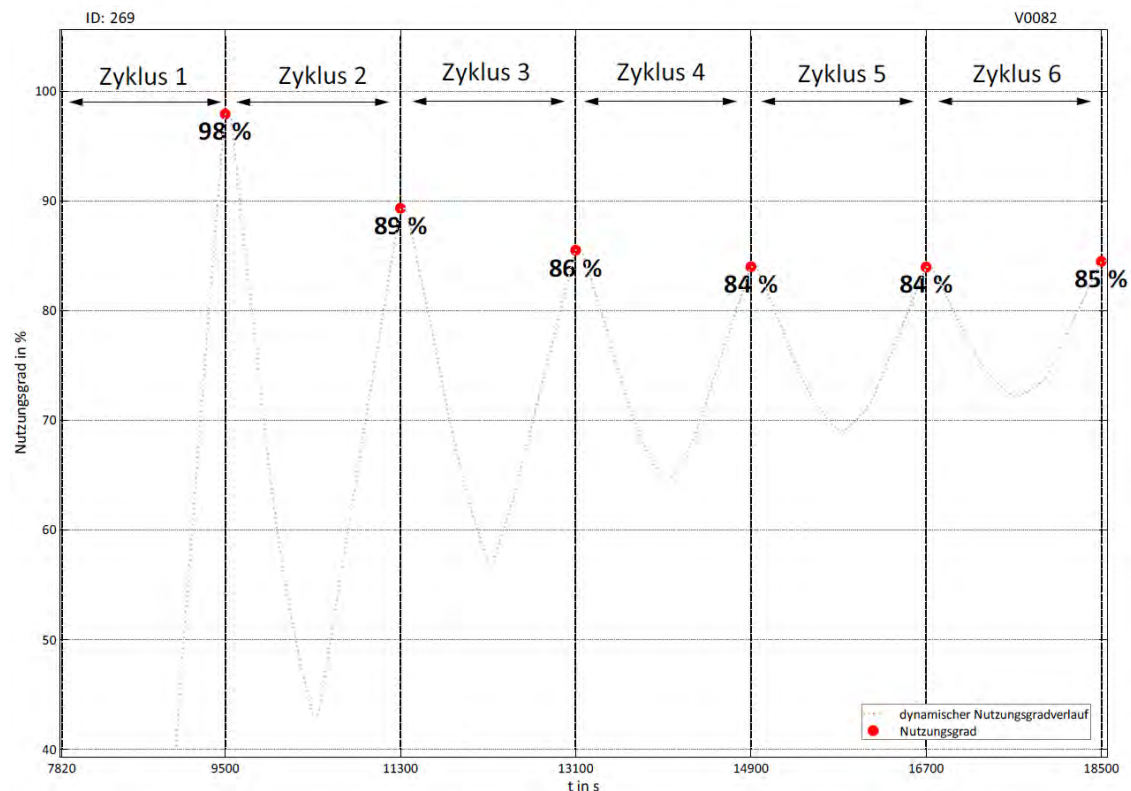


Abb. 4-3: dynamischer Nutzungsgradverlauf des GDVS bei mehrfacher Teilbe- und Entladung

Die Erkenntnisse aus den durchgeführten Experimenten an der VA THERESA dienen zur weiteren Konkretisierung des Konzepts zur Einbindung des thermischen Energiespeichersystems in das Kraftwerk Schwarze Pumpe.

4.1.1.6 Entwicklung einer Auslegungsmethode für die Dimensionierung und Integration thermischer Energiespeicher in einen Kraftwerksprozess

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch

Mitarbeiter: Dr.-Ing. Clemens Schneider

Finanzierung: Europäischer Sozialfonds (ESF)



Laufzeit: 01.07.2015 – 30.06.2018

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Im Rahmend der Nachwuchsforschergruppe „Neue Systeme zur Ressourcenschonung“ werden in diesem Teilprojekt Beiträge für die Entwicklung einer allgemeingültigen Auslegungsmethode für die Dimensionierung und Integration von thermischen Energiespeichern (TES) in Kraftwerke geleistet. Das Ziel besteht darin, den zunehmenden Anteil volatiler Einspeisung im Netz zu kompensieren. Eine weitere Zielstellung ist es, den fachlichen Kompetenzerhalt auf dem Gebiet der Energietechnik sicherzustellen.

Aus der Glättung des Lastprofils eines generischen 1000 MW_{el} Kraftwerkes erfolgte die Ableitung der erforderlichen Speicherleistung und -kapazität, sowie deren Betrieb über ein Jahr. Diese Verläufe wurden dem EEX-Preisverlauf gegenübergestellt und potentielle Zusatzerlöse bestimmt. Durch die Variation der Preisgrenzen für die Speicherbeladung und -entladung konnten die möglichen Zusatzerlöse durch optimierte Speicherfahrweise erhöht werden. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass durch einen TES mit einer Kapazität von 90 MWh_{th} und einer Maximalleistung von 180 MW_{th} der Lastgradient um mehr als 50 % reduziert werden kann.

Trotz Erlösoptimierung durch den Einsatz von TES ist davon auszugehen, dass aus aktueller marktpolitischer Sicht die Zusatzerlöse aus dem EEX nicht ausreichen werden um einen TES-System in erforderlicher Größenordnung zu refinanzieren, da die Reduktion des Lebensdauerverbrauchs von Anlagenkomponenten nicht im Fokus der Betreiber liegt. Daher ist im weiteren Verlauf des Projektes der Fokus auf eine detailliertere Betrachtung des Energiemarktes zu legen, um die Potentiale von Kraftwerksanlagen zur Teilnahme am Regelenenergiemarkt und somit zur Netzstabilisierung zu erschließen.

4.1.2 Versuchsanlagen

4.1.2.1 Versuchsanlage THERESA

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

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

Der Druckbehälter/Dampferzeuger dient zum Aufbau des Dampfpolsters zur Druckhaltung und zur Produktion von Sattdampf. Zur möglichen Untersuchung von Einbauten sind die Deckel- und Bodenflansche wiederverschließbar ausgeführt. Zusammen mit dem Bodenflansch ist ein elektrischer Tauchheizkörper mit einer Heizleistung von 200 kW_{el} zur Dampferzeugung eingebracht. Für experimentelle Prozessuntersuchungen wurde der Druckbehälter mit einem Volumen von 1 m³ konzipiert und mit 12 universellen Messebenen ausgestattet.

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

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

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

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

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

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

- Die Vorwärmung des Speisewassers erfolgt mit Heizdampf der Stadtwerke Zittau.
- Das Kühlsystem der Versuchsanlage THERESA ist mit dem Fernwärmenetz der Stadtwerke verbunden. Somit kann die Abwärme aus dem Versuchsbetrieb in das Fernwärmenetz eingespeist und effizient genutzt werden.
- Die direkte Nähe zum regionalen Energieversorger ermöglicht die Bereitstellung der benötigten elektrischen Anschlussleistung für den Versuchsbetrieb

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



Abb. 4-4: Versuchsanlage THERESA

4.1.2.2 Versuchsanlage NICOLE

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundvorhabens "Nichtinvasive Zustandsüberwachung von Kernreaktoren zur Detektion von Füllstandsänderungen und der Deformation des Kerns" wurde der zugehörige Versuchsstand erfolgreich in Betrieb genommen. Das gemeinsame Verbundprojekt ist eine Zusammenarbeit zwischen dem IPM (Projektleiter Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch) und der TU Dresden (Projektleiter Prof. Dr.-Ing. habil. Uwe Hampel). Die Aufgabe des Versuchsstands ist die experimentelle Ermittlung der Gammaflussverteilung für die Validierung des Kernzustandsdiagnosesystems zur weiteren Erhöhung der Sicherheit von Kernkraftwerken.

Abb. 4-5 zeigt den aus den folgenden sechs Teilsystemen bestehenden Versuchsstand:

- |1| Gestell und Schaltschrank
- |2| Strahlungsmesssystem
- |3| Quellenverfahrssystem
- |4| Luftblasensystem
- |5| Wasserbarriere
- |6| Stoffbarriere.

Das Quellenverfahrssystem |3| positioniert die acht Cs-137-Quellen in der Höhe. Damit wird die während einer Kernschmelze auftretende Quelltermverlagerung nachgebildet. Die Stoffbarriere |6| wird benötigt, um lokale Abströmpfade am Rand des aktiven Kerns und die Selbstabschirmung nachzubilden. Die Stoffbarriere setzt sich aus verschiedenen Konturen zusammen und kann mit einem Linearmotor horizontal (durch die Strahlungsebene) bewegt werden. Die Wasserbarriere |3| besteht aus zwei unabhängigen Wassertanks, die hintereinander in Strahlungsrichtung angeordnet sind. Mit den Wassertanks wird der Füllstand im Plenum und Ringraum simuliert. Um das

Sieden des Kühlmittels nachzuempfinden, enthält der „Plenum“-Tank das Luftblasensystem [4] mit dessen Hilfe Luft eingespeist wird. Das Strahlungsmesssystem besteht aus acht Szintillationszählern, welche gleichverteilt in vertikaler Richtung angeordnet sind, um die Gammaflussverteilung messtechnisch zu erfassen.

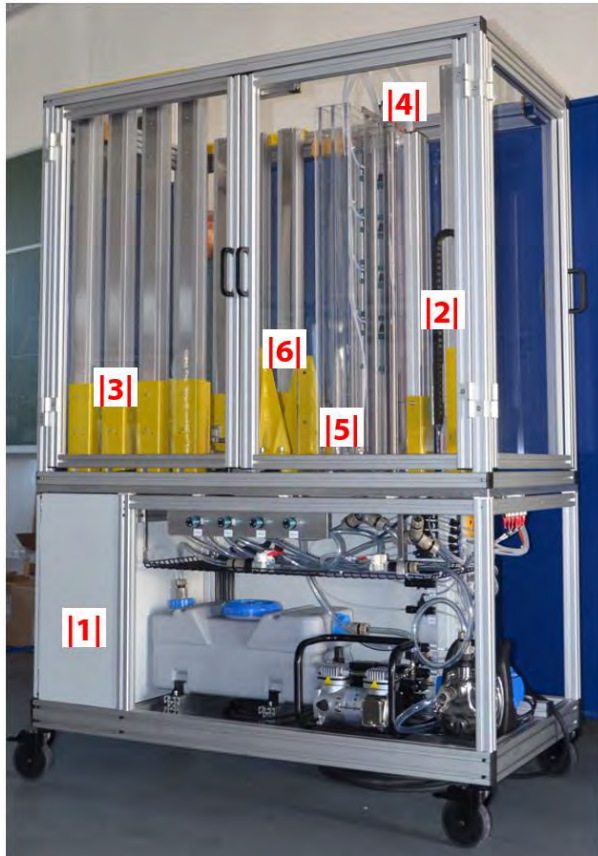


Abb. 4-5: Versuchsstand Nicole

4.1.3 Publikationen

4.1.3.1 Proceedings und Journalbeiträge

Schmidt, S.; Kratzsch, A.; Fiß, D.; Reinicke S.: Fundamental R&D work on methods for state monitoring of transport and storage containers for spent fuel and heat-generating high-level radioactive waste on prolonged intermediate storage. 25th International Conference on Nuclear Engineering ICONE25, Shanghai, 02.-06. Juli 2017

Klette, T., Kratzsch, A.: Dynamische Simulation und experimentelle Validierung eines thermischen Energiespeichers für die Flexibilisierung thermischer Kraftwerke, SMART ENERGY 2017, Dortmund, November 2017

Klette, T., Braun, S., Schneider, C., Kratzsch, A.: Model development and dynamic simulation of a thermal high-performance storage system with the simulation code ATHLET to increase the flexibility of thermal power plants, 6th International Conference on Power Science and Engineering, St. Petersburg, Russia, 04.12.2017

Schneider, C., Klette, T., Braun, S., Kratzsch, A.: Methods to increase the flexibility of Power Plant Processes by the Implementation of Thermal Energy Storages, 6th International Conference on Power Science and Engineering, St. Petersburg, Russia, 04.12.2017

4.1.3.2 Vorträge

Kratzsch, A.: Flexibilisierung thermischer Energieanlagen, Vortrag Science Match Future Technologies, Dresden, 26.01.2017

Kratzsch, A.: Thermische Energiespeicherung, Vortrag 2. Brandenburgischer Energiespeichertag, Potsdam, 15.02.2017

Braun, S.; Vogel, C.: 14. AALE-Konferenz Berlin, Vortrag Automatisierung der VA THERESA für Forschung und Lehre, 03.03.2017

Kratzsch, A.: Flexibilisierung thermischer Energieanlagen, Vortrag Institutsseminar Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Dresden, 09.03.2017

Kratzsch, A.: Energieumwandlung erneuerbare Energien, Impulsvortrag Energiedialog für den Masterplan Energieforschung in Sachsen, Sächsische Aufbaubank-Förderbank (SAB), Dresden, 24.03.2017

Kratzsch, A.: Contribution to the flexibility of energy supply, Science Pitch 12th Silicon Saxony Day, Dresden, 20.06.2017

Schmidt, S.; Kratzsch, A.; Fiß, D.; Reinicke S.: Fundamental R&D work on methods for state monitoring of transport and storage containers for spent fuel and heat-generating high-level radioactive waste on prolonged intermediate storage. 25th International Conference on Nuclear Engineering ICONE25, Shanghai, 02.-06. Juli 2017

Klette, T.: Dynamic simulation of a displacement storage with the Simulation code ATHLET for the flexibilization of thermal power plants, KOMPOST, Dresden 07.12.2017

Klette, T., Kratzsch, A.: Dynamische Simulation und experimentelle Validierung eines thermischen Energiespeichers für die Flexibilisierung thermischer Kraftwerke, SMART ENERGY 2017, Dortmund, November 2017

Klette, T., Braun, S., Schneider, C., Kratzsch, A.: Model development and dynamic simulation of a thermal high-performance storage system with the simulation code ATHLET to increase the flexibility of thermal power plants, 6th International Conference on Power Science and Engineering, St. Petersburg, Russia, 04.12.2017

Schneider, C., Klette, T., Braun, S., Kratzsch, A.: Methods to increase the flexibility of Power Plant Processes by the Implementation of Thermal Energy Storages, 6th International Conference on Power Science and Engineering, St. Petersburg, Russia, 04.12.2017

4.1.3.3 Poster

Klette, T., Braun, S., Gubsch T., Kratzsch D., Vogel C., Härtelt S.: Hochtransientes Thermisches Energiespeichersystem (Poster), Europa Woche 2017 „Europa in meiner Region“, Zittau, Mai 2017

Klette, T., Braun, S., Gubsch, T., Kratzsch, D., Vogel, C., Härtelt, S.: Hochtransientes Thermisches Energiespeichersystem (Poster), Biomass to Power and Heat 2017, Zittau, 31.05.2017

4.1.3.4 Berichte

Klette, T., Kratzsch, D., Braun, S., Gubsch, T., Kratzsch, D., Vogel, C., Härtelt, S.: Instandhaltung der Großversuchsanlage THERESA im Zittauer Kraftwerkslabor, Zittau, Oktober 2017

4.1.4 Betreuung von Promovenden

Prof. Dr.-Ing. Alexander Kratzsch:

Schmidt, Sebastian; Einsatz von Soft Computing-Methoden für die Kernzustandsdiagnose; verteidigt am 14.02.2018

Prof.-Dr.-Ing. habil. Rainer Hampel:

Fiß, Daniel; Simulation mit Unschärfe für komplexe energetische Systeme

4.1.5 Ausgewählte Abschlussarbeiten von Studierenden

Thema 1: **Erweiterung des Simulationstools DynStar**

BearbeiterIn: Kangyang Wu

BetreuerIn: Dipl.-Ing. (FH) Daniel Fiß

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 2: **Entwurf und Umsetzung einer mobilen Applikation (App) für die VA THERESA**

BearbeiterIn: Chi Yong NG

BetreuerIn: M.Eng. Christian Vogel

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 3: **Kopplung der Versuchsanlage THERESA mit dem Simulationswerkzeug „DynStar“**

BearbeiterIn: Kangyang Wu

BetreuerIn: Dipl.-Ing. (FH) Daniel Fiß

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 4: **Development of a 3D model of the test facility THERESA**

BearbeiterIn: Samuel Walter Ezekiel (IAESTE-Fachpraktikant aus Indien)

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

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 5: **Raspberry Pi – Practical application for use in research and teaching**

BearbeiterIn: Suchat Tangjarukij (IAESTE-Fachpraktikant aus Thailand)

BetreuerIn: Dipl.-Ing. (FH) Doreen Kratzsch

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

4.2 Kerntechnik/Soft Computing

4.2.1 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

4.2.1.1 Weiterentwicklung eines Prototyps für die Prognose des Zustandsverlaufes von Maschinentransformatoren

Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
Mitarbeiter:	Dipl.-Inf. Jana Hänel, Dipl.-Math. Tom Förster
Finanzierung:	Lausitz Energie Kraftwerke AG



Laufzeit: 01.05.2016 – 30.04.2017

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Um den zuverlässigen Betrieb von Maschinentransformatoren zu gewährleisten, wird deren Betriebszustand überwacht. Dies geschieht durch kontinuierliche Erfassung von Systemparametern (Monitoring) und dem Vergleich dieser Parameter mit dem Soll-Zustand. Bestehende Abweichungen ermöglichen Rückschlüsse auf vorliegende Fehler und die Planung von Instandhaltungsmaßnahmen.

Im Rahmen dieses Projektes wird aufbauend auf den Erkenntnissen vorheriger Projekte eine bestehende Software weiterentwickelt, welche Diagnose- und Prognosealgorithmen zur Zustandsbewertung von Transformatoren für den Anwender nutzbar macht. Das Tool beinhaltet außer den Auswertemethoden einen Adapter, der die Daten aus einer Transformatordatenbank ausliest und aufbereitet, sowie einen Reportgenerator, der die Diagnose- und Prognoseergebnisse in einer Reportdatei grafisch darstellt und alle wichtigen Informationen zum Betriebszustand ausgibt. Die Daten für die untersuchten Transformatoren wurden von der Firma LEAG zur Verfügung gestellt.

Die Anwendbarkeit des in den Vorgängerprojekten entwickelten Diagnosealgorithmus wurde für weitere Transformatoren bzw. Transformorentypen geprüft. Aufbauend auf den zur Verfügung stehenden Daten wurden Prognosealgorithmen getestet und in der Software umgesetzt.

4.2.1.2 Weiterentwicklung des Diagnose- und Prognosetool für Maschinentransformatoren und Vorbereitung eines Beratungssystems

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
Mitarbeiter: Dipl.-Inf. Jana Hänel, Dipl.-Math. Tom Förster
Finanzierung: Lausitz Energie Kraftwerke AG



Laufzeit: 01.05.2017 – 30.04.2018

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Aufbauend auf den Erkenntnissen vorheriger Projekte wird eine bestehende Software weiterentwickelt, welche Diagnose- und Prognosealgorithmen zur Zustandsbewertung von Transformatoren für den Anwender nutzbar macht und alle wichtigen Informationen zum Betriebszustand dem Operator im Form eines Reportes zur Verfügung stellt. Im Rahmen dieses Projektes wird das Expertenwissen über notwendige Handlungen bei auftretenden Fehler bzw. bei definierten Ereignissen erfasst und dokumentiert.

Das aus diesem Projekt resultierende Produkt soll unterstützend zu Instandhaltung bzw. Wartung/Reparatur sowie zur Fehlerprävention bei Maschinentransformatoren eingesetzt werden können.

4.2.1.3 Lokale Effekte im DWR-Kern infolge von Zinkborat-Ablagerungen nach KMV

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
Mitarbeiter: Dr.-Ing. Stefan Renger, Dr.-Ing. André Seeliger, Dipl.-Ing. Sören Alt, Matthias Pfeiffer, Frank Zacharias,
Finanzierung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



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

Laufzeit: 01.03.2015 – 28.02.2018

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Im Falle eines Kühlmittelverlustes (KMV) in einem Druckwasserreaktor (DWR) hat durch Korrosion im Kühlmittel freigesetztes Zink das Potenzial, bis in den Reaktorkern zu gelangen und sich in Heißkanälen in feste Korrosionsprodukte umzuwandeln.

Generische Experimente wiesen u. a. eine mögliche Gefährdung der Nachwärmeabfuhr durch diese Produkte nach, welche sich zum Teil schichtbildend auf Heißstellen anlagern. Im geplanten Vorhaben wird diese Problematik im Sinne sicherheitsrelevanter Fragestellungen auf in einer realen DWR-Anlage anzunehmende Leckgrößen und Nachkühlbedingungen sowie damit verbundene thermohydraulische Randbedingungen in SHB und Reaktorkern bezogen. Hierfür sind einerseits aus den Erfahrungen vorhandener analytischer und experimenteller Untersuchungen bezüglich KMV in DWR und andererseits durch ergänzende thermohydraulische Simulationsrechnungen solche Zustände/Bedingungen abgrenzend zu ermitteln, bei der eine mögliche Gefährdung der Kernkühlung aus Sicht vorhandener Erkenntnisse zu den physikochemischen Effekten eintreten könnte. Die quantitative Analyse der Versuchsdaten zum zeitlichen Ablauf des Quelle-Senke-Mechanismus der Zinkkorrosion und der Umwandlung des Zinks in feste Produkte unter realen Störfallbedingungen stellt dabei auf Grund der Komplexität und der gegebenen Rückwirkungen eine Herausforderung dar.

4.2.1.4 Verbundprojekt SINABEL - Sicherheit der Nasslager für abgebrannte Brennelemente: Experimentelle Analyse, Modellbildung und Validierung für System- und CFD-Codes Teilprojekt D: Dichtegetriebene vertikale Austauschbewegungen von Gasen in Stabbündelgeometrien und Untersuchungen zum radialen Strahlungsverhalten in ausgewählten beheizten Stabbündel-Konfigurationen

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Mitarbeiter: M. Eng. Hassan Chahi, Dipl.-Ing. Sören Alt

Finanzierung: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Projekträger Karlsruhe, Wassertechnologie und
Entsorgung

PTKA-WTE

Kooperationspartner: Technische Universität Dresden (TUD):
Professur für Wasserstoff- und Kernenergietechnik
Institut für Strömungsmechanik
AREVA-Stiftungsprofessur für Bildgebende Messverfahren
für die Energie- und Verfahrenstechnik
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR):
Institut für Fluidodynamik

Laufzeit: 01.10.2013 - 31.03.2019

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

In einer Kombination von Experiment und Simulation werden erweiterte Kenntnisse über die Wärmetransportprozesse im Fall eines teilweise bzw. vollständig

ausgedampften Brennelement-Lagerbeckens (BE-LB) sowohl innerhalb der Brennstabbündel von Brennelementen (BE) als auch in den Zwischenräumen zwischen den BE gewonnen. Das Strömungs- und Temperaturfeld im Bereich des BE-Kopfes stehen im Fokus des Interesses, weil die dortigen Verhältnisse den axialen Wärmetransport aus dem BE heraus entscheidend beeinflussen.

Die Basis der experimentellen Untersuchungen bilden die im Verbundvorhaben errichteten Versuchsanlagen ALADIN bei TUD-WKET und DVABEG der Hochschule Zittau/Görlitz (HSZG-IPM) sowie die bei TUD-ASP entwickelten Messmethoden.

Für die angestrebte Modellierung mit Integralcodes (TUD-WKET und HSZG) und CFD-Codes (TUD-ISM und HZDR) werden Messdaten benötigt, die an den Versuchsanlagen gewonnen werden.

Mit isothermen Versuchen (Luft-Luft) wurden redundante und ergänzende Messungen zur Erstellung der Geschwindigkeitsprofile für die Vertikal- und Horizontalströmung an der Versuchsanlage DVABEG generiert. Dafür wurde auch der an der TUD-ASP entwickelte Gittersensor zur Geschwindigkeitsmessung der Vertikalströmung vor dem Abstandshalter eingesetzt. Die Messergebnisse lokaler Parameter dienen zum Vergleich mit CFD-Simulationen durch das ISM der TUD.

Im Rahmen nicht-isothermer Versuche mit Luft-Luft wurde der Einfluss der Temperaturänderung für die konditionierte Horizontalströmung auf die entsprechende Geschwindigkeit analysiert. Das Eindringen der Luft in den BE-Kopf-Bereich wurde durch die Messung mittels einer Temperaturmesslanze für verschiedene Geschwindigkeitsverhältnisse der Horizontal- zur Vertikalströmung nachgewiesen.

Bei den Untersuchungen des dichtegetriebenen Austausches zwischen der Vertikal- und Horizontalströmung wurden zunächst die Strukturen und die Luft im vertikalen Strömungspfad mit einem Heizgebläse auf $T = 70\text{ °C}$ aufgeheizt. Nach Ende der Aufheizung wurde die Einstromung in den vertikalen Strömungspfad geschlossen und die horizontale Überströmung mit kälterer Luft gestartet. Als Ergebnis wurde festgestellt, dass die Austauschprozesse von horizontal überströmender Luft mit höherer Dichte und stehender Luft im BE-Dummy mit geringerer Dichte nur im Kopfbereich bis zum ersten AH stattfanden.

Die Versuche mit Modellgasen bestätigten die mit Luft-Luft-Versuchen erworbenen Kenntnisse. Durch die Messung der Sauerstoffkonzentration in verschiedenen Ebenen wurde nachgewiesen, dass bei stehender Luft bzw. geringen Geschwindigkeiten der Horizontalströmung mehr Luft in die Brennstäbe eindringt, was mehr Kühlbarkeit für die Stäbe gewährleistet.

Ferner wurden Parameteranalysen für Bedingungen nach dem Ausdampfen von DWR-BE-LB in geschlossener SHB-Atmosphäre durchgeführt und eine angepasste Versuchsstandkonfiguration für DVABEG entworfen.

4.2.2 Versuchsanlagen

4.2.2.1 Zittauer Strömungswanne (ZSW)

Die Zittauer Strömungswanne (ZSW) ist ein modular gestalteter Strömungskreislauf für flüssige Medien mit einem 6×1×3 m großem Wannenbehälter als Speicher (Abb. 4-6). Der Behälter verfügt über eine Freie-Fall- und Sprühsektion (Abb. 4-7). Die ZSW weist durch die Edelstahlausführung aller medienberührenden Komponenten eine hohe Korrosions-, Chemie- und Temperaturbeständigkeit bis 80 °C auf. Neben umfangreicher Messtechnik sind auch Komponenten für Medienheizung und -kühlung integriert.



Abb. 4-6: Der Wannenbehälter der Zittauer Strömungswanne (ZSW)

- Sprühbild des Freistrahls und Lage der Freien-Fall-Sektion variierbar
- maximale Füllhöhe im Wannenbehälter: 2,6 m
- Umwälzpumpe mit Förderleistung bis 180 m³/h
- Leittechnik mit umfangreicher Messtechnik für Drücke, Differenzdrücke, Temperaturen, Volumenströme, Leitfähigkeiten und vollautomatisierter Versuchsdurchführung
- Möglichkeit von Probenahme und -auswertung
- Beobachtbarkeit der Prozesse im Wannenbehälter über Sichtfenster mit digitaler Videotechnik



Abb. 4-7: Korrosionsuntersuchungen an verzinkten Metallteilen in einem simulierten Leckstrahl

4.2.2.2 Druckhalter

Die Druckhalterversuchsanlage (DHVA) dient der Analyse von Phänomenen in thermohydraulischen Zweiphasenströmungen (Abblasen, Ausdampfen, Kondensation). Als Medien fungieren Wasser und Dampf. Die DHVA findet auch als Dampferzeuger für andere Versuchsanlagen Verwendung (siehe Fragmentierungsanlage).

Auslegungsparameter:

- Leistung: 32 kW (elektrische Heizung)
- Druck: ≤ 16 MPa
- Medientemperatur: ≤ 350 °C
- Volumen: 175 l
- Medien: Wasser, Dampf, nicht kondensierbare Gase

4.2.2.3 Fragmentierungsanlage

Bei der Fragmentierungsanlage handelt es sich um einen Edelstahl Druckbehälter mit 5,8 m³ Volumen, welcher mit der DHVA als Dampferzeuger koppelbar ist. Die Anlage dient Stabilitätsprüfungen und Materialfragmentierungen durch Beaufschlagung mit Dampf oder Wasser. Ein druckfestes Sichtfenster erlaubt die Prozessbeobachtung mit Hochgeschwindigkeitskamera und die Aufzeichnung des Fragmentierungsprozesses oder Aufprallvorgangs zu dokumentarischen Zwecken.

- Beaufschlagung mit gesättigtem Dampf bis 7 MPa / gesättigtem oder unterkühltem Wasser bis 12 MPa
- Einsatz von Berstscheiben möglich
- Bildverarbeitungsanalyse, z. B. Vermessung von Strahlaufweitungen
- separate Bilanzierung des dampfgetragenen Materials (Kleinstfragmente) durch Einleitung des Mediums in eine Auffangwanne

4.2.2.4 Versuchsstand Ringleitung II

Der modular aufgebaute Versuchsstand "Ringleitung II" repräsentiert einen Strömungskreislauf mit variabel zu- und abschaltbaren vertikalen und horizontalen Versuchsstrecken aus Plexiglas. Er dient der Untersuchung von Einzeleffekten und des Integralverhaltens von Mehrphasenströmungen (Abb. 4-8).

- Optische Kontrolle und Anwendung der Digitalen Bildverarbeitung (DBV) an den Plexiglas-Komponenten
- Analyse des Anlagerungs- und Penetrationsverhaltens von Feststoffpartikeln an Rückhaltevorrichtungen (Siebe, Filter) bei verschiedenen Volumenströmen
- Analyse des Sedimentations- und Resuspensionsverhaltens von Feststoffpartikeln bei verschiedenen Volumenströmen
- Analyse des Anlagerungsverhaltens freigesetzter Feststoffpartikel an komplexen Geometrien
- Erweiterbarkeit der Versuchsstrecke um zusätzliche Module wie z. B. Heizstabkonfigurationen

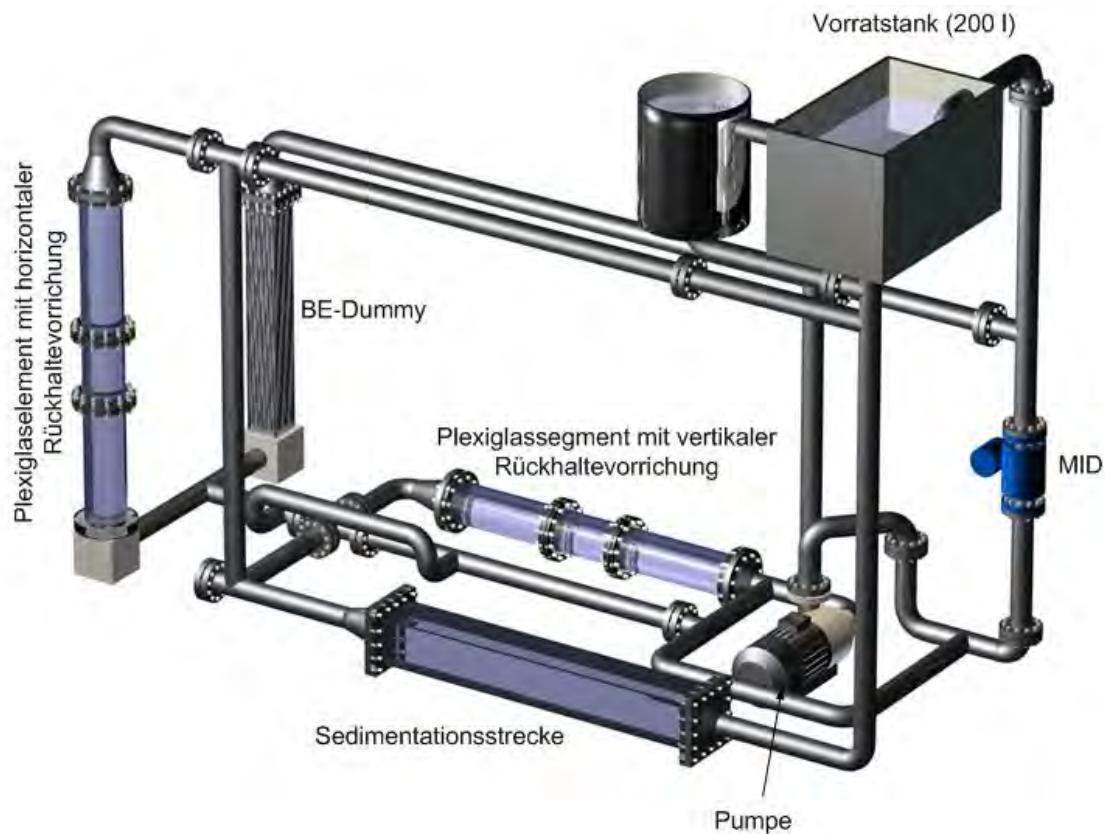


Abb. 4-8: Schematische Darstellung des Versuchsstands "Ringleitung II"

4.2.2.5 Versuchsstand DVABEG

DVABEG (Dichtegetriebene Vertikale AustauschBEwegungen von Gasen) ist eine Versuchsanlage zur Untersuchung thermohydraulischer Phänomene. Sein Basisaufbau besteht aus einem T-förmigen Strömungskanal (Abb. 4-9), welcher gleichzeitige horizontale und vertikale Einströmungen von Gasen und Markierern erlaubt.



Abb. 4-9: Der Plexiglas-Strömungskanal des Versuchsstands DVABEG

- Einsatz von homogenem Nebel zur Visualisierung und Vermessung der Strömungsformen (Strömungsmarkierer; Abb. 4-10)
- Gute Observierbarkeit, Einsatz von Digitaler Bildverarbeitung (DBV) und Particle Image Velocimetry (PIV) möglich
- Einsatz von Druckluft, Modellgasen und -gemischen (z. B. Argon/Helium), stellvertretend für Gase unterschiedlicher Dichte

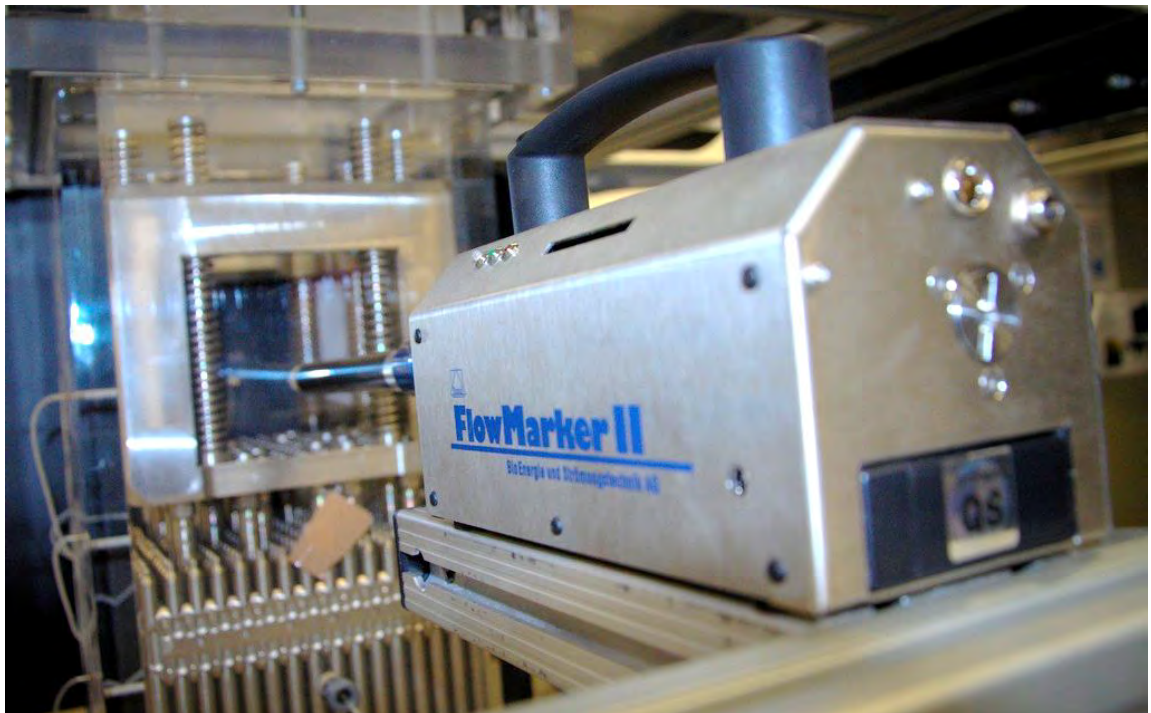


Abb. 4-10: Einsatz eines Strömungsmarkierers zur Visualisierung der vorherrschenden Strömungen

4.2.2.6 Versuchsstand „Säule“

Hierbei handelt es sich um eine 3 m hohe Sedimentationsstrecke, welche eine uneingeschränkte Beobachtung von z. B. sinkenden Partikeln, sedimentierenden Materialien sowie Probenahmen auf unterschiedlichen Höhenpositionen ermöglicht.

4.2.2.7 Versuchsstand „Ringkanal“

Der ovale Strömungskanal dient der Erzeugung und Observierung einer horizontalen Trägerströmung.

- Strömungserzeugung durch höhenverstellbare Impeller, Variation der Strömungsgeschwindigkeit durch die Drehzahl
- Einbauten wie Filter und Siebe möglich
- Untersuchung und Vermessung von Strömungsphänomenen durch den Einbau von Hindernissen, z. B. Wehren.
- Einsatz von Digitaler Bildverarbeitung (DBV) einschließlich Particle Image Velocimetry (PIV) für die Charakterisierung von Mehrphasenströmungen (Lasersheet, Lichtpanel)
- Möglichkeit der Probenahme und -analyse auf unterschiedlichen Kanalhöhen
- Aufnahme vertikaler Trübungsprofile über Lasersensoren auf verschiedenen Höhenpositionen

4.2.2.8 Versuchsstand „Tank“

Der Plexiglastank dient der experimentellen Analyse von Effekten, die beim Auftreffen eines Wasserstrahls auf eine Wasservorlage auftreten. Die Leerrohrgeschwindigkeit kann dabei zwischen 0,5 - 8 m/s variiert werden. Mit einer Prallplatte lassen sich Strahlaufweitung und -form variieren. Untersucht werden hier u. a.:

- Eintragstiefe von Luftblasen
- Strömungsprofil in der Wasservorlage und der Temperaturschichtung
- Remobilisierungsverhalten von Sedimenten (Isoliermaterialfasern)
- Korrosionsprozesse an Metallproben (z. B. verzinkte Gitterroste, Zink in Granalienform)
- Aufbereitung (Mischung) und Speicherung von Flüssigkeiten (z. B. Kühlmittel mit Borsäure, Additiven)

4.2.2.9 Teilbeheizter Brennelemente-Dummy

Der teilbeheizte Brennelemente-Dummy repräsentiert in verkürzter Form das Brennelement eines Druckwasserreaktors. Es kann durch Kopplung mit der "Zittauer Strömungswanne" (ZSW) in einem Kühlmittelkreislauf integriert werden.



Abb. 4-11: Beheizbarer Brennelemente-Dummy

- Brennelemente (BE)-Dummy eines Druckwasserreaktors (DWR) mit 16×16 Brennstabsimulatoren (Abb. 4-11)
- 8×8 Brennstab (BS)-Simulatoren mit jeweils 1120 W max. elektrischer Heizleistung
- Heizleistung über mehrere BS-Gruppen variierbar
- Edelstahlgehäuse mit umfangreicher Befensterung
- umfangreiche Messtechnik, u. a. zur Erfassung von Differenzdrücken, Volumenströmen, Trübungen und Kühlmitteltemperaturen

4.2.2.10 CORVUS

Die 4,5 m hohe Versuchsstandskomponente CORVUS (Abb. 4-12) repräsentiert die Teilgeometrie eines Druckwasserreaktor-Brennelements vom Typ Vorkonvoi. Sie besteht aus einer eingehausten 3×3 Heizstabkonfiguration, welche Brennstäbe in originaler Länge simuliert. CORVUS kann durch Kopplung mit der „Zittauer Strömungswanne“ (siehe Abschnitt 4.2.2.1) in einen Kühlmittelkreislauf eingebunden werden.

- Zirkalloy-Hüllrohre sowie Abstandshaltersegmente (AH) Typ FOCUS™ an originalen Höhenpositionen
- 800 W elektrische Heizleistung je Stab, mit Nachbildung eines cosinusförmigen Leistungsprofils über der simulierten aktiven Länge
- Bestimmung von hüllrohrnahen Temperaturen und Kühlmitteltemperaturen
- variabel platzierbare Differenzdruckmessung
- umfangreiche Befensterung für die Observation der AH mit Achtfach-Digital-kamerasystem

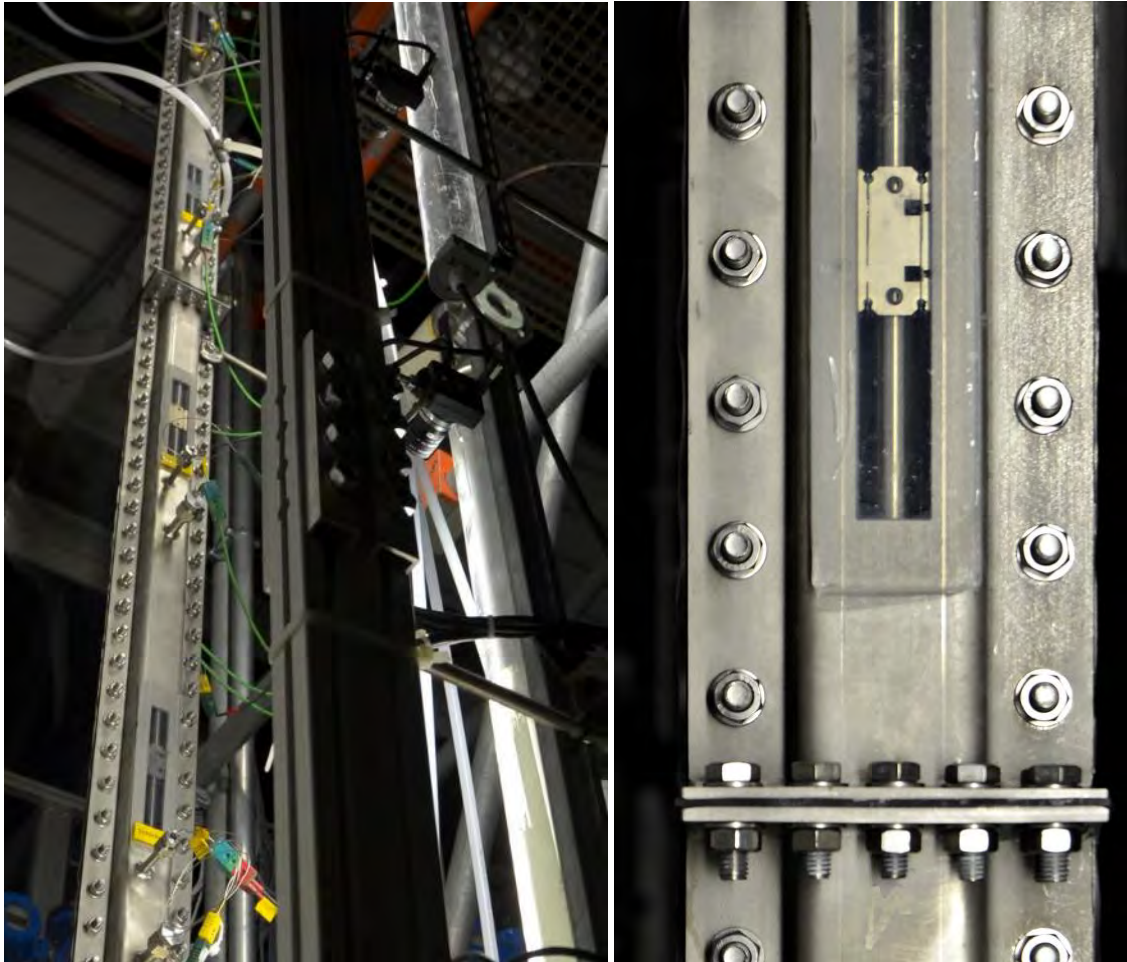


Abb. 4-12: Versuchsstandskomponente CORVUS (links); Edelstahl-Gehäuse mit 3x3-Heizstabkonfiguration in originaler Brennstablänge (rechts)

4.2.2.11 Weitere Komponenten

- Verkürztes Brennelement (BE)-Dummy eines Druckwasserreaktors (DWR): $\approx 1,6$ m Gesamtlänge mit BE-Kopf und BE-Fuß inkl. integriertem Debris Screen Filter (IDF), 16x16 Brennstabsimulatoren, 3 Abstandshalter
- 4 verkürzte DWR BE-Dummys: $\approx 1,1$ m Gesamtlänge mit BE-Kopf und BE-Fuß inkl. IDF, 16x16 Brennstabsimulatoren, 2 Abstandshalter; zu einem BE-Cluster kombinierbar
- Plexiglasgehäuse für BE-Cluster, konzipiert für die Einbindung des Clusters in einem Kühlmittelkreislauf, mit separater Regelung der Massenströme
- Versuchsstand "Zittauer Strömungswanne" (ZSW) als Modell eines Containmentsumpfes eines generischen DWR
- Versuchsstand DVABEG für die Untersuchung von Wärmetransportprozessen in einem teilweise bzw. vollständig ausgedampften Brennelement-Lagerbecken

4.2.3 Messtechnik

4.2.3.1 Hochgeschwindigkeitskamera

Diese Kamera dient der Bildaufnahme von schnellen dynamischen Prozessen und bewegten Objekten (z. B. Luftblasen, Freistrahle, Partikeltransport in Strömungen)

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

4.2.3.2 Infrarotkamera

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

4.2.3.3 Digitales Mikroskop

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

4.2.3.4 Particle Image Velocimetry (PIV)

Particle Image Velocimetry (PIV) ist ein optisches Verfahren zur Bestimmung von Geschwindigkeitsfeldern in Strömungen. Das PIV-System wird am Institut verwendet für die Messung von

- lokalen Geschwindigkeiten in Kanalströmungen,
- Turbulenzen / Wirbelausprägungen,
- durch simulierte Leckstrahlen erzeugte Strömungsprofile.

4.2.3.5 Particle Analyzer

Auf Grundlage des Laserdiffraktionsverfahrens werden mit diesem Messsystem (Abb. 4-13) Partikelgrößen und Größenverteilungen bestimmt. Die Berechnung erfolgt aus dem Beugungsmuster der gemessenen Intensität eines durch eine dispergierte Partikelprobe gestreuten Lichts eines Laserstrahls.

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



Abb. 4-13: Particle Analyzer

1.1.1.1 Weitere optische Messtechnik



Abb. 4-14: Kompaktes Mehrkammersystem für den Einsatz in Forschung und Industrie (links), Lasersensoren für Trübungs- und Objektmessungen (rechts)

- Portables USB-Mehrkammersystem (Abb. 4-14 links)
- Digitale Lasersensoren für Objektvermessungen und Bestimmung von Trübungsgraden in transparenten Medien (Abb. 4-14 rechts)
- Unterwasserkamera mit digitalem Framegrabber

4.2.4 Publikationen

4.2.4.1 Proceedings und Journalbeiträge

Alt, S.; Kästner, W.; Renger, S.; Seeliger, A.: Safety-Related Analyses of Corrosion Processes at Zinc-Coated Installations inside the PWR Sump. Proceedings of the Annual Meeting on Nuclear Technology (AMNT 2017), Berlin, 2017

Alt, S.; Kästner, W.; Renger, S.; Seeliger, A.; Harm, U. & Kryk, H.: Multiscaled Experimental Investigations of Corrosion and Precipitation Processes after Loss-Of-Coolant Accidents in Pressurized Water Reactors. The 17th International Topical Meeting on Nuclear Reactor Thermal Hydraulics (NURETH-17), 2017

Kryk, H.; Kästner, W.; Hampel, U.; Seeliger, A.: Chemische Effekte bei Kühlmittelverluststörfällen in Druckwasserreaktoren - Arbeiten des Kompetenzzentrums Ost für Kerntechnik, Proceedings des Kraftwerkstechnischen Kolloquiums, 2017

Kästner, W.; Hänel, J.; Krüger, T.; Honscha, M.; Lukas, M.: Tool zur Diagnose/Prognose des Zustandes von Maschinentransformatoren, Oberlausitzer Energie-Symposium, 25. – 26. Oktober 2017, Zittau

Chahi, H., Kästner, W., Alt, S.: "Flow Regimes above the PWR-Fuel Assembly in Fuel Storage Pool by Loss Of Coolant Accident LOCA", ICONE25, Shanghai, 02.-06.07.2017

4.2.4.2 Vorträge

Chahi, H., Kästner, W., Alt, S.: "Investigation of gas-gas flow behavior in a rectangular T-junction channel above a PWR fuel assembly dummy", Vortrag zur Sitzung Kompetenzzentrum Ost für Kerntechnik, KompOst, Rossendorf, 07.12.2017

4.2.4.3 Poster

Kästner, W., Hänel, J., Krüger, T., Honscha, M., Lukas, M.: Tool zur Diagnose/Prognose des Zustandes von Maschinentransformatoren. 49. Kraftwerkstechnisches Kolloquium, 17. – 18. Oktober 2017, Dresden

Kästner, W., Hänel, J., Krüger, T., Honscha, M., Lukas, M.: Tool zur Diagnose/Prognose des Zustandes von Maschinentransformatoren. Oberlausitzer Energie-Symposium 2017, 25. – 26. Oktober 2017, Zittau

4.2.5 Betreuung von Promovenden

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner:

Kratzsch, Doreen; Verfahren zur Zustandsbewertung von Leistungstransformatoren und Generierung von Fail-Safe-Kriterien

Chahi, Hassan; Dichtegeltriebene vertikale Austauschbewegungen von Gasen in Stabbündelgeometrien (Sicherheit der Nasslager für abgebrannte Brennelemente)

4.2.6 Ausgewählte Abschlussarbeiten von Studierenden

Thema 1: **Einsatz Digitaler Regler – Weiterführende Untersuchungen**

BearbeiterIn: Zhu He

BetreuerIn: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 2: **Entwurf einer Füllstandregelung**

BearbeiterIn: Yingxuan Dong

BetreuerIn: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

Thema 3: **Entwurf einer Temperaturregelung**

BearbeiterIn: Jinru Shen

BetreuerIn: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Auftraggeber: Hochschule Zittau/Görlitz - IPM

4.3 Mechatronische Systeme

4.3.1 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

4.3.1.1 Energieeffiziente, ölfreie Lagerungen für Anwendungen in Turbomaschinen, Windrädern und Energiespeichern

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Stephan Düsterhaupt, Dipl.-Ing. (FH) Hagen Hoffmann, Dipl.-Ing. (FH) Holger Neumann, Dipl.-Inf. (FH) Ivo Noack, Dipl.-Ing. Torsten Rottenbach, Dipl.-Wirtschaftsmath. (FH) Mikhail Shmachkov, Dipl.-Ing. (FH) Christian Vanek

Finanzierung:

SMWA Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, SAB Sächsische AufbauBank, EFRE Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

**Laufzeit:**

1.12.2015 – 30.11.2018

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Mit dem Einsatz von Magnetlagern bspw. in Turbomaschinen lassen sich erhebliche Wirkungsgradverbesserungen gegenüber Wälz- oder Gleitlagern erzielen. Ursache dafür ist die berührungsfreie und somit verlustarme sowie verschleißfreie Lagerung des Rotors. Der Einsatz von Magnetlagern unter hohen Temperaturen und/oder extremen Umgebungsbedingungen, wie sie bspw. bei Gas- oder Dampfturbinen oder auch Offshore-Windkraftanlagen auftreten, wird dadurch eingeschränkt oder nur durch zusätzliche Hilfssysteme möglich. So vermeidet z. B. eine zusätzliche Luftkühlung die Überhitzung der Magnetlager bei der im Kraftwerk Jänschwalde eingesetzten magnetgelagerten Speisepumpenantriebsturbine. Das bedeutet einen zusätzlichen Anlagenaufwand und reduziert die durch die Magnetlager erreichbare Wirkungsgradverbesserung.

Gesamtziel des Projektes ist es, Lösungen bereitzustellen, die einen langzeitstabilen Einsatz von Magnetlagerungen bei hohen Temperaturen und unter aggressiver Atmosphäre bei gleichzeitiger Gewährleistung der Zuverlässigkeit und Sicherheit ermöglichen. Die Magnetlagerung als mechatronisches System besteht dabei aus den für die Funktion eines Magnetlagers erforderlichen Komponenten magnetischer Aktor, Lagesensoren, Messwerterfassungs- sowie Regel- und Leistungselektronik und Fanglagern. Der magnetische Aktor, Lagesensoren und Fanglager unterliegen dabei auf Grund ihrer kompakten Anordnung den gleichen Umgebungsbedingungen.

Das Projekt ist in folgende komplexe Arbeitspakete gegliedert:

1. Entwicklung von Modellen zur Simulation von Magnet- und Fanglagern unter applikationsspezifischen Belastungen
2. Entwicklung und Test eines Sensorsystems für den Einsatz unter extremen Umgebungsbedingungen
3. Untersuchung von Gleitlagern zur Verwendung als Fanglager unter Berücksichtigung der Tribologie
4. Theoretische und experimentelle Untersuchungen zum sicheren Betrieb magnetgelagerter Rotoren unter Extrembedingungen

Im ersten Arbeitspaket wurden die Einflüsse hoher Umgebungstemperaturen und aggressiver Umgebungsbedingungen auf die Magnetlager- und Sensorauslegung untersucht. Die Umgebungsbedingungen wirken sich auf nahezu alle Werkstoffeigenschaften aus und sind im Auslegungsprozess entsprechend zu berücksichtigen. In einem zweiten Schritt wurden Werkstoffe recherchiert, die den Umgebungsbedingungen langzeitstabil standhalten. Die Untersuchungen wurden in gleicher Weise für Fanglager durchgeführt. Die Modelle zur Auslegung und Simulation der Magnet- und Fanglager wurden erweitert und Algorithmen zur Berechnung der temperaturabhängigen Materialeigenschaften umgesetzt.

Im zweiten Arbeitspaket wurden auf der Basis der Ergebnisse des ersten Arbeitspaketes mögliche Messprinzipien für diese Einsatzbedingungen untersucht. Der Sensor sollte integral und differenziell messen, um Einflüsse von

Materialinhomogenitäten oder Hotspots und der thermischen Ausdehnung auszugleichen. Daneben sollte die Messung durch ein Spaltrohr als räumliche Trennung zu einem aggressiven Medium möglich sein. Unter Berücksichtigung dieser und weiterer Eigenschaften fiel die Wahl auf das induktive Messprinzip. Da ein induktiver Sensor ähnlich einem Magnetlager aufgebaut ist, können die gleichen Werkstoffe wie für Magnetlager eingesetzt werden. Für den praxisnahen Test unter erhöhtem Temperatureinfluss an der Versuchsanlage „Magnet- und Fanglagerprüfstand MFLP“ wurde ein Sensor ausgelegt und konstruiert. Parallel dazu wurde eine Sensorelektronik konzipiert. Nach der Fertigung erfolgen die experimentellen Untersuchungen zum Funktionsnachweis und der Langzeitstabilität.

Die Abbildung zeigt den konzipierten Sensor.



Abb. 4-15 Induktiver Sensor für Testzwecke am Versuchsstand MFLP

Ausgehend von den Ergebnissen der theoretischen Untersuchungen zur Eignung verschiedener Materialien für den Einsatz als Fanglagerwerkstoff und Experimenten an einem Kleinversuchsstand wurde im dritten Arbeitspunkt ein Gleitfanglager ausgelegt und konstruiert. Anhand von FEM-Rechnungen wurden entsprechende Sicherheitsnachweise geführt. Aus der Konstruktion wurden Fertigungsunterlagen ausgeleitet, nach denen das Gleitfanglager gefertigt wurde. Die Montage am MFLP steht noch aus. Parallel dazu wird an der Erweiterung der Fanglagermodelle gearbeitet.



Abb. 4-16: Gleitfanglager für Untersuchungen am Versuchsstand MFLP

Im vierten Arbeitspunkt wurden applikationsspezifische Belastungen und Störfallszenarien an Turbomaschinen analysiert und die Wirkungen verschiedener Schädigungsmechanismen untersucht. Des Weiteren wurde untersucht, welche Einflüsse die Prozess- und die Umgebungsbedingungen auf die Funktionsweise der Sensoren, Leistungselektronik und magnetische Aktoren haben. Thermische Einflüsse verursachen mehr oder minder starke Driften in den Lagerkomponenten. Parameterdriften während des Betriebes verändern die Belastungsintensität und die Funktions-/Leistungsfähigkeit und somit die Widerstandsfähigkeit der Magnetlagerung. Man unterscheidet zwischen last- und altersabhängigen

Parameterdriften. Lastabhängige Driften können mit Hilfe physikalischer Modelle hinreichend genau simuliert werden. Offen ist, wie das kalendarische Alter das Funktions- und Leistungsvermögen der Lagerkomponenten beeinflusst. Das ist Gegenstand derzeitiger Untersuchungen.

4.3.1.2 Magnetgelagerte Speisepumpenantriebsturbine - Erfassung und Bewertung von Betriebsdaten

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz

Mitarbeiter: Dipl.-Inf. (FH) Ivo Noack, Dipl.-Ing. (FH) Christian Vanek,

Finanzierung: LEAG



Laufzeit: 1.1.2017 – 31.12.2017

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Im Jahr 2014 erfolgte im Ergebnis einer langjährigen Forschungsk Kooperation zwischen der Hochschule Zittau/Görlitz, der Siemens AG Görlitz und der Vattenfall Europe AG (jetzt LEAG) die Installation einer magnetgelagerten Speisepumpenantriebsturbine (SPAT) im Block F des Braunkohlekraftwerkes Jänschwalde.

Die Vorteile der Magnetlagertechnologie bestehen in der berührungs- und somit verschleißfreien Lagerung der Turbinenwelle. Herkömmlich erfolgt die Lagerung der Turbinenwellen mit hydrodynamischen Lagern, die infolge der viskosen Reibung des Öls verlustbehaftet sind. Zudem erfordern diese Lager eine umfangreiche Ölanlage aus Öltanks, Leitungen, Ventilen, Pumpen, Filtern sowie Kühlern und benötigen Energie für Pumpen und die Ölkühlung. Das Öl stellt außerdem eine Brandlast in der Anlage dar und erhöht das Gefährdungspotenzial. Lager und Öl unterliegen Verschleiß und Alterung, wodurch sich ein zusätzlicher Wartungs- und Instandhaltungsaufwand ergibt.

Im März 2015 erfolgte die Überführung der ölfreien magnetgelagerten SPAT in den Dauerbetrieb. Dieser unterliegt entsprechend der Blockfahrweise Laständerungen, die auch auf die Magnetlagerung rückwirken. Die inhärenten Signale der Magnetlagerung gestatten eine online-Überwachung. Zur Erfassung und Abbildung des Zustandes der Magnetlagerung und der für den Betrieb der SPAT notwendigen peripheren Anlagen wurde ein Messwerterfassungs- und Archivierungssystem installiert, mit dem kontinuierlich alle relevanten Daten der Turbine aufgezeichnet werden. Bei Abweichungen vom Normalbetrieb oder Störungen werden diese Daten zur Eingrenzung ausgewertet, wodurch eine Störungsbeseitigung schneller erfolgen kann und die Verfügbarkeit der Anlage erhöht wird. Mit der Langzeitprotokollierung der Betriebsdaten kann das Maschinenverhalten lastabhängig analysiert werden und gestattet Rückschlüsse für die optimale Auslegung und Betriebsführung künftiger Anwendungen.

Beispielhaft zeigt die Abbildung die lastabhängige und somit drehzahlabhängige Temperaturänderung im hinteren (pumpenseitigen) Radialmagnetlager.

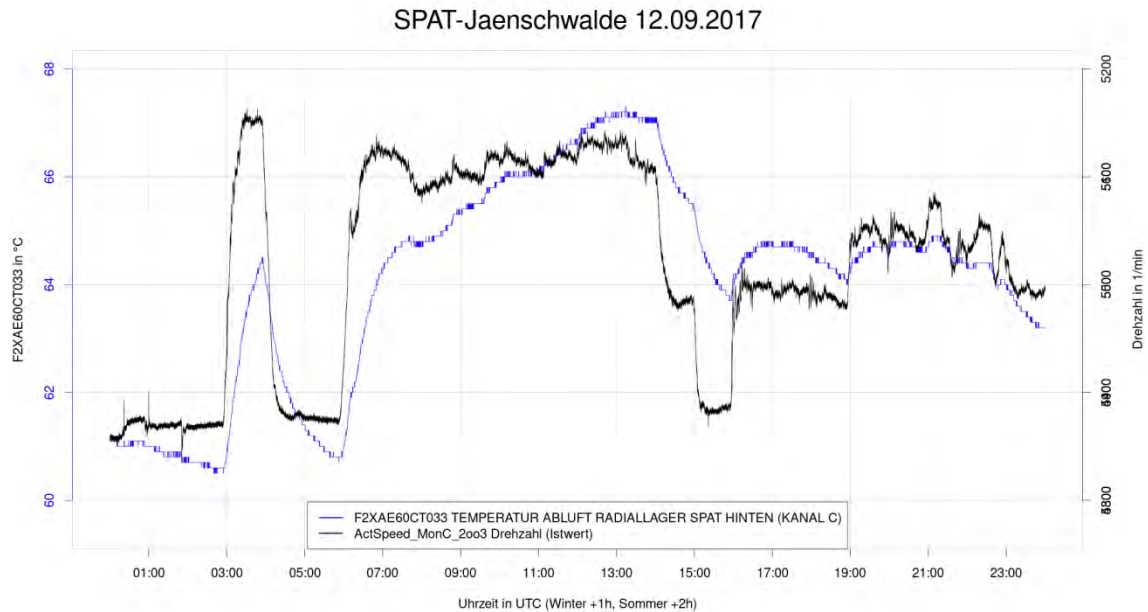


Abb. 4-17: Lastabhängiger Temperaturverlauf am hinteren Radiallager

Die Datenaufzeichnung wird bis zur Stillsetzung des Blockes und dessen Überführung in die kalte Reserve im Oktober 2018 fortgesetzt.

4.3.1.3 Grundlagenuntersuchungen zum Einsatz von Schwungmassespeichern in autarken Netzen – Zusammenarbeit TU Liberec

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) Holger Neumann

Finanzierung: Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK)

STAATSMINISTERIUM
FÜR WISSENSCHAFT
UND KUNST



Laufzeit: 01.02.2016 – 31.12.2018

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Ziel des Projektes ist die Erarbeitung eines Projektantrages zur Entwicklung eines magnetgelagerten Hochdrehzahlschwungmassespeichers zur Verbesserung der Energieeffizienz elektrischer Traktionen und auf dieser Grundlage einen Prototyp zu entwickeln. Dieser soll im Straßenbahnnetz der Städte Liberec-Jablonec zur Steigerung des Gesamtwirkungsgrades und zur Entlastung des Bahnstromnetzes durch Vergleichmäßigung der Lastgänge bzw. Reduzierung von Stromspitzen eingesetzt werden. Die Arbeiten erfolgen aus diesem Grund in enger Kooperation mit der Technischen Universität Liberec.

Grundlage der Untersuchungen sind die tages-, jahreszeit- und streckenabhängigen Lastgänge im Straßenbahnsystem der Stadtwerke Liberec. Diese werden in einem Streckenabschnitt messtechnisch erfasst.

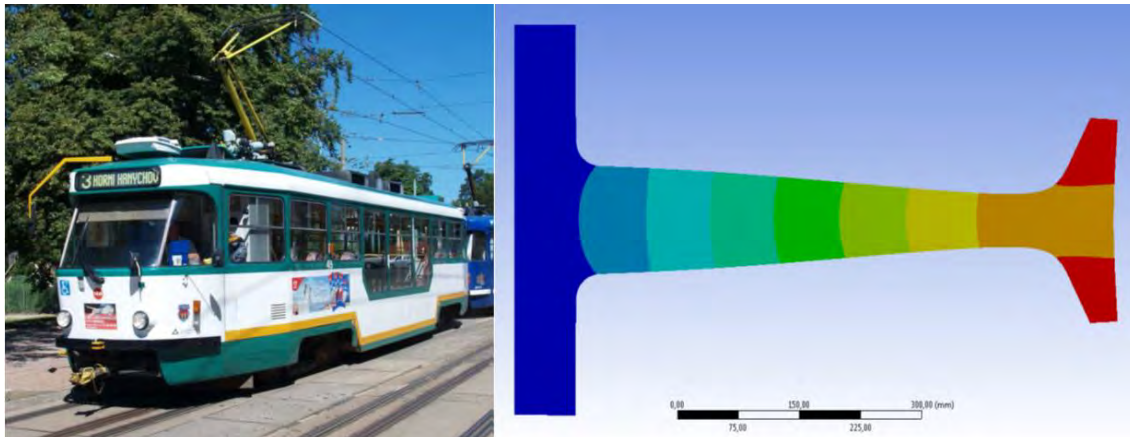


Abb. 4-18: Straßenbahn T3 und Analyse der Verformungen am Schwungrad (Lavalscheibe)

Mit dem zu beantragenden Vorhaben soll der Nachweis erbracht werden, dass durch den Einsatz rotierender Schwunghasseenergiespeicher in Bahnnetzen die Energieeffizienz elektrische Traktionen gesteigert werden kann. Die Arbeiten dazu leisten einen Beitrag zur Reduzierung der Feinstaub-, Abgas- und CO₂-Emissionen im öffentlichen Personennahverkehr.

4.3.1.4 Weiterentwicklung und Optimierung Programmsystem Maglap++

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz

Mitarbeiter: Dipl.-Wirtschaftsmath. (FH) Mikhail Shmachkov

Finanzierung: Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK)

STAATSMINISTERIUM
FÜR WISSENSCHAFT
UND KUNST



Laufzeit: 01.03.2017 – 31.12.2019

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Moderne aktive Magnetlager sind hoch präzise mechatronische Systeme, deren Überwachung, Zustandsdiagnose und Analyse spezielle Anforderungen mit sich bringen. Diese müssen auch von der zu verwendenden Software zur Messwerterfassung, Datenspeicherung und -verarbeitung erfüllt werden. Ein solches Messwerterfassungssystem ist eine komplexe Software, die vor allem schnell und genau arbeiten muss.

Mit Maglap++ wurde ein erster Entwurf einer solchen Software geschaffen, der nun kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert wird. Maglap++ ist ein Cross-Plattform-Projekt in der Programmiersprache C++ und kann derzeit unter Windows und Linux gleichermaßen eingesetzt werden. Das System ist modular aufgebaut, wodurch sich nahezu beliebige Verarbeitungsketten erzeugen lassen.



Abb. 4-19: Aufgabenbereiche von Maglap++

So kann das Programm, allein durch die Anordnung der zu verwendenden Module und hier speziell der Datenquelle und der Datensenke, zu einem Server oder einer Client-Applikation konfiguriert werden. So ist zum Beispiel ein performantes Aufzeichnen und Überwachen der Anlage möglich, während zeitgleich auch Techniker von anderen Geräten aus zu Diagnosezwecken auf die Daten schauen können. Denkbar wäre hierfür auch eine Android-App, die auf einem Tablet als Analysewerkzeug fungiert.

Um diese Ziele zu erreichen, wurde das Softwaresystem dahingehend weiterentwickelt, dass die Stabilität und Benutzerfreundlichkeit des Programms verbessert werden konnte. Dazu wurden zahlreiche vorhandene Module überarbeitet und um einige neue Module ergänzt. Weiterhin wurde ein Konzept für die Pufferung der Messdaten erarbeitet, welches eine stabilere Verarbeitung ermöglicht, sowie ein Konzept zum Thread-Management, um die Möglichkeiten der parallelen Datenverarbeitung möglichst effizient ausnutzen zu können.

4.3.2 Versuchsanlagen

4.3.2.1 Versuchsanlage „Magnet- und Fanglagerprüfstand MFLP“

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

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

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



Abb. 4-20: Magnet- und Fanglagerprüfstand MFLP im Zittauer Kraftwerkslabor

4.3.2.2 Versuchsanlage „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 hier 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



Abb. 4-21: 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; Radialmagnetlager unten 10 kN
- Max. Lagerstrom: 50 A

4.3.2.3 Versuchsanlage „Schmiermittelfreie Dampfturbine SFDT“

Die Versuchsanlage SFDT dient zur Untersuchung von thermischen und mechanischen Einflüssen auf Magnet- und Fanglager. Die Anlage besteht im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- Horizontaler vollständig magnetgelagerter Rotor mit einer Masse von ca. 2,5 t und Drehzahlen bis 5800 U/min
- Thermische Belastungseinrichtung mit 40 kW Heizleistung
- Elektromagnetomechanische Belastungseinrichtung mit einer maximalen radialen Kraftaufprägung von 35 kN
- Schutzbunker zum Schutz des Bedienpersonals
- Luft- und Wasserkühlsystem für die Magnetlager und die Bunkerklimateisierung

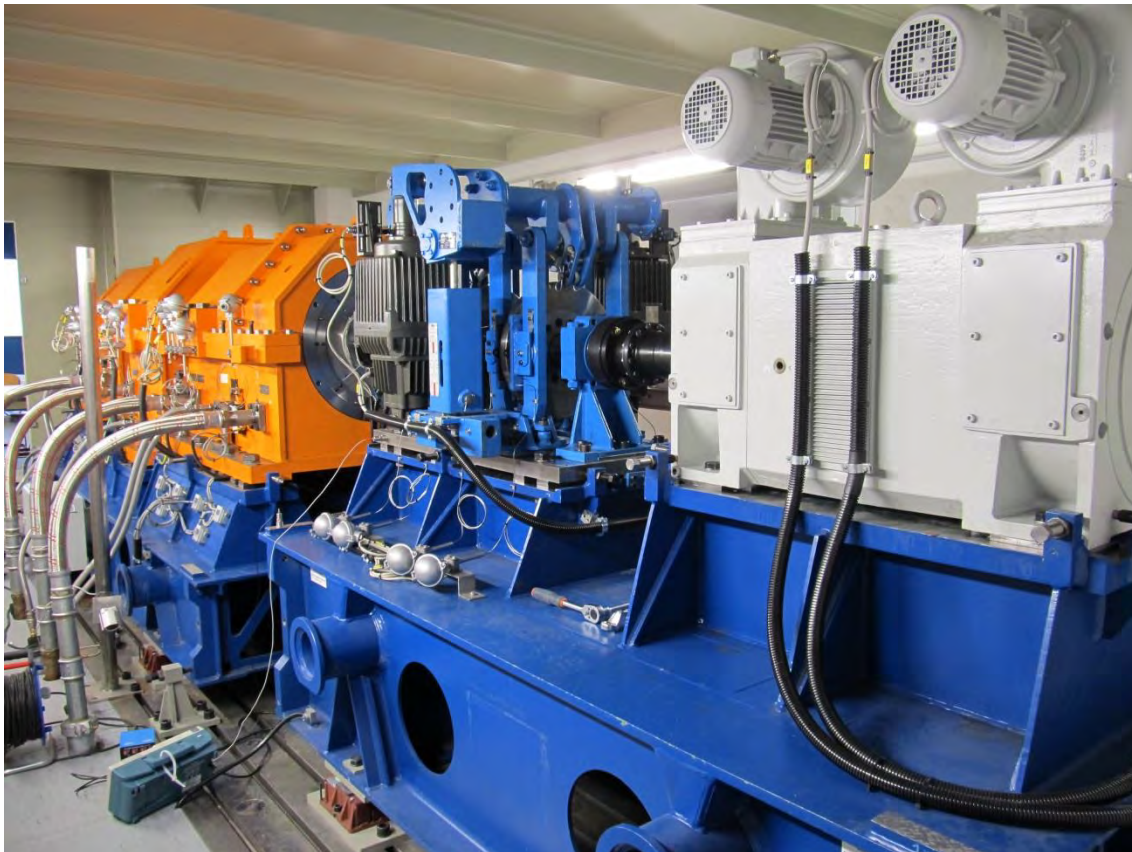


Abb. 4-22: Versuchsanlage Schmiermittelfreie Dampfturbine SFDT

Mit dem Versuchsaufbau können die Betriebsbedingungen einer magnetgelagerten Industriedampfturbine, wie z. B. einer Speisepumpenantriebsturbine im Kraftwerk, nachgestellt werden. Dazu können verschiedene Betriebsmodi der Turbine simuliert und die damit verbundenen thermischen und mechanischen Lasten auf die Lager aufgebracht werden. An der Versuchsanlage wurden u. a. experimentelle Untersuchungen zur Erprobung und Ertüchtigung der Magnetlagertechnologie für den Einsatz an einer Speisepumpenantriebsturbine als Prototyp im Braunkohlkraftwerk Jämschwalde mit folgenden Schwerpunkten durchgeführt:

- Erprobung geeigneter Kühlsysteme
- Beherrschung der durch den Dampf verursachten Prozesskräfte am Rotor
- Nachweis der Funktion der Fanglager

Die Erprobung erfolgte unter möglichst kraftwerksnahen Bedingungen. Der Nachweis der Eignung der Magnetlagertechnologie für Industriedampfturbinen wurde in umfangreichen Tests erbracht.

4.3.2.4 Versuchsstand „Momentenlager ZML320“

Der ZML320 wurde als Demonstrator eines Momentenlagers in Außenläuferbauweise entwickelt. Fernziel ist der Ersatz von Großwälzlager (Durchmesser ca. 1 m) z. B. in Computertomographen durch derartige verschleißfreie und geräuscharme Magnetlager. Mit Hilfe des ZML320 wurde das Regelungssystem für den industriellen Prototyp eines Momentenlagers entwickelt.

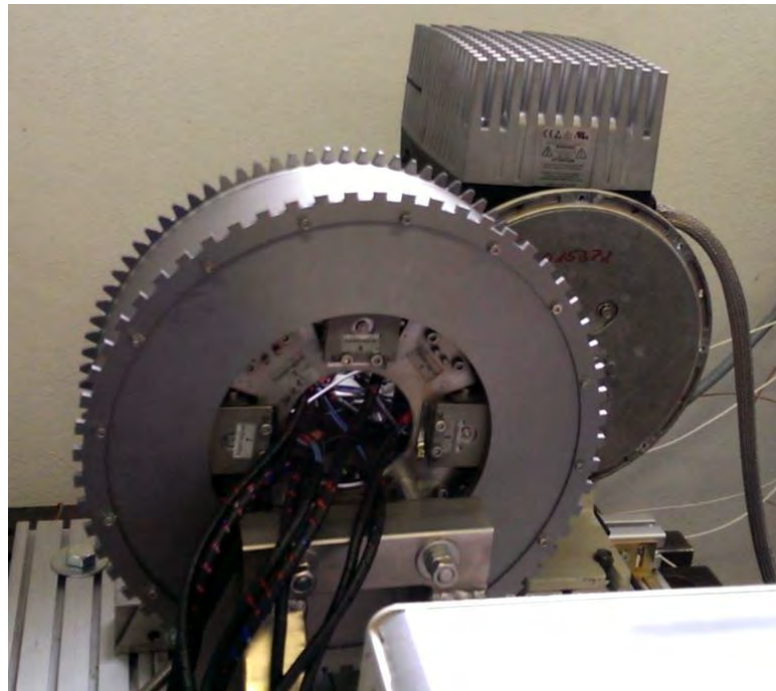


Abb. 4-23: Versuchsstand Momentenlager ZML320

Der Rotor besteht aus einem radialen und zwei axialen Rückschlüssen. Die radiale Lagerung erfolgt durch vier Radialmagnete, wobei die zwei gegenüberliegenden Magnete differenziell verschaltet sind und damit zwei Lagerachsen gebildet werden. Diese sind jeweils um 45° gegenüber der Wirkungsrichtung der Gewichtskraft gedreht angeordnet. Zur axialen Stabilisierung dienen acht Axialmagnete, die zu vier Lagerachsen differenziell verschaltet sind. Die Herausforderung bei dieser Lageranordnung besteht darin, dass sowohl die axialen als auch die radialen Auslenkungen des Rotors nicht in den Lagerachsen gemessen werden können. Daher ist ein Transformationsalgorithmus erforderlich, mit dem die Lage des Rotors und die sich ergebenden Luftspalte an den einzelnen Lagermagneten berechnet werden.

Ausgewählte Versuchsstandparameter:

- Rotormasse 16,6 kg
- Rotordurchmesser 320 mm
- Nenndrehzahl 350 U/min
- Tragkraft axial 4×470 N
- Tragkraft radial 2×590 N
- Nennluftspalt axial und radial 300 μm
- Lagerströme Grunderregung 3 A, Steuererregung ± 3 A

Der Rotor wird durch einen drehzahlsteuerbaren Elektromotor über ein Zahnritzel angetrieben.

4.3.2.5 Messplatz MagHYST® modular

MagHYST ist ein Labormessplatz für die experimentelle Ermittlung der magnetischen Eigenschaften von Magnetkreiswerkstoffen. Damit wurde eine Möglichkeit geschaffen, für unterschiedlichste in Magnetlagern zum Einsatz kommende ferromagnetische Materialien die Magnetisierungskennlinien bzw. die quasistatischen Neu- und Hysteresekurven zu messen.

Die Kenntnis dieser Daten ist für eine optimale Auslegung und die Simulation von aktiven Magnetlagern sowie für die Modellvalidierung essenziell. Die magnetischen Eigenschaften der Werkstoffe sind von verschiedenen Einflussfaktoren abhängig. So

verändern bspw. Fertigungstechnologien (Stanzen, Laser- oder Wasserstrahlschneiden) die magnetischen Eigenschaften und machen ggf. eine Nachbehandlung erforderlich. Der Einsatz der Werkstoffe unter hohen Temperaturen verringert die erreichbare Sättigungspolarisation und auch die Form der Hysteresekurve. Derartige Daten stehen vor allem für den Einsatz unter hohen Temperaturen kaum zur Verfügung.

Mit dem Messsystem können notwendige magnetische Werkstoffparameter für unterschiedliche Einsatztemperaturen experimentell ermittelt und in einer Datenbank zusammengefasst werden. Damit wird es möglich, elektrische Antriebe und Magnetlager für erweiterte Einsatztemperaturbereiche energieoptimal zu entwickeln und auszulegen.



Abb. 4-24: Messplatz auf der Basis von MagHyst

4.3.2.6 Messplatz PowerChoke

Aktive Magnetlager werden i. d. R. so ausgelegt, dass die angestrebte Tragkraft im linearen Bereich der Magnetisierungskennlinie unterhalb des Sättigungsknickes des verwendeten ferromagnetischen Magnetkreismaterials erreicht wird. Abweichungen vom Arbeitspunkt durch Änderungen des Luftspaltes bzw. des Spulenstromes führen zu Änderungen der Induktivitäten je nach Aussteuerung bis in den nichtlinearen Bereich. Für den Betrieb von Magnetlagern ist nicht nur die Anfangsinduktivität von Interesse, sondern auch die differentielle Induktivität um den Arbeitspunkt, die sowohl von der Vormagnetisierung (Grunderregung) als auch vom Steuerstrom abhängt. Zur optimalen Auslegung der Magnetlagerregelung aus Strom- und Lageregler ist die Kenntnis der für den Arbeitsbereich des Magnetlagers zu erwartenden Induktivitäten erforderlich.

Übliche Induktivitätsmessgeräte sind elektronische Induktivitätsmessbrücken mit Kleinsignalverhalten. Bei eisenbehafteten Spulen erfolgt nur eine geringe Aussteuerung des Kernmaterials, d. h. die Messung erfolgt nur im Bereich der Anfangspermeabilität und ergibt dadurch zu geringe Induktivitätswerte. Eine Induktivitätsmessung für den Arbeitspunkt des Magnetlagers ist damit nicht möglich und der induktivitätsverringende Einfluss der Sättigung wird nicht erfasst.

Mit dem Power Choke DPG 10 Modell 100 der Firma ed-k steht ein mobiler Messplatz zur experimentellen Bestimmung von eisenbehafteten Induktivitäten nach dem di/dt-Messverfahren für Ströme bis 100 A zur Verfügung. Die Prüfspannung kann im Bereich von 10 V bis 400 V eingestellt werden. Die Prüfzeit ist variabel zwischen 3 μ s und 70 ms wählbar. Das Gerät verfügt über eine PC-Schnittstelle zur Messwerterfassung und -auswertung über die mitgelieferte Software.

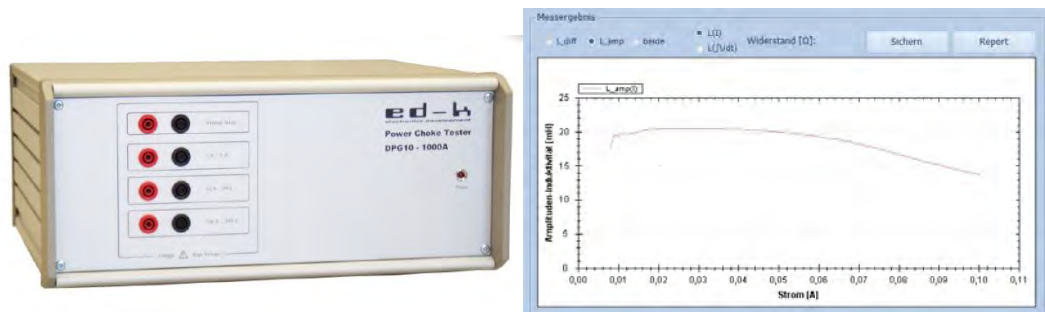


Abb. 4-25: Power Choke DPG 10 und Ergebnis einer Testmessung

4.3.3 Publikationen

Stephan Düsterhaupt, Frank Worlitz: Zuverlässigkeitsbewertung aktiver Magnetlagerungen unter der Berücksichtigung erweiterter Umgebungsbedingungen, 11. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 5. – 6. September 2017, Chemnitz

Holger Neumann, Klaus Pantke, Jürgen Frantzheld, Frank Worlitz: Entwicklung und Bau eines neuartigen magnetischen Momentenlagers, 11. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 5. – 6. September 2017, Chemnitz

Torsten Rottenbach, Frank Worlitz: Auswirkungen hoher Temperaturen auf die Gestaltung und Auslegung aktiver Magnetlager, 11. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 5. – 6. September 2017, Chemnitz

Mikhail Shmackov, Ivo Noack, Frank Worlitz: Das leistungsfähige und modulare Werkzeug Maglap++ zur Zustandsdiagnose und Überwachung magnetgelagerter Maschinen, 11. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 5. – 6. September 2017, Chemnitz

Christian Vanek, Frank Worlitz: Eignung von Gleitlagern als Fanglager für schwere magnetgelagerte Rotoren, 11. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz, 5. – 6. September 2017, Chemnitz

4.3.4 Betreuung von Promovenden

Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz:

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

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

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

4.3.5 Ausgewählte Abschlussarbeiten von Studierenden

Thema 1: Ultraschall-Geschwindigkeitsmessungen am DRESDYN-Wasser-experiment

BearbeiterIn: Yingqiang Gao

BetreuerIn: Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz

Auftraggeber: Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf

Thema 2: Entwurf eines Verfahrens zur Spaltmessung zwischen dem Korbgriff eines Geschirrkorb und der Geschirrspülerinnentüre in einem geschlossenen Geschirrspüler

BearbeiterIn: Jindun Li

BetreuerIn: Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz

Auftraggeber: BSH Hausgeräte GmbH

Thema 3: Konzeption, Entwurf und Aufbau eines Laserausrichtsystems zur parallelen und senkrechten Justage von Fertigungsmitteln

BearbeiterIn: Georg Leobin Günzel

BetreuerIn: Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz

Auftraggeber: Micro-Epsilon Optronic GmbH Dresden

4.4 Kraftwerks-, Dampferzeuger- und Feuerungstechnik

4.4.1 Forschungs- und Entwicklungsprojekte

4.4.1.1 Entwicklung eines neuartigen Zyklonwärmeübertragers mit Kondensationsenergienutzung zur Effizienzsteigerung von Biomassetrocknungsanlagen (ZETA)

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

MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. (FH) Bert Salomo, Dipl.-Ing. (FH) Mareike Weidner, Dipl.-Ing. (FH) Ralf Pohl, Dipl.-Ing. (FH) Martin Kurz

Finanzierung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Kooperationspartner: ULT AG Löbau

Laufzeit: 01.06.2015 – 31.08.2017

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Durch die mit dem EEG geschaffenen Rahmenbedingungen sind in den letzten Jahren überall in Deutschland dezentrale Trocknungseinheiten geschaffen worden, die die Abwärme aus mittelgroßen Bioenergie-Kraftwerken sinnvoll verwerten. Auf diesen Trocknungsstationen werden in speziellen Trocknungscontainern biogene Reststoffe oder Scheitholz getrocknet. Die verwendeten Trocknungscontainer bestehen im Wesentlichen aus umgebauten Transportcontainern für Hakenlifter-LKWs. Diese Trocknungscontainer sind hinsichtlich Preis und Robustheit sehr attraktiv. Auch lässt sich ihr Handling sehr gut in eine allgemeine Logistik-Infrastruktur integrieren. Allerdings haben diese Container den Nachteil, dass sie sehr ineffizient arbeiten, also aus der zur Verfügung gestellten Wärme nur wenig Trocknungsleistung generieren. Zudem ist die Qualität des Output-Materials oft unbefriedigend.

Ziel des Projektes ist es daher, ein Produkt zu entwickeln und auf den Markt zu bringen, das die Vorteile der bisherigen Trocknungscontainer beibehält (einfache Befüllbarkeit, Transportierbarkeit, Robustheit) und zugleich die Trocknungseffektivität deutlich verbessert und damit die Standzeiten der Container stark verringert. Dieses Produkt muss einerseits als völlig neuer „ZETA-Trockner“ angeboten werden und andererseits als „Nachrüstungs-Aggregat“ für bestehende Trocknungscontainer erhältlich sein.

Der Kern dieses Projektes beruht auf der Neuentwicklung eines innovativen Zyklonwärmeübertragers (ZETA-Zyklon). Er vereint die Vorteile eines geringen Druckverlustes bei einer Staubabscheidung aus Gasen mit den Eigenschaften eines Luft/Luft-Wärmeübertragers. Er verbessert parallel beide integrierten Teilprozesse entscheidend bzw. lässt den Einsatz in der Holztrocknung erstmalig zu. Der ZETA-Zyklon ist aufgrund der erzwungenen inneren Kondensation erstmalig in der Lage, Partikel abzuscheiden, die kleiner sind als die Grenzkorngröße, die durch Zentrifugalabscheidung möglich wäre.

Des Weiteren wird der Kondensationseffekt genutzt, um eine hocheffektive Luft/Luft-Wärmeübertragung mit einer sehr kleinen zur Verfügung stehenden Wärmeübertragungsfläche zu realisieren. Eine feingliedrige, schmutzempfindliche Berippung ist nicht mehr notwendig. Dadurch kann nicht nur das Potenzial der sensiblen Wärme, sondern auch die latente Energie der Abluft genutzt werden.

Die Hochschule Zittau/Görlitz ist in allen Arbeitspaketen vertreten. Als wissenschaftlicher Partner und Projektkoordinator werden die theoretischen Grundlagen und die Versuche an den Versuchsanlagen durch die Hochschule koordiniert, betreut sowie ausgewertet. Die Ergebnisse der Untersuchungen am Prototyp gehen direkt in die Weiterentwicklung des ZETA-Trockners ein. Für eine energieeffiziente Betriebsweise dieses innovativen Produkts sind zahlreiche Simulations- und Validierungsrechnungen notwendig, die an der HSZG durchgeführt werden.

Die Aufgabenstellung der HSZG lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Modellierung/Simulation von Betriebsparametern
- Entwicklungen von Detaillösungen bei der Strömungsführung
- Durchführung und analytische Begleitung von Versuchsfahrten
- Unterstützung der Komponentenoptimierung
- Auswertung durch mathematische Modelle und Finden von Regelgrößen
- Überführung stationärer Rechenmodelle hin zu instationären Optimierungsrechnungen

4.4.1.2 Agroforstliche Umweltleistungen für Wertschöpfung und Energie (AUFWERTEN)

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

MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. (FH) Roman Schneider

Finanzierung: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Kooperationspartner: Brandenburgische Technische Universität Cottbus Senftenberg (BTU), Universität Bayreuth, Technische Universität München, Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB), Biomasse Schraden e.V., Landwirtschaftsbetrieb Thomas Domin, Amt Kleine Elster (Niederlausitz), Universität Stuttgart, Büro für angewandte Landschaftsökologie und Szenarienanalyse, Naturschutzbund NABU

Laufzeit: 01.04.2014 – 31.07.2019

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Energieholz stellt in Mitteleuropa ein Hauptprodukt agroforstlicher Nutzungsformen dar. Daher sind Untersuchungen, die sich mit effizienten energetischen Verwertungsmöglichkeiten und dezentralen Holzenergieversorgungsstrukturen befassen, von großer Relevanz für die mit Agroforstwirtschaft in Verbindung zu bringende wirtschaftliche Wertschöpfung und folglich für die Umsetzung dieser Landnutzungsform. Außerdem sind Informationen zum Energieholzbedarf der Untersuchungsregion und hieran anknüpfend zum Bedarf an Konversionsanlagen in Abhängigkeit von der Art der Anlage und vom Effizienzgrad von großer Bedeutung für Planungen bezüglich des Aufbaus kommunaler Energieversorgungsstrukturen, die Agroforstwirtschaft als wichtigen Pfeiler einbeziehen.

Die HSZG als Unterauftragnehmer des Verbundpartners Biomasse Schraden e.V. bearbeitet folgende Arbeitsaufgaben:

- IST-Analyse der im Modellgebiet bestehenden Konversionsanlagen zur energetischen Verwertung von Energieholz
- Räumlich differenzierte Analyse des im Modellgebiet bestehenden Bedarfs an Konversionsanlagen für Energieholz unter Berücksichtigung des Agroforst-Flächenpotenzials
- Ermittlung des im Modellgebiet sowohl aktuell als auch potenziell existierenden Holzbedarfs für die energetische Verwertung
- Erarbeitung einer Handlungsstrategie für kommunale Verwaltungseinheiten
- zur Ermittlung des Bedarfs an Konversionsanlagen in Abhängigkeit des regionalen Energieholzbereitstellungspotenzials

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

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

MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. Ulrike Gocht, Dipl.-Ing. (FH) Mareike Weidner, Dipl.-Ing. Stefen Grusla, Dipl.-Ing. (FH) Roman Schneider, Dipl.-Ing. (FH) Ralf Pohl, Dr.-Ing. Ulf Sénéchal

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



Laufzeit: 01.12.2015 – 28.02.2019

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Durch die zunehmende Verbreitung von dezentralen Anlagen zur Bereitstellung von Energiedienstleistungen (Strom, Wärme) in konsequenter Kraft-Wärme-Kopplung, speziell unter Nutzung der thermochemischen Vergasung von Biomasse, entsteht ein Zielkonflikt zwischen wirtschaftlichem Betrieb und Erfüllung komplexer Versorgungsaufgaben bei Einhaltung von Umweltauflagen. Der wirtschaftliche Einsatz setzt eine Integration dieser Anlagen in bestehende Versorgungssysteme voraus, dabei muss ein flexibler Anlagenbetrieb zur Erreichung eines Optimums zwischen der zu lösenden Versorgungsaufgabe und den Anlagenbetriebsbedingungen gefunden werden. Durch Eingriffe auf der Ebene der thermochemischen Reaktionen soll ein neues Vergasungsverfahren entwickelt werden, dass die im Biobrennstoff enthaltene Solarenergie besser in chemische Energie des Brenngases überführt als bisherige Verfahren. Grundidee ist die Nutzung selektiver katalytischer Wirkungen von mineralischen Zuschlagstoffen. Innovative Mess- und Regelkonzepte sowie Speichertechnologien sollen das Problem der zeitversetzten Entstehung und Nutzung von Wärme lösen und damit die bedarfsgerechte Bereitstellung von elektrischer Regelleistung für Versorgungsnetze ermöglichen. Ziel ist es, den Anlagenbetrieb online zu bewerten und damit Exergieverluste auf ein Minimum zu beschränken. Positive wirtschaftliche Effekte werden erwartet für sächsische Hersteller von Komponenten derartiger Anlagen (Steuer-, Regelungs-, Speichertechnik) und für Betreiber (Ressourcenschonung durch Kraft-Wärme-Kopplung) sowie nachfolgend durch sich etablierende sächsische Dienstleister im Bereich Wartung. Die prozessbedingt anfallenden Rest- und Abfallstoffe sollen sowohl mengenmäßig reduziert als auch hinsichtlich deren Zusammensetzung beeinflusst werden, so dass der Umgang damit wirtschaftlicher wird. Neue Technologien der Emissionsminderung im instationären (An-/Abfahren) sowie im stationären Teil- und Nennlastbetrieb sollen entwickelt und unter praxisnahen Bedingungen erprobt werden. Die Gewinnung wichtiger Substanzen aus den Reststoffen und deren Nutzung als Sekundärrohstoffe werden untersucht.

4.4.1.4 Aktualisierung der Daten des BVT-Merkblatts Energy Efficiency

ProjektleiterIn:	Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke
MitarbeiterInnen:	Prof. Dr.-Ing. Jens Meinert, Prof. Dr. Tino Schütte, Dipl.-Ing. (FH) Ralf Pohl
Finanzierung:	Dienstleistungsprojekt als Unterauftragnehmer der Großmann Ingenieur Consult GmbH (GICON). Auftraggeber ist das Umweltbundesamt (UBA) im Rahmen des Umweltforschungsplanes (UFOPLAN), FKZ 3715 53 312 3
Kooperationspartner:	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Bayrisches Landesamt für Umwelt, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
Laufzeit:	01.01.2016 – 31.10.2018

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Innerhalb des Projektes soll das BVT- Merkblatt „Energy Efficiency“ (2008) überarbeitet und der aktuelle Stand der Technik bei industrieller Energieeffizienz (Maßnahmen sowie Daten/Kennzahlen) dokumentiert werden. Dies erfolgt nach den Vorgaben der Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (IE-RL) und wird dem EIPPC- Büro in Sevilla übermittelt. Folgende Kapitel des BVT- Merkblattes Querschnittstechnologien werden von der HS Zittau/Görlitz bearbeitet:

- Kapitel 2.16 und 4.2.2.5, Benchmarking
- Kapitel 3.1 und 4.3.1, Feuerung
- Kapitel 3.2 und 4.3.2, Dampfsysteme
- Kapitel 3.3 und 4.3.3, Wärmerückgewinnung und Kühlung

2016 wurde die Überarbeitung des Textteils des Kapitels Benchmarking erfolgreich abgeschlossen sowie mit der Überarbeitung der übrigen von der HS Zittau/Görlitz zu bearbeitenden Kapitel begonnen.

4.4.1.5 FH-Impuls 2016: LaNDER³ - Impulsprojekt 1: Rohstoffe, Recycling und Energiebereitstellung – Teilprojekt FSP 3: Energetische Verwertung von NFK-Reststoffen

Projektleitung:	Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke
Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. (FH) Fred Haaser
Finanzierung:	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Laufzeit: 01.08.2017 - 31.12.2018

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Ziel des FSP3 ist die Untersuchung zur energetischen Verwertung von NFK-Reststoffen, die aufgrund des dafür notwendigen Aufwandes keiner stofflichen Nutzung mehr zugeführt werden können, sowie die Konzipierung einer dafür geeigneten Anlage. Aufgrund der hohen gesetzlichen Anforderungen zum Emissionsschutz und des daraus resultierenden hohen technischen Aufwands sind kleine Anlagen zur energetischen Verwertung von Kunststoffen gemäß dem Leistungsbedarf für KMU derzeit noch nicht Stand der Technik.

FSP 3 gliedert sich in zwei Arbeitspakete. Im Arbeitspunkt „**Analyse der NFK-Verarbeitungsprozesse und deren Abfälle**“ sollen in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern die typischen Prozessschritte mit anfallenden NFK- Reststoffen analysiert und in einer Prozesskette mit den zugehörigen Stoff- und Energieströmen dargestellt werden. Neben der Ermittlung von Kompositions- und Strukturmerkmalen sollen die NFK- Reststoffe laboranalytisch hinsichtlich ihrer Eignung zur thermischen Verwertung untersucht und klassifiziert werden. In Kombination mit den experimentellen Untersuchungen werden mittels Berechnungen und Simulationen Erkenntnisse zu Anforderungen an die Gestaltung und den Betrieb eines industriellen thermochemischen Energienutzungsprozesses gewonnen.

Im Arbeitspunkt „**Erstellung von Konzepten zur thermischen Abfallbehandlung**“ werden die für die Reststoffe in Frage kommenden Behandlungsmethoden mit Fokus auf mehrstufige Verfahren recherchiert und zu geeigneten verfahrenstechnischen Konzepten zusammengestellt. Neben der Zusammenstellung und Grobauslegung der erforderlichen Komponenten erfolgt die Auswahl eines geeigneten Regelungs- und Steuerungskonzeptes. Für die am geeignetsten erscheinenden Konzepte werden Schaltpläne und Aufstellungsvarianten ausgearbeitet und Kostenschätzungen durchgeführt. Zur Berücksichtigung der energetischen Nutzung (Temperaturniveau, Leistung, etc.) wird sowohl mit Projektpartnern der NFK-Produktion als auch den potentiellen Energieabnehmern eng zusammengearbeitet.

Auf Basis der vorliegenden Ergebnisse und den definierten technischen Anforderungen wird es möglich sein, gemeinsam mit interessierten Wirtschaftspartnern den Weg über eine Technikumsanlage und Demonstrationsanlage hin zu einer Anlage für den kommerziellen Betrieb genau zu beschreiben. Der FSP 3 ergibt im Falle ermutigender Ergebnisse und Lösungsansätze den fachlichen Ausgangspunkt für ein zu diesem Zeitpunkt zu gestaltendes und zu startendes Impulsprojekt IP-3 (Fertigung von Versuchsständen und eines Prototyps).

4.4.1.6 Implementierung wissensbasierter NOx-Modelle in die komplexe Feuerungsberechnung für industrielle Dampferzeuger mit EBSILON-Professional

ProjektleiterIn: Dipl.-Ing. Ulrich-Steffen Altmann

MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. Ulrike Gocht, Dipl.-Ing. Steffen Grusla, Dipl.-Math. (FH) Tom Förster

Finanzierung: Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK)

STAATSMINISTERIUM
FÜR WISSENSCHAFT
UND KUNST

 Freistaat
SACHSEN

Laufzeit: 01.02.2016 – 31.12.2018

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Prognoseverfahren für die gaseitige Schadstoffemission (NO_x , CO) von mit einheimischer Rohbraunkohle betriebenen Kraftwerks-Dampferzeugern werden für die aktuell geforderten Betriebsweisen bei technischer Mindestlast und hohen Laständerungsgeschwindigkeiten praxisnah qualifiziert. Entwickelt wird ein robuster wissensbasierter Berechnungsalgorithmus, der in detaillierte Zonenmodelle von Dampferzeuger-Feuerräumen implementiert eine ingenieurmäßige Vorhersage der Schadstoffemission ermöglicht.

4.4.1.7 Stromspeicher für regenerative Versorgungsstandorte: Power-to-Gas-to-Power

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

MitarbeiterInnen: Dipl.-Ing. Ulrich-Steffen Altmann

Finanzierung:

Kooperationspartner:
Laufzeit: 01.08.2015 -31.07.2018

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Im Projekt werden verfahrenstechnische Bewertungen für verschiedene Varianten der Langzeitspeicherung überschüssiger (aus nicht regelfähigen regenerativen Stromerzeugern oder aus unzureichend abregelbaren konventionellen Stromerzeugern) vorgenommen. Konsens ist, dass Elektroenergie für große Zeithorizonte vorzugsweise als chemisch gebundene Energie in Gasen gespeichert werden kann.

Es werden folgende Komponenten und verfahrenstechnologischen Varianten für die Stromspeicherung bzw. indirekte Energiespeicherung eines dezentralen regenerativen Energiestandortes vertieft untersucht:

- Überschüssige regenerative Elektroenergie → Elektrolyse/Methanisierung (H_2/CH_4) → Speicherung
- Speicherung in eigenen lokalen Druckbehältern / im Gasnetz)
- Rückverstromungsverfahren: Gasmotor, Gasturbine, Brennstoffzelle
- Erzeugung des Grundstoffes Methanol (keine Rückverstromung)
- Einsatz von überschüssiger Elektroenergie für Heizzwecke, Substitution von Erdgas
- Erzeugung von speicherbarem Sauerstoff für einen Oxyfuel-Block
- Methan-/Methanol-Erzeugung im Kraftwerksbetrieb statt Abregelung der Blöcke
- Einsatz von gespeichertem Methan für die Zünd- und Stützfeuerung in Kraftwerken

4.4.1.8 Ressourcenschonende Technologien zur stofflichen Nutzung heimischer Braunkohle – Teilprojekt Integration in den Energiemarkt (SYNKOPE-flex)

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Tobias Zschunke
Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Ulrike Gocht, Dipl.-Math. (FH) Tom Förster, Dipl.-Ing. Steffen Grusla
Finanzierung: EFRE (SAB)



Kooperationspartner TU Dresden, Institut für Energietechnik, Professur für Wasserstoff- und Kernenergietechnik
 TU Bergakademie Freiberg, Institut für Technische Chemie (TUBAF-ITC)
 TU Bergakademie Freiberg, Institut für Wärmetechnik und Thermodynamik (TUBAF-IWTT)
 Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Institut für Fluidodynamik (HZDR)

Laufzeit: 11/2016 – 10/2019

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Ziel des Gesamtvorhabens ist die Entwicklung einer Braunkohlen-Veredlungstechnologie zu kurzkettingen Paraffinen, die gefragte Ausgangsprodukte in der chemischen Industrie sind.

Das Teilprojekt der HSZG untersucht vor diesem Hintergrund Szenarien zur Bereitstellung der dafür notwendigen Energie. Der Bedarf soll dabei ausschließlich aus CO₂-armen Quellen gedeckt werden, z. B. durch Solarthermie für die Hochtemperaturwärme. Wesentliche Randbedingung des Energieversorgungskonzeptes ist die stabile und sichere Versorgung des Prozesses. Eine möglichst autarke und netzstabilisierende Arbeitsweise der Energieversorgung des Standortes wird angestrebt. Das schließt auch die Einbeziehung ausreichender Speicherkapazitäten ein. In einzelnen Arbeitspunkten des Projektes werden dazu ausgewählte Verfahren zur Nachbildung sowie zur energetischen und ökologischen Bewertung und Optimierung der Prozesse ausgewählt, weiterentwickelt und auf den Braunkohleveredlungsprozess angewandt.

4.4.1.9 Schnelle Berechnung realer Stoffeigenschaften im Programmsystem AC² nach den neuesten Standards der IAPWS (SBRS – AC²)

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Joachim Kretzschmar
 (Fakultät Maschinenwesen)
Mitarbeiter: Dr.-Ing. Matthias Kunick, Dipl.-Ing. Ulrike Gocht, Dipl.-Inf. Jana Hänel

Finanzierung: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Kooperationspartner: Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH

Laufzeit: 01.09.2017 – 31.08.2020

Bearbeitungsstand/Ergebnisse:

Trotz der geplanten Einstellung der kerntechnischen Stromerzeugung zum Jahr 2022 ist es aus deutschen Sicherheitsinteressen notwendig, dass deutschen Behörden auch in Zukunft nationale Kompetenzen auf dem Stand von Wissenschaft und Technik in diesem Bereich zur Verfügung stehen. Für die Simulation der thermohydraulischen Vorgänge in den Kühlkreisläufen im Sicherheitsbehälter von Kernkraftwerken werden heute vor allem Systemcodes genutzt. Für die realitätsnahe Simulation komplexer Prozesse ist unter anderem die Verwendung hochgenauer und gleichzeitig sehr schneller Algorithmen für die Berechnung der thermodynamischen Eigenschaften und Transportgrößen der verwendeten Arbeitsfluide erforderlich.

Ziel des beantragten Vorhabens ist die Weiterentwicklung des Programms ATHLET im Programmsystem AC² durch die Implementierung neuer Stoffwert-Berechnungsalgorithmen für Wasser und Wasserdampf nach den derzeit genauesten Standards der International Association for the Properties of Water and Steam (IAPWS) und dem Spline-Basierten Table Look-Up Verfahren (SBTL). Dadurch wird die Genauigkeit der mit dem Programm ATHLET berechneten Simulationsergebnisse im gesamten Anwendungsbereich erhöht. Zudem wird der Anwendungsbereich auf Prozesse mit Drücken unter 0,1 bar erweitert.

4.4.1.10 Oszillation im Feuerungssystem

Projektleitung: Dipl.-Ing. Ulrich-Steffen Altmann

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Ulrike Gocht

Finanzierung: CombTec GmbH

Kooperationspartner: Lausitz Energie Kraftwerke AG (LEAG)

Laufzeit: 01.07.2017 – 28.02.2018

4.4.2 Versuchsanlagen

4.4.2.1 Holzvergaser BHKW

Am Standort Halle Z VIIb 5 wurde ein Holzvergaser-Blockheizkraftwerk errichtet und im Jahr 2013 feierlich eingeweiht. 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 ($10 \text{ kW}_{\text{th}}$)
- Motor-BHKW ($30 \text{ kW}_{\text{el}}$, $70 \text{ kW}_{\text{th}}$)
- stationäre Gasanalysetechnik
- sensibler Wärmespeicher (Speichervolumen: 2 m^3)
- übergeordnete Anlagenleittechnik



Abb. 4-26: Übersicht des Holzgas-Blockheizkraftwerks

4.4.2.2 Holzhackschnitzel-Trocknungsanlage

Für gezielte Untersuchungen der Effizienz der Biomassetrocknung und des Einflusses des Wassergehalts auf den Vergasungsprozess in der Versuchsanlage Holzvergaser-BHKW (siehe Abschnitt 4.4.2.1) 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
- Wärmerückgewinnungseinheit



Abb. 4-27: Trocknungsanlage für Holzhackschnitzel

4.4.2.3 Testfeld für Wärmespeicher

Im Zittauer Kraftwerkslabor, Standort Friedensstraße befindet sich eine Versuchsanlage zum Test verschiedener thermischer Speicherkonzepte und -Materialien. In diesem Zusammenhang können detaillierte Untersuchungen von Wärme- und Kältespeichern hinsichtlich ihres dynamischen Verhaltens, ihrer Leistungsfähigkeit sowie Zyklenstabilität durchgeführt werden. Die derzeitige Ausstattung umfasst:

- Temperiergerät
- Kältespeicher
- Latentwärmespeicher (Paraffin)
- Latentwärmespeicher (Natrium-Acetat)

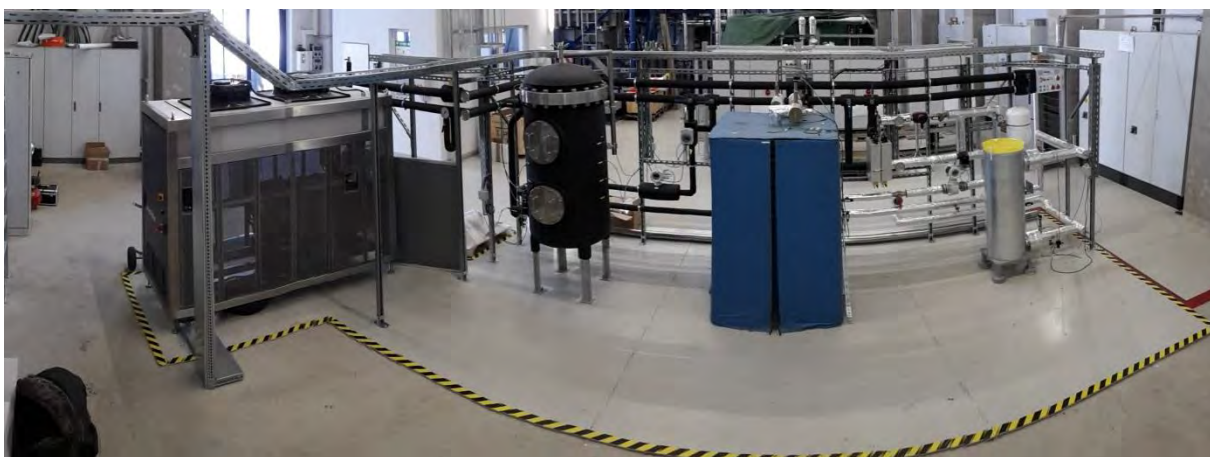


Abb. 4-28: Testfeld für Wärmespeicher

4.4.2.4 Versuchsstand Trocknungskinetik von Schüttgütern

Im Rahmen eines Kooperationsprojektes wurde im Technikum ein kleintechnischer Trocknungsversuchsstand konzipiert und errichtet.

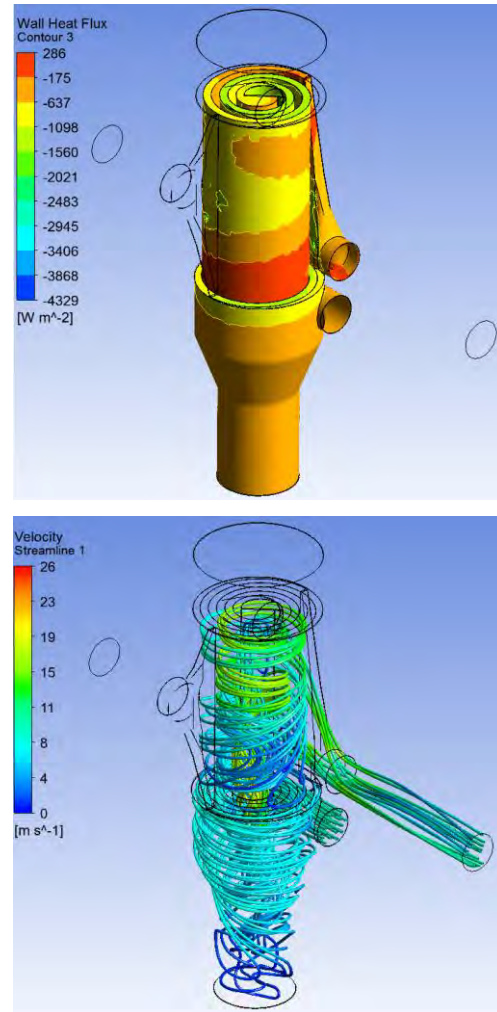


Abb. 4-29: kleintechnischer Trocknungsversuchsstand

Ziel ist es, anhand frei wählbarer Trocknungsparameter, wie Temperatur und Volumenstrom der Trocknungsluft, die Trocknungsgeschwindigkeit von Schüttgütern zu ermitteln.

Durch eine messtechnische Überwachung und Datenaufzeichnung können parallel dazu Effizienzkennziffern ermittelt und in großtechnische Trocknungsanlagen übertragen werden. Ein weiterer Untersuchungsschwerpunkt ist das Thema der Wärmerückgewinnung bei Batch-Trocknungsanlagen. Aufgrund der speziellen Anforderungen kommt hier zukünftig ein eigens entwickelter Spiralwärmeübertrager zum Einsatz, der sich durch gute Wärmeübertragungseigenschaften wie auch eine Unempfindlichkeit gegenüber Verschmutzungen auszeichnet.

4.4.2.5 Mikroverbrennungsreaktor MR 1500 (bis 1500 °C)

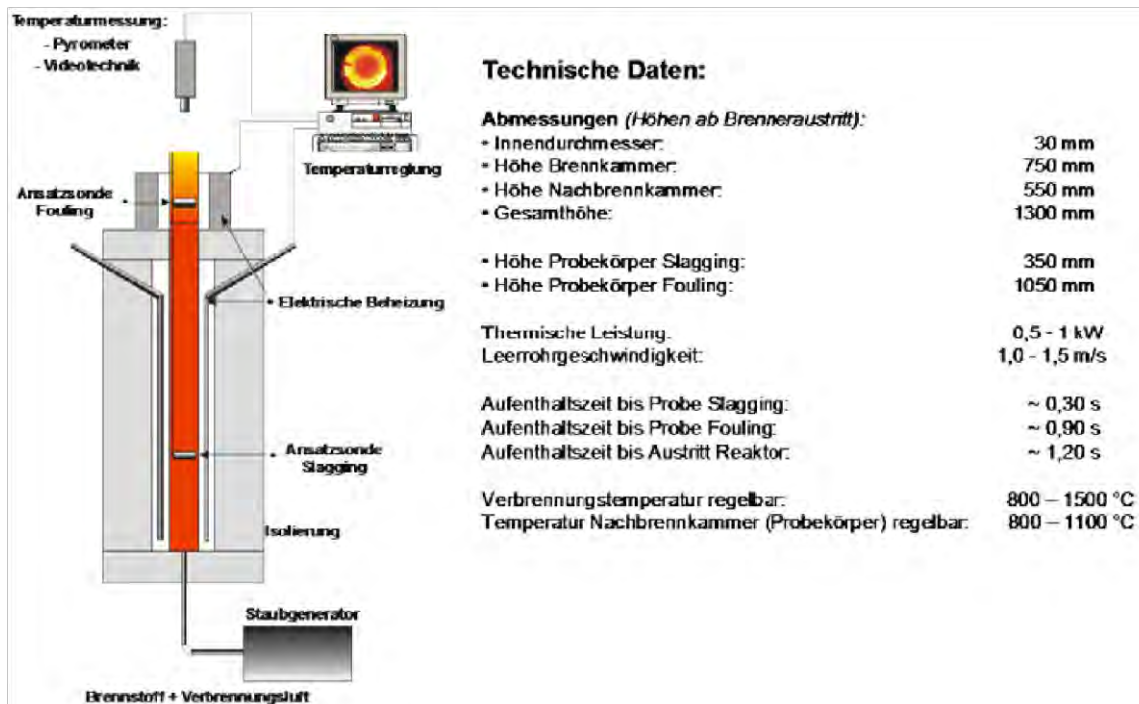
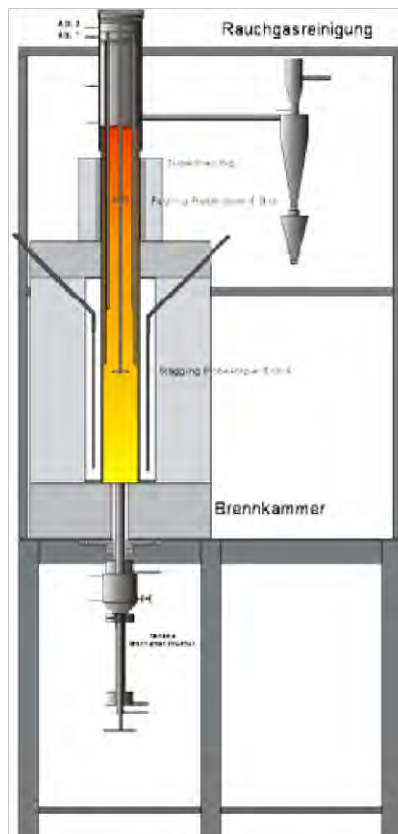


Abb. 4-30: Mikroverbrennungsreaktor MR 1500

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

4.4.2.6 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

Abb. 4-31: Mikrobrennkammer MB 1500

4.4.2.7 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

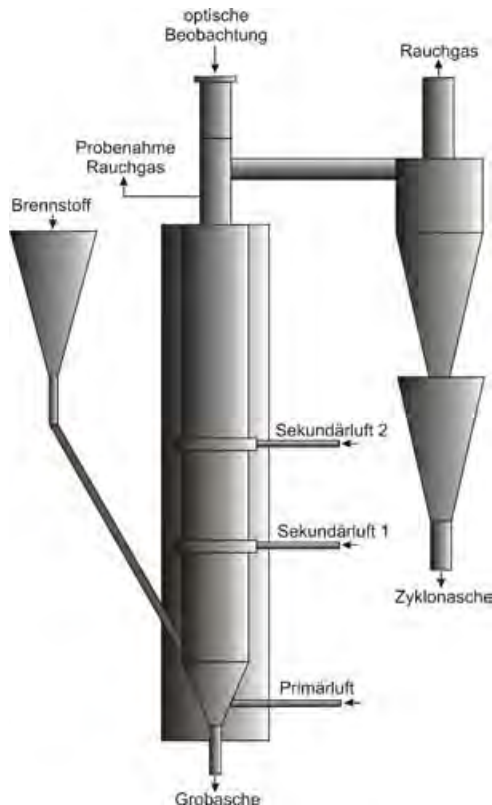


Abb. 4-32: Modell-Zyklonfeuerung ZBK 2

4.4.3 Publikationen

4.4.3.1 Proceedings und Journalbeiträge

Vakalis, S., Moustakas, K., Sénéchal, U., Schneider, R., Salomo, B., Kurz, M., Malamis, D., Sotiropoulos, A., Zschunke, T.: Assessment of Potassium Concentration in Biochar before and after the After-burner of a Biomass Gasifier, C&E Chemical Engineering Transactions Vol. 56, 2017, Online unter www.aidic.it/cet, ISBN 978-88-95608-47-1, ISSN 2283-9216

Zschunke, T., Weidner, M.; Schneider, R.: Tagungsband zum Fachkolloquium „Biomass to Power and Heat 2017“ der Hochschule Zittau/Görlitz, ISBN 978-3-941521-26-1, Zittau

Schneider, R., Weidner, M.: Parametervariation Reformerrost am Holzvergaser-BHKW des TCV, Forschungsbericht, August 2017

Schneider, R., Pohl, R., Weidner, M., Titze, E., Sénéchal, U., Zschunke, T.: 2. Zwischenbericht zum SAB-Projekt Nr. 100231464 (THERMOCHEMISCHES VERSUCHSFELD (TCV) III, Thermochemische und fluiddynamische Optimierung einer Biomasse-Festbettvergasung mit BHKW), August 2017

Schneider, R., Pohl, R., Sénéchal, U., Zschunke, T.: Katalytische Vergasungsversuche am Holzvergaser-BHKW des TCV, Forschungsbericht, Januar 2017

4.4.3.2 Vorträge

Zschunke, T., Schneider, R.: Analysis of a wood chip gasifier in a thermochemical test area, Vortrag zum Symposium „Optimization of wood-based process chains in small scale forestry in Eastern Africa“, Dresden, 22.08.2017

Weidner, M.: Rückstände von Holzvergasungsanlagen – erste Bewertungen analytischer Untersuchungen, Vortrag zum FEE-Herstellertreffen, Fulda, 07.07.2017

Zschunke, T., Spindler, H., Sénéchal, U., Schneider, R.: Katalytische Vergasungsversuche am Holzvergaser-BHKW des TCV, Vortrag zum Fachkolloquium „Biomass to Power and Heat 2017“, Zittau, 01.06.2017

Schneider, R., Böhm, C.: Wie wirtschaftlich sind Anbau und Verwertung von Energieholz aus Agroforstwirtschaft in einem südbrandenburgischen Landwirtschaftsbetrieb? In: Böhm, C. (Hrsg.): Bäume in der Land(wirt)schaft – von der Theorie in die Praxis, Tagungsband zum 5. Forum Agroforstsysteme, ISBN 978-3-940471-27-7, Cottbus, März 2017

4.4.4 Betreuung von Promovenden

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

Treppe, K.: Physikalisch modifizierte Stärke: Thermische Behandlung von Kartoffelstärke die resultierenden Eigenschaften in wässriger Umgebung, Dissertation, TU Dresden, 2017

4.4.5 Ausgewählte Abschlussarbeiten von Studierenden

Thema 1: **Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Blockheizkraftwerken und Photovoltaikanlagen in kommunaler Nutzung (Diplomarbeit)**

BearbeiterIn: Tino Jautze

BetreuerIn: Dipl.-Ing.(FH) Bert Salomo

Auftraggeber: Gemeinde Mittelherwigsdorf

Thema 2: **Methodenentwicklung zur ökonomischen Vergleichbarkeit von konventionellem Ackerbau und Agroforstsystemen auf Betriebsebene (Masterarbeit)**

BearbeiterIn: Julius Werwoll

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

Thema 3: **Energetische Bewertung eines Wirbelrohrwärmeübertragers in einem Laborversuchsstand zur Biomassetrocknung (Projektarbeit)**

BearbeiterIn: Barbora Zezulova

BetreuerIn: Dipl.-Ing.(FH) Bert Salomo

Thema 4: **Machbarkeitsstudie zur energetischen Verwertung von Holzvergaserrückständen (Projektarbeit)**

BearbeiterIn: Martin Kurz

BetreuerIn: Dipl.-Ing.(FH) Mareike Weidner, Dipl.-Ing. Andreas Sturm (CombTec GmbH)

Thema 5: **Erfassung und Darstellung der thermischen Verluste am bestehenden Holzvergaser-BHKW im Rahmen des Forschungsprojektes „TCV“ am Standort der HSZG (Projektarbeit)**

BearbeiterIn: Lukas Stöckmann

BetreuerIn: Dipl.-Ing.(FH) Roman Schneider, Dr.-Ing. Ulf Sénéchal

Thema 6: **Erfassung des Potentials für die Umstellung der Wärmeversorgung im Süden der Stadt Zittau (Projektarbeit)**

BearbeiterIn: Thomas Grabowsky

BetreuerIn: Dipl.-Ing.(FH) Bert Salomo

Auftraggeber: Stadtwerke Zittau

4.5 Messen und wissenschaftliche Veranstaltungen

Datum	Thema/Bezeichnung	Veranstalter
09.-12.05.2017	Europawoche im Zittauer Kraftwerkslabor	Europäische Union
17.-18.05.2017	48. Jahrestagung Kerntechnik, Berlin	Kerntechnische Gesellschaft e. V. (KTG) Deutsches Atomforum (DAtF)
31.05.-01.06.2017	Biomass to Power and Heat 2017	Hochschule Zittau/Görlitz
28.06.-08.07.2017	25th International Conference on Nuclear Engineering (ICONE 25) in Shanghai, China	American Society of Mechanical Engineers ASME
05.-06.09.2017	11. Workshop Magnetlagertechnik Zittau-Chemnitz	TU Chemnitz/Hochschule Zittau/Görlitz
21.09.2017	Workshop "Lokale Effekte im DWR-Kern infolge von Zinkborat-Ablagerungen nach KMV"	TU Dresden
17.-18.10.2017	49. Kraftwerkstechnisches Kolloquium in Dresden	TU Dresden
25.-26.10.2017	Oberlausitzer Energie-Symposium 2017	Hochschule Zittau/Görlitz
07.12.2017	Doktorandenseminar des Kompetenzverbundes Ost für Kerntechnik in Dresden	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf
02.-04.12.2017	6th International Conference on Power Science and Engineering (ICPSE) Sankt Petersburg, Russland	International Conference on Power Science and Engineering

4.6 Pressemitteilungen

4.6.1 Europawoche im Kraftwerkslabor - Ein voller Erfolg

Am 08. Mai fand am Standort der Stadtwerke Zittau GmbH das Statusseminar zu den aktuellen Forschungsprojekten im Zittauer Kraftwerkslabor (ZKWL) der Hochschule Zittau/Görlitz im Beisein der Sächsischen AufbauBank (SAB), des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (SMWA) und der Stadtwerke Zittau statt.



Abb. 4-33: v. l. Prof. T. Zschunke (Prorektor Forschung), S. Thie (SMWA), F. Schäfer (SMWA), Prof. A. Kratzsch (Direktor IPM)



Abb. 4-34: Statusseminar zu den aktuellen Forschungsprojekten im Zittauer Kraftwerkslabor (ZKWL)

Im Anschluss des Seminars eröffnete Herr Florian Schäfer, Referatsleiter Energie im SMWA, die Europawoche 2017. Er hob in seiner Ansprache die besondere Bedeutung der Europäischen Union für die Förderung von Forschungsvorhaben im Freistaat Sachsen hervor.



Abb. 4-35: Eröffnung der Europawoche durch Florian Schäfer (SMWA)

Anschließend besichtigten die Teilnehmer die Versuchsanlagen des ZKWL. Projektmitarbeiter erläuterten die Funktionsweisen und Möglichkeiten der thermischen Energiespeicheranlagen (THERESA), des Magnet- und Fanglagerversuchsstandes (MFLP) sowie des Thermochemischen Versuchsfeldes (TCV).



Abb. 4-36: Besichtigung der Versuchsanlagen des ZKWL

Die Versuchsanlage THERESA ermöglicht die Nachbildung und Analyse thermischer Kreisprozesse hinsichtlich wissenschaftlicher Fragestellungen zur Flexibilisierung von thermischen Energieanlagen.

Der Versuchsstand MFLP dient der Untersuchung des Verhaltens eines magnetgelagerten Rotors bei Einsatzbedingungen in Dampfatmosfera bis 3 bar und 250 °C. Die Magnetlagerung ermöglicht eine starke Reduktion von Reibungsverlusten, welche bei hydrodynamischer Lagerung durch Ölkühler abgeführt werden muss.

Das Versuchsfeld TCV besteht aus einer Wärme- und Kältespeichertestanlage mit insgesamt drei Testplätzen (1x Kältespeicher und 2x Wärmespeicher). Der installierte Kältespeicher gewährleistet die Untersuchungen an verschiedensten Schüttungen und die Erfassung von Volumenstrom, Ein- und Austrittstemperaturen, Druckverluste sowie Temperaturen innerhalb der Schüttungen.

Im Zuge der Europawoche (09.05.-12.05.17) herrschte reger Besucherverkehr im Zittauer Kraftwerkslabor. Unter anderem waren Birgit Benz und Dr. Gretel Wittenburg von der Zentrale EU Serviceeinrichtung Sachsen (ZEUSS) zu Gast. Weiterhin konnten Herr Steve Kazalla vom Sächsischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK), Frau Mandy Schipke und Herr Lukas Rohleder von Energy Saxony e. V., die Teilnehmer der Mitteldeutschen Regionalkonferenz der Wirtschaftsunioren MiRko 2017 sowie interessierte Bürger begrüßt werden.



Abb. 4-37: v. l. Dr. C. Schneider (IPM), S. Kazalla (SMWK), Prof. A. Kratzsch (IPM), M. Schipke (Energy Saxony), L. Rohleder (Energy Saxony)

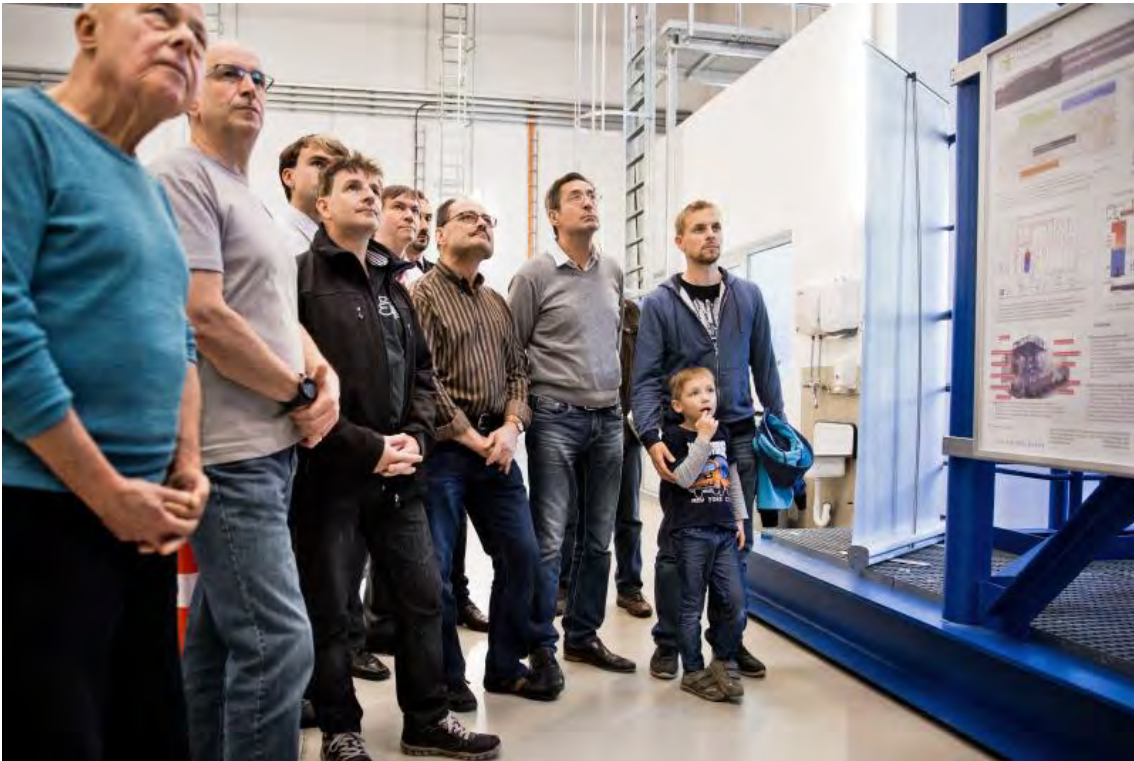


Abb. 4-38: Mitarbeiter des HSZG bei der Besichtigung des ZKWL

Darüber hinaus fanden Führungen durch das Kraftwerkslabor für StudentInnen, ehemalige sowie gegenwärtige MitarbeiterInnen der Hochschule Zittau/Görlitz und für StudentInnen der Chinesisch-Deutschen Hochschule für Angewandte Wissenschaften (CDHAW) statt.



Abb. 4-39: Führung von Studierenden durch das ZKWL

Neben den Besichtigungen der Versuchsanlagen kam es am Rande der Europawoche zu einer Vielzahl interessanter Gespräche, die für die zukünftigen Aktivitäten der

Hochschule Zittau/Görlitz, insbesondere für Forschung und Entwicklung im Bereich der Energieeffizienz, von wesentlicher Bedeutung sind.

Ein besonderer Höhepunkt der Europawoche war der Besuch des Kindergartens „Kleine Stadtentdecker“. Spielerisch wurde der Wasser-Dampf-Prozess an einer kleinen Dampfmaschine erklärt. Die Kleinen zeigten begeistert Interesse an den Versuchsanlagen und wendeten sich mit ihren Fragen neugierig an die Projektmitarbeiter. Dass der Arbeitsalltag von IngenieurInnen nicht so langweilig ist, wie vielleicht gedacht, zeigt unser Wissenschaftler Christian Vogel, der automatisierte Lego Mindstorms-Fahrzeuge für die Kita-Gruppe vorbereitet hatte. Nach so vielen interessanten Eindrücken haben wir vielleicht Interesse für ein Studium an der Hochschule Zittau/Görlitz im MINT-Bereich geweckt.



Abb. 4-40: Besuch des Kindergartens „Kleine Stadtentdecker“

Das IPM als Veranstalter der Europawoche im Zittauer Kraftwerkslabor bedankt sich herzlich bei allen Besuchern und allen Unterstützern, die zu dem interessanten Austausch beigetragen haben.



Abb. 4-41: Besucher des ZKWL im Rahmen der Europawoche 2017

4.6.2 Neuer Projektmanager am IPM

Herr Dr. Clemens Schneider ist neuer Projektmanager des Instituts für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik (IPM) der Hochschule Zittau/Görlitz.

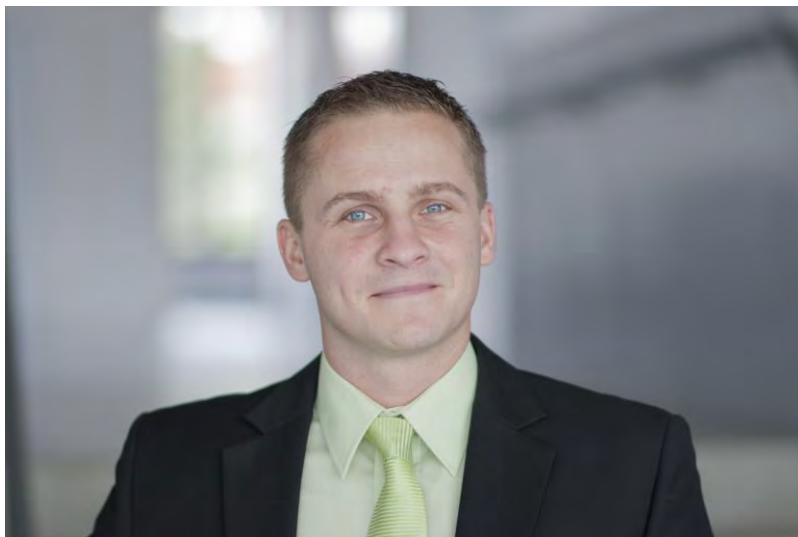


Abb. 4-42: Projektmanager des IPM Dr.-Ing. Clemens Schneider

Damit steht er dem größten Forschungsinstitut der Hochschule Zittau/Görlitz seit 1. Mai 2017 zur Unterstützung der Fachgebietsleiter für die Projektakquise, Organisation fachgebietsübergreifender Aufgaben, Vertretung des Instituts nach innen und außen und zur Unterstützung des Institutsdirektors zur Verfügung.

Bereits seit 2009 ist Dr. Schneider am Institut tätig und hat somit umfangreiche Kenntnisse und Erfahrungen auf wissenschaftlicher, organisatorischer und betriebswirtschaftlicher Ebene erwerben können. Neben seiner Funktion als neuer

Projektmanager ist Dr. Schneider innerhalb des Graduiertenkollegs „Neue Systeme zur Ressourcenschonung“ als Post-Doc und Sprecher der Doktoranden tätig.

Die Fachgebietsleiter freuen sich auf die gemeinsame Zusammenarbeit und wünschen dem frisch gebackenen Projektmanager viel Erfolg.

4.6.3 Das IPM auf der Jahrestagung Kerntechnik 2017

Im Zeitraum vom 16. bis 17. Mai 2017 fand in Berlin die 48. Jahrestagung Kerntechnik (48th Annual Meeting on Nuclear Technology, AMNT) statt (Abb. 4-43). Im Rahmen der feierlichen Eröffnung dieser jährlich stattfindenden Veranstaltung formulierte Dr. Ralf Güldner, Präsident des Deutschen Atomforums (DAtF) u. a., dass national das Risiko eines Kompetenzverlustes auf dem Gebiet der Kerntechnik besteht. International ist jedoch eine ungebrochen hohe Nachfrage nach deutschen Sicherheitsexpertisen gegeben. Es gelte also, bestehende Kompetenzen noch über einen langen Zeitraum zu erhalten und zu nutzen. Ein neues Kompetenzzentrum für kerntechnische Sicherheit könnte hier eine Lösung bieten.



Abb. 4-43: Plenarsitzung der Jahrestagung Kerntechnik 2017

Nach der Plenarsitzung wurden zahlreiche Fachvorträge zu Themen aus Forschung, Entwicklung und Anwendung der Kernenergie abgehalten. Auch das Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) der Hochschule Zittau/Görlitz (HSZG) leistete hierzu einen Beitrag: In den Vorträgen von Dr. André Seeliger (HSZG/IPM) und Dr. Ulrich Harm (TUD) wurde der aktuelle Status des Projektes "Lokale Effekte im DWR-Kern infolge von Zinkborat-Ablagerungen nach KMV" vor dem Fachpublikum vorgestellt und diskutiert. Besagtes Projekt der nuklearen Sicherheitsforschung ist mittlerweile eines von vielen, die in bewährter Kooperation des IPM mit der TU Dresden (TUD) und dem Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) bearbeitet wurden und werden.



Abb. 4-44: Gemeinschaftsstand des Kompetenzverbunds Kerntechnik

Großen Anklang fand auch der erstmalig auf der AMNT präsente Gemeinschaftsstand des Kompetenzverbunds Kerntechnik mit Beteiligung des Kompetenzzentrums Kerntechnik Ost (KompOst; siehe Abb. 4-44). Er machte sichtbar, dass man hier den Weg der generationenübergreifenden Wissensvermittlung und Innovationsförderung auf kerntechnischen Gebiet schon längst fortsetzt, auch wenn die Kernenergie selbst nur noch bis zum Jahr 2022 an der nationalen Stromerzeugung beteiligt sein wird. Das IPM als interdisziplinär orientiertes Institut hat die Herausforderungen der damit einhergehenden Energiewende längst erkannt und entsprechende neue Aufgabengebiete erschlossen. Parallel hierzu werden seine langjährigen Bestrebungen, kerntechnische Kompetenzen zu wahren, anzuwenden und zu vermitteln, unvermindert fortgesetzt.

Die Untersuchungen im Projekt „Lokale Effekte im DWR-Kern infolge von Zinkborat-Ablagerungen nach KMV“ werden gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie unter den Fkz. 150 1491 und 150 1496.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

4.6.4 IPM-Mitarbeiter in Shanghai (ICONE25)

Im Juli 2017 fand in Shanghai die International Conference On Nuclear Engineering (ICONE25) unter dem Motto „Nuclear Power – Clean, Safe and Reliable Energy“ statt. Die ICONE ist eine der wichtigsten Konferenzen auf dem Gebiet der Kerntechnik und jährte sich dieses Jahr zum 25. mal. Es wurden zahlreiche Fachvorträge zu aktuellen Themen aus Forschung und Entwicklung sowie für Anwendungen im kerntechnischen Bereich präsentiert. Zudem wurde von Vertretern aus Industrie und Politik in mehreren Plenarsitzungen der Beitrag der Kernenergie für die Lösungen der weltweiten Energieproblematik unter Berücksichtigung der vereinbarten Klimaziele (CO₂-Ausstoß) diskutiert und erörtert.



Abb. 4-45: Daniel Fiß auf der ICONE 25

Im Rahmen der Fachvortragsreihe „Student Paper Competition“ stellte Herr Fiß, Forschungsmitarbeiter am Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) in der Forschungsgruppe von Prof. Kratzsch, die aktuellen Arbeitsergebnisse zum Verbundvorhaben „Grundlegende F&E-Arbeiten zu Methoden der Zustandsüberwachung von Transport- und Lagerbehältern für abgebrannte Brennelemente und wärmeentwickelnde hochradioaktive Abfälle bei verlängerter Zwischenlagerung“ (Kurztitel: DCS-Monitor) vor. Das Vorhaben wird gemeinsam mit der AREVA-Stiftungsprofessur für bildgebende Messverfahren für die Energie- und Verfahrenstechnik der TU Dresden bearbeitet.

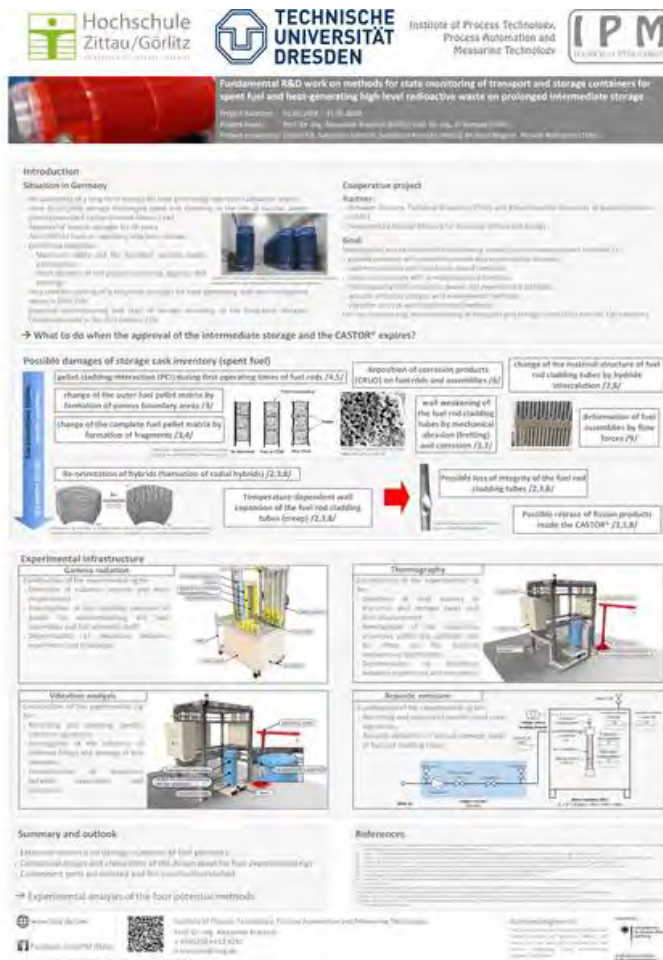


Abb. 4-46: ICONE25-Poster zum Verbundvorhaben DCS-Monitor

Neben dem Vortrag gab es weiterhin die Möglichkeit, die aktuellen Projektergebnisse in einer Postersession zu präsentieren. Das Poster des IPM wurde mit dem „Best Poster Award“ für den besten europäischen Beitrag ausgezeichnet.



Abb. 4-47: Verleihung der „Best Poster Awards“

Herr Fiß nutzte die Möglichkeit, die bisherig im Verbundvorhaben DCS-Monitor erzielten Ergebnisse zu präsentieren und so die Kompetenzen des IPM im kerntechnischen Bereich und auf dem Gebiet der Zustandsüberwachung darzustellen sowie das Interesse bei internationalen Firmen und Institutionen zu wecken. Sehr interessant waren neben den Fachvorträgen der Konferenz die persönlich geknüpften Kontakte, um mögliche internationale Forschungskooperationen anzubahnen und Wissen auszutauschen.

Das Verbundvorhaben DCS-Monitor wird durch das BMWi gefördert.

4.6.5 11. Workshop Magnetlagertechnik in Chemnitz

Schon zum elften Mal fand in diesem Jahr der Workshop „Magnetlagertechnik“ statt. Anfang September trafen sich an der TU in Chemnitz Experten der Technischen Universitäten Chemnitz und Dresden, der Hochschule Zittau/Görlitz und verschiedener Unternehmen, um neueste Ergebnisse ihrer Arbeiten auf dem Gebiet vorzustellen, Erfahrungen auszutauschen und über neue Projekte zu diskutieren. Anwendungen im Hochtemperaturbereich standen dabei ebenso im Focus, wie Lösungen zur Erhöhung der Effizienz von Magnetlagern.



Abb. 4-48: Prof. Ralf Werner (TU Chemnitz, 2.v.r.) bei der Erläuterung von Versuchsanlagen während der Laborführung

Werkstoffe und neue Fertigungstechnologien spielen dabei verstärkt eine Rolle. Große Aufmerksamkeit erregte die erste mit einem 3D-Drucker hergestellte Magnetlagerspule. Kupferwicklung und Keramikisolation werden dabei in einem Arbeitsgang von einem 3D Drucker hergestellt.

Der Workshop findet alle zwei Jahre wechselseitig an der HSZG und der TU Chemnitz statt. Zum Abschluss des diesjährigen Workshops hat Prof. Frank Worlitz für 2019 nach Zittau eingeladen.



Abb. 4-49: Teilnehmer am 11. Workshop Magnetlagertechnik

Hintergrund

Der Workshop Magnetlagertechnik hat eine 23-jährige Tradition. Im Jahr 1994 wurde die Veranstaltung an der Hochschule Zittau/Görlitz von dem damals jungen Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik (IPM) ins Leben gerufen. In den 2000er Jahren fand sie dann wechselseitig mit der Universität Kassel statt und danach mit der TU Chemnitz.

Die Forschungsgruppe von Prof. Worlitz am IPM beschäftigt sich seit über 20 Jahren mit Magnetlagern, vornehmlich für Anwendungen im Bereich der Energietechnik. Mit bis zu vierzehn Forschungsmitarbeitern wurden unzählige Projekte aus der Industrie,

aber auch EU- und öffentlich finanzierte Projekte, in dieser Zeit bearbeitet. Mit drei Großversuchsanlagen verfügt das Institut der Hochschule über eine weltweit einmalige experimentelle Basis.

Ergebnisse der Arbeiten waren u. a. die erste magnetgelagerte Kühlmittelpumpe im Kraftwerk Boxberg (Kooperation mit Vattenfall) und die ölfreie Industriedampfturbine (Kooperation mit SIEMENS), die seit April 2015 im Kraftwerk Jänschwalde ihren Dienst verrichtet.

4.6.6 Kraftwerkstechnik Made in Germany

Das Fachgebiet Kerntechnik/Soft Computing und das Fachgebiet Messtechnik/Prozessautomatisierung des Instituts für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM) waren durch Herrn Dr. André Seeliger, Frau Jana Hänel und Herrn Torsten Klette auf dem 49. Kraftwerkstechnischen Kolloquium in Dresden vertreten.



Abb. 4-50: Tagungsnotizen

Das Kraftwerkstechnische Kolloquium (KWTK) ist eine der wichtigsten wissenschaftlichen Veranstaltungen im Bereich der modernen Energie- und Kraftwerkstechnik. Im Jahresrhythmus treffen sich Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, um sich über aktuelle Fragestellungen auf dem Gebiet der Energie- und Kraftwerkstechnik auszutauschen.

Das Fachgebiet Kerntechnik/Soft Computing (KTSC) war mit einem Posterbeitrag zum Thema "Tool zur Diagnose/Prognose des Zustandes von Maschinentransformatoren" vertreten. Inhalt des Beitrages sind die Forschungsergebnisse eines gemeinsamen Projektes der Hochschule Zittau/Görlitz mit der Lausitz Energie Kraftwerke AG (LEAG).



Abb. 4-51: Posterbeitrag zum Thema "Tool zur Diagnose/Prognose des Zustandes von Maschinentransformatoren"

Das Fachgebiet Messtechnik/Prozessautomatisierung (MTPA) war ebenfalls mit einem Posterbeitrag zum Thema „Dynamische Simulation eines Gleichdruckverdrängungsspeichers mit dem Simulationscode ATHLET für die Flexibilisierung thermischer Kraftwerke“ vertreten.

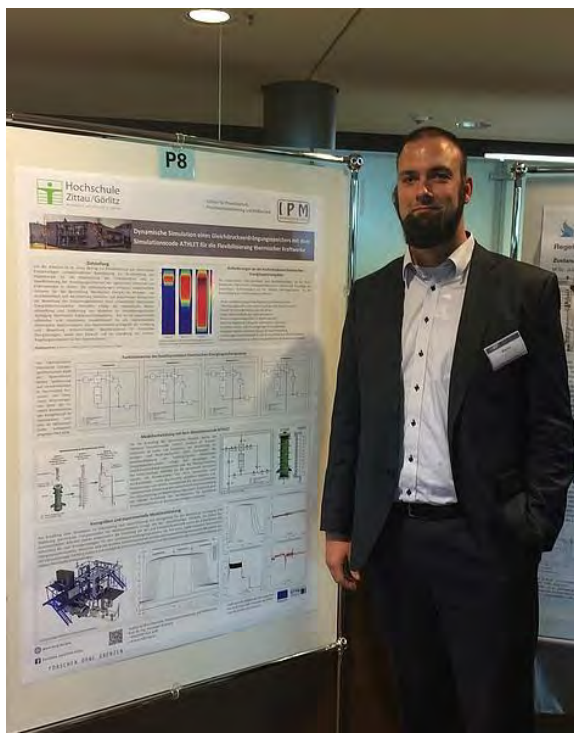


Abb. 4-52: Posterbeitrag zum Thema „Dynamische Simulation eines Gleichdruckverdrängungsspeichers mit dem Simulationscode ATHLET für die Flexibilisierung thermischer Kraftwerke“

Inhalt des Beitrages sind aktuelle Forschungsergebnisse aus dem vom Freistaat Sachsen und der Europäischen Union geförderten Projekt HOTHES (HOchtransientes THERmisches EnergieSpeichersystem für eine anlagenschonende und energieeffiziente Flexibilisierung thermischer Energieanlagen) im Zittauer Kraftwerkslabor. Ziel des Vorhabens ist es, einen Beitrag zur Flexibilisierung von thermischen Energieumwandlungsanlagen durch die Integration thermischer Energiespeichersysteme zu leisten.

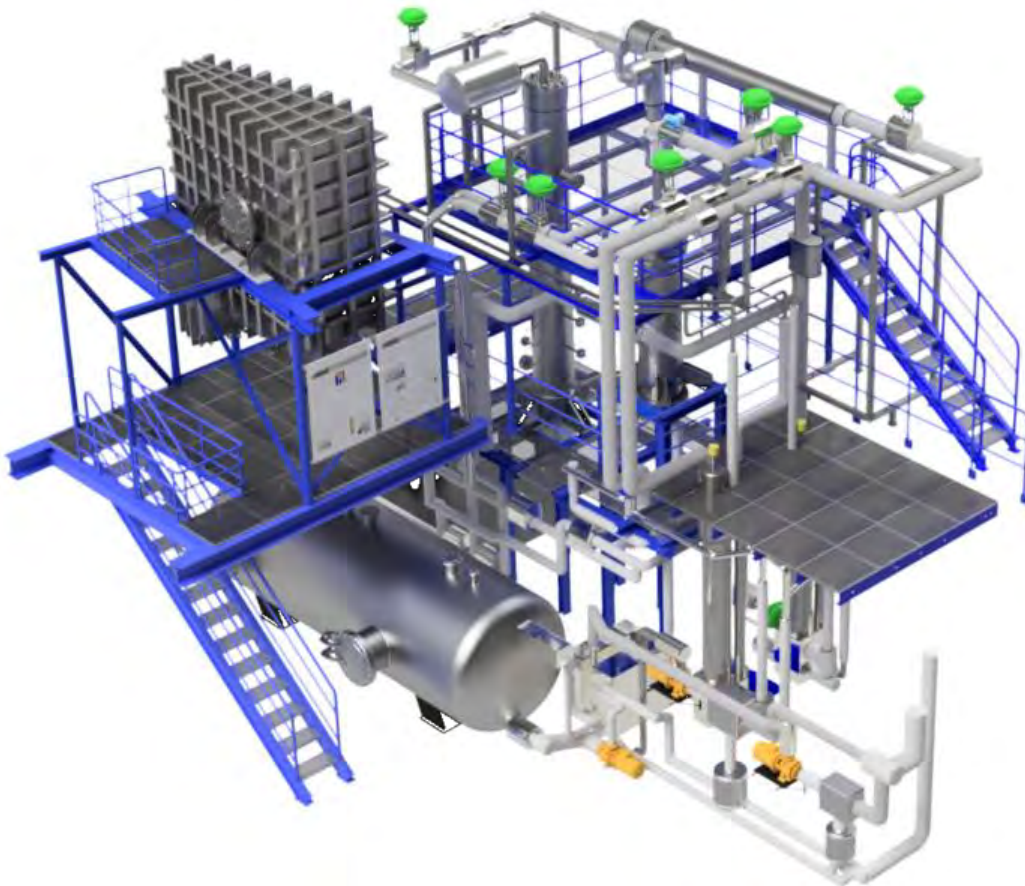


Abb. 4-53: Versuchsanlage THERESA des Zittauer Kraftwerklabors

Eine stark frequentierte Teilveranstaltung des KWTK war das Kernenergetische Symposium. Ein Beitrag von Dr. Holger Kryk (HZDR) (Co-Autor: Dr. Seeliger (IPM)) befasste sich mit chemischen Effekte bei Kühlmittelverluststörfällen in Druckwasserreaktoren (DWR). Der Vortrag referenzierte viele Projekte der nuklearen Sicherheitsforschung, die in bewährter Kooperation des IPM/Fachgebiet KTSC mit der TU Dresden (TUD) und dem Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) bearbeitet wurden. So wurden im Vortrag das Know-how und die Versuchsanlagen im Labor- und im halbtechnischen Maßstab wie z. B. die Zittauer Strömungswanne (ZSW) vorgestellt. Die ZSW wird am IPM aktuell u. a. für Langzeituntersuchungen zu Korrosionsprozessen genutzt, die während eines Kühlmittelverluststörfalls im DWR-Containment auftreten können.

Die zahlreichen, im Anschluss des Beitrags gestellten Fragen ließen den Rückschluss zu, dass die Thematik beim Auditorium auf sehr reges Interesse stieß.

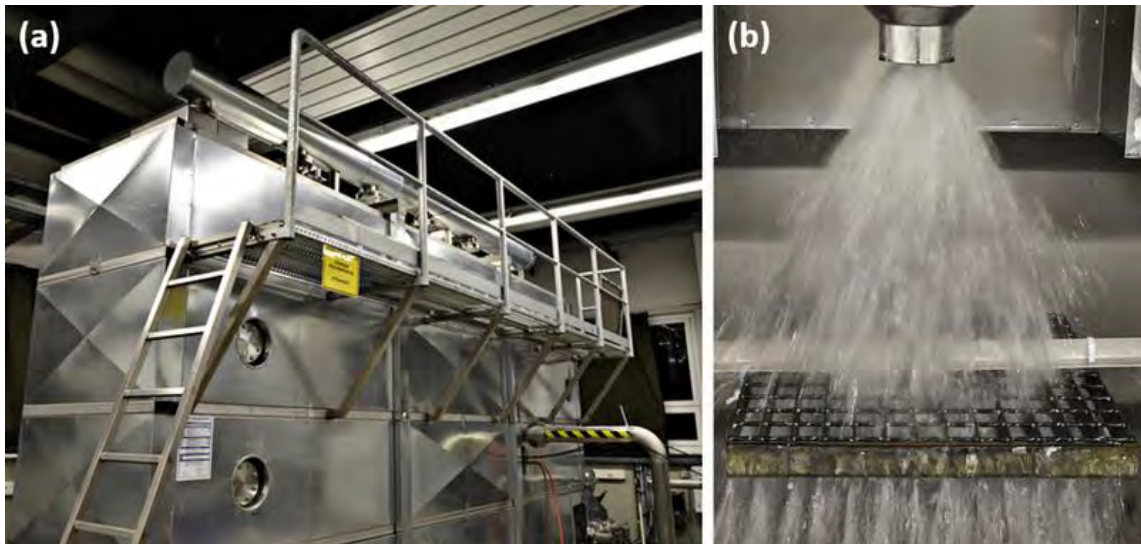


Abb. 4-54: Der Versuchsstand "Zittauer Strömungswanne" des IPM (a) dient u. a. der Analyse von Korrosionsprozessen an metallischen Komponenten, die von einem Leckstrahl beaufschlagt werden (b).

Das 49. Kraftwerkstechnische Kolloquium hat wieder einmal die Forschungs- und Entwicklungsleistung der Branche eindrucksvoll demonstriert. Kraftwerkstechnik Made in Germany.

4.6.7 Weiterer Kesselwärter am IPM

Im September hat Herr Thomas Gubsch die Weiterbildung zum Kesselwärter erfolgreich abgeschlossen. Im Rahmen seiner wissenschaftlichen Tätigkeit im Fachgebiet Messtechnik/Prozessautomatisierung des IPM, arbeitet Herr Gubsch im Forschungsvorhaben „Hochtransientes thermisches Energiespeichersystem für eine anlagenschonende und energieeffiziente Flexibilisierung thermischer Energieanlagen“ an der Entwicklung und experimentellen Qualifizierung thermischer Energiespeichersysteme.



Abb. 4-55: Thomas Gubsch

Die Weiterbildung ist erforderlich, um die überwachungspflichtige Versuchsanlage THERESA im Zittauer Kraftwerkslabor betreiben zu dürfen. Herr Gubsch gehört nun zu einem Team von drei Kesselwärtern an der Versuchsanlage THERESA. Im Rahmen des Forschungsprojektes können jetzt auch die erforderlichen mehrtägigen Langzeitexperimente durchgeführt werden.

Im Rahmen des durch die Hochschule finanziell unterstützten dreiwöchigen Lehrganges wurden Kenntnisse über den sicheren Betrieb, die Wartung und

Instandhaltung von Dampfkesselanlagen und deren sicherheitstechnische Ausrichtungen theoretisch und praktisch vermittelt. Darüber hinaus erfolgte Unterricht mit Bezug zu den gesetzlichen und normativen Vorschriften, wie beispielsweise das Produktsicherheitsgesetz, die Druckgeräterichtlinie und die Technischen Regeln für Betriebssicherheit.



Abb. 4-56: Zwei unserer drei Kesselwärter (li: Herr Klette, re: Herr Gubsch)

Die Institutsleitung gratuliert Herrn Gubsch zur bestandenen Prüfung und wünscht für die weitere Arbeit viel Erfolg.

4.6.8 1. Oberlausitzer Energie-Symposium

Am 25. und 26. Oktober 2017 fand das 1. Oberlausitzer Energie-Symposium mit dem diesjährigen Schwerpunkt "Instandhaltungsmanagement von energietechnischen Komponenten" an der Hochschule Zittau/Görlitz statt, welches durch die Fakultät Elektrotechnik und Informatik und das Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik organisiert wurde.

Die Begrüßung erfolgte durch den Prorektor Forschung, Prof. Tobias Zschunke, welcher insbesondere den Umbruch der Energietechnik im Zusammenhang mit der Oberlausitz und die Hochschule Zittau/Görlitz (als frühere Energiehochschule) mit dem Forschungsschwerpunkt Energie und Umwelt als Partner hervorhob. Der Oberbürgermeister der Stadt Zittau, Thomas Zenker begrüßte die nationalen und internationalen Gäste, letztere kamen aus den Niederlanden, der Schweiz und Österreich, in der Stadt Zittau und hob anschließend die wichtige und notwendige Zusammenarbeit zwischen der Hochschule Zittau/Görlitz und der Stadt Zittau hervor.

Der Leiter Technisches Kraftwerksmanagement der LEAG, Thomas Hörtinger, führte in das Symposium mit dem Plenarvortrag "Die LEAG heute und morgen" ein und stellte damit einen Spagat zwischen Technik - Wirtschaft - Politik und den Zusammenhang mit dem darauffolgenden regionalen Transfer her.



Abb. 4-57: Teilnehmer des 1. Oberlausitzer Energie-Symposium.



Abb. 4-58: Thomas Hörtinger (LEAG) im Gespräch mit dem Oberbürgermeister der Stadt Zittau Thomas Zenker.

Der fachliche Teil des Symposiums bestand aus vier Workshops mit insgesamt 12 Vorträgen und anschließender Diskussion. Zusätzlich konnten in den Pausen noch 14 Posterbeiträge direkt am Poster besprochen werden.

Neben den Themengebieten des Risikomanagements, der Zustandsbewertung sowie der technischen Diagnostik wurde ebenso ein Schwerpunkt den Themenkreisen Industrie 4.0 und IT-Sicherheit gewidmet.

Die abschließende Sitzung zum Thema "Marktorientierte Instandhaltung" wurde von Ton Duijn, Head Asset Performance & Optimisation at Vattenfall mit einem Vortrag zur Umsetzung eines zertifizierten Asset Managementsystems in der Praxisanwendung

eröffnet und danach zur Diskussion mit den Teilnehmern gestellt. Die Moderation erfolgte durch Jörg Heidig.

Bei der Abendveranstaltung im Schlosshotel Althörnitz konnten bei angenehmer Atmosphäre die Inspirationen des Tages in Gesprächen ausgetauscht werden.

Höhepunkt des Abends war die Auszeichnung mit dem Hans-Joachim Hildebrand-Preis 2017 durch den Rektor Prof. Friedrich Albrecht. Er wurde in diesem Jahr Dr.-Ing. Matthias Kunick, Fakultät Maschinenwesen, für seine herausragenden wissenschaftlichen Leistungen in seiner Dissertation verliehen.

Prof. Wolfgang Kästner vom Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik und Prof. Stefan Kornhuber, Fakultät Elektrotechnik und Informatik, führten als Veranstalter durch das Programm. Ein Dank gilt den Sponsoren IPS, ABB, Camlin Power, LEAG, Starke Mineralöl Werke und allen Beitragenden. Ein besonderer Dank gilt Dr. Stefan Kittan als Organisator und unseren KollegInnen, welche die erfolgreiche Durchführung der Veranstaltung ermöglichten.

Während des zweitägigen Oberlausitzer Energie-Symposiums wurden aktuelle Fragestellungen der vier Schwerpunkte diskutiert. Dabei konnten die Teilnehmer aus den verschiedenen Disziplinen die Impulse besprechen sowie Ideen und Lösungskonzepte entwickeln und Kontakte knüpfen. Die Gäste waren sich einig, dass Zittau als Tagungsort sehr repräsentativ und die Hochschule Zittau/Görlitz ein würdiger Gastgeber für eine solche wissenschaftliche Veranstaltung ist.

Das Oberlausitzer Energie-Symposium wird 2019 fortgesetzt und sich wiederum einem aktuellen Schwerpunktthema widmen. Das Ziel ist, damit eine Plattform für den Dialog von Wissenschaft und Wirtschaft zu aktuellen Fragestellungen zu schaffen.

Fotos: Carla Schmidt

4.6.9 Erste Resonanz auf das Oberlausitzer Energie-Symposium 2017

Im Rahmen der Fachveranstaltung Oberlausitzer Energie-Symposium 2017 zum Thema „Instandhaltungsmanagement“ wurden Kontakte zum Bereich „Instandhaltungsmanagement Kraftwerke“ der LEAG geknüpft.

Ein erstes Ergebnis ist der Besuch von Kollegen der LEAG am Hochschulstandort Zittau und die Besichtigung des Zittauer Kraftwerkslabors (ZKWL) sowie des Energietechnischen Kabinetts (ETK) der Hochschule am 21.11.2017.

Im ZKWL wurde seitens des IPM über die aktuellen Aktivitäten in der Drittmittelforschung auf dem Gebiet Energie & Umwelt informiert. Schwerpunkte der Besichtigung bildeten die Versuchsstände zur Energiespeicherung (THERESA und TCV) sowie der Versuchsstand zur Magnetlagertechnik (MFLP).

Neben den technologischen Fragestellungen wurden auch Aspekte der Instandhaltung diskutiert.

Die Veranstaltungen dienen dem Informationsaustausch und leisten einen Beitrag, die Zusammenarbeit von Wirtschaft und Wissenschaft zu vertiefen.

Laborleiter Herr Klette (links) führt die Gäste der LEAG durch das Zittauer Kraftwerkslabor



Abb. 4-59: Laborleiter Torsten Klette (links) führt die Gäste der LEAG durch das Zittauer Kraftwerkslabor

4.6.10 IPM präsentiert Forschungsergebnisse in Russland

Vom 02. bis 04. Dezember 2017 fand im Russischen Sankt Petersburg die „6th International Conference on Power Science and Engineering (ICPSE)“ statt, auf denen zahlreiche Fachvorträge zu aktuellen und internationalen Themen aus Forschung, Entwicklung und Anwendung der Energietechnik präsentiert wurden.

Der Direktor des Instituts für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik (IPM) Prof. Alexander Kratzsch sowie die Mitarbeiter Torsten Klette und Dr. Clemens Schneider stellten die Tätigkeiten des IPM und ihre Arbeiten im Bereich der thermischen Energiespeichersysteme für großtechnische Anwendungen vor.



Abb. 4-60: Teilnehmer der „6th International Conference on Power Science and Engineering (ICPSE)“

Die ICPSE zielt auf den internationalen akademischen Austausch und die Zusammenarbeit im Bereich Energietechnik ab und bietet Forschern auf der ganzen Welt die Möglichkeit, Ideen und neueste theoretische und anwendungsorientierte Forschungsergebnisse auszutauschen.

Im Rahmen der ICPSE wurden parallel die 6th International Conference on Mechatronics and Control Engineering (ICMCE) und die 4th International Conference on Mechanical Properties of Materials (ICMPM) veranstaltet, auf denen Forschungsarbeiten zu den Themen Mechatronik und Materialwissenschaften vorgestellt wurden.

Die stark internationale Ausrichtung der Konferenzen umfasste einen Teilnehmerkreis aus Island, Irland, Russland, Kasachstan, Türkei, Pakistan, China, Malaysia, Dänemark, Südkorea, Finnland, Indonesien, Spanien, Südafrika, Taiwan, Brasilien, Algerien, Polen, Tschechien und Deutschland. Die Mitarbeiter des IPM waren als einzige Vertreter Deutschlands auf der Konferenz präsent.

Während der Gespräche mit Teilnehmern aus unterschiedlichen energietechnologischen Anwendungsfeldern wurden globale Herausforderungen der Energieversorgung und mögliche Lösungsansätze und Schnittmengen diskutiert.

Das IPM präsentierte sich mit zwei Vorträgen und trug somit zum Programm der Konferenzen bei.



Abb. 4-61: Torsten Klette während seines Vortrages

Torsten Klette stellte in seinem Vortrag zum Thema „Model development and dynamic simulation of a thermal high-performance storage system with the simulation code ATHLET to increase the flexibility of thermal power plants“ Ergebnisse zur Modellentwicklung und zur dynamischen Simulation des Verhaltens von Mischvorwärmer und thermischem Energiespeicher im Zusammenhang mit experimentellen Ergebnissen aus der Versuchsanlage THERESA des Zittauer Kraftwerkslabors vor. Die Untersuchungen erfolgten im Rahmen des EFRE-geförderten Vorhabens „Hochtransientes Thermisches Energiespeichersystem für eine anlagenschonende und energieeffiziente Flexibilisierung thermischer Energieanlagen – HOTHEs“.



Abb. 4-62: Dr. Clemens Schneider während seines Vortrages

In seinem Vortrag zum Thema "Methods to increase the flexibility of Power Plant Processes by the Implementation of Thermal Energy Storages" stellte Dr. Clemens Schneider die Arbeiten im Rahmen des ESF-geförderten Graduiertenkollegs "Neue Systeme zur Ressourcenschonung" in Kooperation mit dem EFRE-geförderten Vorhaben „Hochtransientes Thermisches Energiespeichersystem - HOTHES“ vor. Darin wurden die Konzepte zur Flexibilisierung thermischer Energieanlagen durch die Einbindung entsprechender Energiespeicher aufgezeigt, um Lastschwankungen aufgrund volatiler Einspeisung aus alternativen Energiequellen zu kompensieren.

Durch die Teilnahme an den Veranstaltungen verdeutlichte das IPM, dass die Hochschule Zittau/Görlitz als Standort für Lehre und Forschung in der Energietechnik auf internationaler Ebene Beachtung findet.

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 (HZDR)
Hitachi Power Europe GmbH, Duisburg
Innotas Elektronik GmbH, Zittau
Jeumont S.A., Frankreich
KEW Kunststoffzeugnisse GmbH, Wilthen
KKW Brunsbüttel
KKW Gundremmingen
KKW Krümmel
KKW Philippsburg
KKW Unterweser
Lausitz Energie Kraftwerke AG (LEAG)
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
ULT-Umwelt-Lufttechnik AG
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