



Hochschule
Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SACHSEN



Diese Maßnahme wird
mitfinanziert durch
Steuermittel auf Grundlage
des von den Abgeordneten
des Sächsischen Landtags
beschlossenen Haushaltes.

Foto: Tobias Ritz



**Forschungsprojekte der HSZG 2020 – 2023,
gefördert aus sächsischen Landtagsmitteln
für die Forschungsförderung an HAW**

Eröffnung des Wissenschaftsjahres
der Hochschule Zittau/Görlitz am 11. Oktober 2023

FORSCHEN_OHNE_GRENZEN

Inhaltsverzeichnis

Die Poster sind geordnet nach Grundeinheiten der HSZG (aktive In-Institute und Fakultäten) aufgeführt.

Überblick PF/RF (Prorektor Forschung/Stabsstelle Forschung)

IPM (Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik)

- Entwicklung eines Workflows zum Einsatz von KI für bildbasierte industrielle Inspektionsaufgaben
- Untersuchung zur thermischen Verwertung von wasserdampfgesättigten Synthesegasen
- Weiterentwicklung eines Software-Tools für die Anwendung von Künstlicher Intelligenz in Lehre, Forschung und Wirtschaft
- Digitalisierung landwirtschaftlicher Prozesse (DigiFarm)

ZIRKON (Zittauer Institut für Verfahrensentwicklung, Kreislaufwirtschaft, Oberflächentechnik, Naturstoffforschung)

- Diffusion von niedermolekularen Substanzen in Silikonelastomeren
- Entwicklung eines Biofilters zur Reduktion des Nährstoffgehaltes von Bodensuspensionen („P-Biofilter“)
- Mikropartikel Gummi in Böden

TRAWOS (Institut für Transformation, Wohnen und soziale Raumentwicklung)

- Soziale und kulturelle Innovationen im nachhaltigen Strukturwandel der Lausitz
- Transformatives Land? Erneuerungspotenziale, -praktiken und -allianzen in Strukturwandelregionen aus Sicht von Frauen

F-M (Fakultät Maschinenwesen)

- Bestimmung der thermophysikalischen Stoffdaten von Phasenwechselmaterialien (PCM-Prop2)
- Adaptive Profilgeometrie an vertikalen Windturbinen (SmartWingVAWT)
- Verifizierung der natürlichen Strahlenexposition infolge von Thoron und Radon – Teil 2
- F&E-Bedarf regionaler Unternehmen im Kontext kreislauffähiger Wertschöpfungsprozesse

F-MK (Fakultät Management- und Kulturwissenschaften)

- Mindful-Tours

F-N (Fakultät Natur- und Umweltwissenschaften)

- Pilotstudie zur Produktion von Pharmaproteinen in Tabakpflanzen
- Kollaborative Erarbeitung kohärenter Bewertungssystematiken und Berichtsstrukturen für Nachhaltigkeitskennzahlen von Produkten entlang von Wertschöpfungsketten (Sustainability Product Data Exchange – ProSustainDEX)
- Mikrobielle Zellfabriken

F-S (Fakultät Sozialwissenschaften)

- Care Leaver – Bedarfe und Erfordernisse beim Übergang in das Erwachsenenleben

F-W (Fakultät Wirtschaftswissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen)

- Abbildung und Analyse von Kreditkunden-Netzwerken mittels Graphen
- Digitalisierter Energieeffizienz-Benchmark Industrie [DEEB]
- Gebäudegekoppelte Elektromobilität (GEEL)

Editorial

Forschen und Entwickeln im Dreiländereck – an den Zukunftsthemen von Wirtschaft und Gesellschaft: Es gibt vielfältige Aufgaben und diverse Fragestellungen, denen sich die forschenden Mitarbeiter der Hochschule Zittau/Görlitz tagtäglich stellen und für die sie in Projekten und Vorhaben Lösungen finden.

Dank erfolgreicher Mittelakquise ist die HSZG eine der leistungsstärksten Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAW) in Deutschland. Finanzmittel der Bundesministerien, des Freistaates Sachsen, Europas und aus der Wirtschaft sowie von Stiftungen werden eingesetzt, um Forschungsergebnisse zu erzielen und diese in die Wirtschaft und Gesellschaft zu transferieren.

Die seit mehreren Jahren auf Beschluss des sächsischen Landtags vom SMWKT zur Verfügung gestellten Mittel aus der Titelgruppe 70 dienen der Steigerung der Forschungstätigkeit der sächsischen HAW. Damit wird die finanzielle Grundlage geschaffen, neue Forschungsfelder zu erschließen und bestehende Themen projektbezogen auszubauen.

Verschiedene Großprojekte konnten durch die Vorlauf-Finanzierung erarbeitet, gestartet und umgesetzt werden. Damit haben diese Finanzmittel eine große Hebelwirkung für unsere Hochschule und sind zu einem unverzichtbaren Teil der Forschungsfinanzierung geworden. Über die breit angelegten Themenfelder und die erfolgreiche Arbeit in den Einzelprojekten können Sie sich in dieser Broschüre der aktuellen Projekte informieren.

Forschungsprojekte der HSZG 2020 – 2023

Gefördert aus sächsischen Landtagsmitteln für die Forschungsförderung an HAW

Projektleiter: Prof. Dr. phil. habil. Raj Kollmorgen, PF

Projektmanager: Lutz Haberland, RF

Finanzen und Verwaltung: Steffi Wobst und Dr.-Ing. Lothar Kahnt, DFP

Durchführung: Professoren, Mitarbeiter und Studenten aller Grundeinheiten der HSZG

Zielstellung:

Die hier vorgestellten Projekten umfassen vor allem folgende Kategorien:

- **Vorlauforschung zur Einwerbung von Drittmitteln**
- **abgeschlossene Kleinprojekte**
- **Anschubförderung für Neuberufene bzw. neue Ideen**

Damit werden die allgemeinen Ziele erreicht, die auch in der zugehörigen Förderrichtlinie des SMWK (TG70) aufgeführt sind:

- Stärkung des Standortes Sachsen im nationalen und globalen Wettbewerb durch eine kontinuierliche Profilierung der Wissenschaftseinrichtungen, insbesondere durch
 - Ausbau vorhandener Expertise sowie Anregung der Entwicklung innovativer, zukunftsweisender Kompetenzen
 - Initiierung und Ausbau wissenschaftlicher Vernetzungsaktivitäten sowie Anbahnung und Etablierung von Kooperationen mit Wirtschaft und Gesellschaft

Posterschau im Rahmen der Eröffnung des Wissenschaftsjahres der HSZG am 11.10.2023

Die hier ausgestellten Poster geben einen aktuellen Einblick in die vielfältige Forschungslandschaft an der HSZG. Sie zeigen kürzlich abgeschlossene und noch laufende Projekte aus den drei Forschungsschwerpunkten:

„**Energie und Umwelt**“,

„**Transformationsprozesse in Wirtschaft und Gesellschaft**“,

„**Werkstoffe-Struktur-Oberflächen**“

und darüber hinaus.

Beteiligt sind alle aktiven Forschungsinstitute und Fakultäten der HSZG.

Ergebnisse:

Mit einer Fördersumme von durchschnittlich 800 T€ pro Jahr konnten aus den letzten fünf Jahren zum Beispiel:

- ca. 12 neue Drittmittel-Projekte mit dem hier geförderten Vorhaben in Verbindung gebracht werden. Davon sind fünf vom Bund geförderte Projekte, eins von der DBU (Deutsche Bundesstiftung Umwelt), drei vom SMWK, eins vom SMK, eins vom SMEKUL und eins über EFRE-Mittel.
- ca. 61 Veröffentlichungen entstehen.
- Mitarbeiter und Kompetenzen an der HSZG gehalten werden.

Durch die von der Stabsstelle Forschung koordinierten Teilprojekte „**Strategisches Transfer- und Veranstaltungsmanagement**“ und „**FIS-Modern**“ wurden grundlegende Arbeiten für die Sichtbarmachung der HSZG-Forschung (Homepage, Forschungsinfosystem, Gerätedatenbank, Veranstaltungen, Transferunterstützung) begleitet, die in kleinerem Umfang im Teilprojekt „**Stärkung digitaler Transferinstrumente**“ fortgesetzt werden.

Mit den – bei ihrer Einwerbung auch mit TG70-Mitteln unterstützten – Forschungs- und Transferprojekten LaNDER³, Saxony⁵ und Lausitz Life & Technology erfolgen spezifische Weiterentwicklungen der Forschungsthemen und der zielgruppenorientierte Transfer in Wirtschaft und Gesellschaft.

Entwicklung eines Workflows zum Einsatz von KI für bildbasierte industrielle Inspektionsaufgaben

Jana Hänel

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Motivation

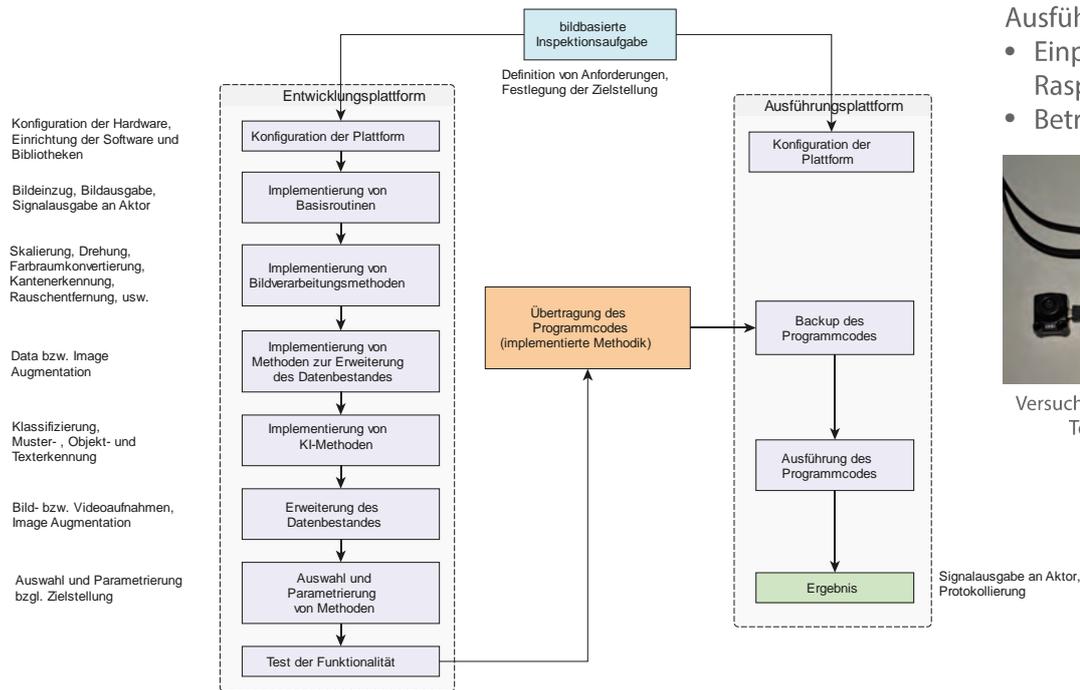
Das Projekt beinhaltet die Definition, Konzepterstellung und Umsetzung eines generellen Workflows für die Bearbeitung von bildbasierten Inspektionsaufgaben mit Nutzung von Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI).

Bildbasierte industrielle Inspektionsaufgaben beinhalten u. a.

- Qualitätskontrollen bei der Fertigung von Produkten,
- Unterstützung der Fertigungsautomation in Kombination mit Robotik und
- Feststellung von Anlagenzuständen in Kombination mit Instandhaltung 4.0.

Visuelle Intelligenz ermöglicht es, Zustände von Komponenten zu bewerten, indem durch Analyse von Bildern mit Hilfe von Methoden der KI (Künstliche Neuronale Netze, Fuzzy Systeme) Formen und Muster erkannt bzw. klassifiziert werden. Um die Arbeitsweise und die Kommunikation von Mensch-Maschine-Schnittstellen zu verbessern, sind gut entwickelte Workflows notwendig. Diese können effiziente Prozessabläufe schaffen, somit Fehler reduzieren und die Effizienz steigern.

Workflow

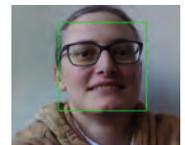


Ausführungsplattform:

- Einplatinenrechner Raspberry Pi 4 B
- Betriebssystem Linux



Versuchsaufbau mit Raspberry Pi 4 B, Touchscreen, Bedienfeld und USB-Kamera



KI-Anwendungsbeispiel Gesichtserkennung

Ausblick und Verwertung

Der im Rahmen des Projektes erarbeitete Workflow bildet die Grundlage zur Realisierung von Inspektionsaufgaben mittels digitaler Bildverarbeitung unter Nutzung von KI-Technologien in der Industrie und erhöht die wirtschaftliche Verwertbarkeit bisher genutzten Methoden am Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik.



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.

Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik
 Fachgebiet Kerntechnik / Soft Computing
<https://ipm.hszzg.de>

Ansprechpartner
 Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Tel.: 03583 612-4553
 Mail: w.kaestner@hszzg.de

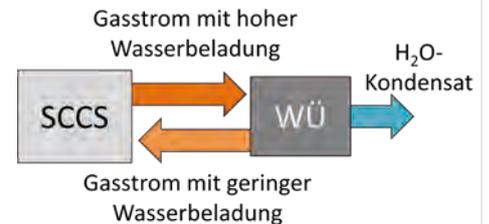


Auslegung eines Wärmeübertragers zur Abscheidung von Wasserdampf aus einem Gasstrom

Tobias Zschunke, Torsten Seidel, Bert Salomo

Motivation

Im Rahmen verschiedener Entwicklungsprojekte zur Solid Carbon Capture & Storage (SCCS)-Technologie wurde u. a. eine zugehörige Versuchsanlage errichtet. Am Austritt der Anlage ergibt sich aus dem Prozess ein heißer Gasstrom mit entsprechender Wasserdampfbelastung. Für die Verbesserung der Effizienz des Gesamtprozesses soll der Gasstrom in den Prozess zurückgeführt werden und dafür in einem Wärmeübertrager (WÜ) die Wasserdampfbelastung in definiertem Umfang verringert und das entstandene Kondensat abgeführt werden. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Berechnungstools zur Ermittlung des thermodynamischen Bestfalles als Referenz und zur Dimensionierung des Wärmeübertragers unter verschiedenen Betriebsbedingungen.

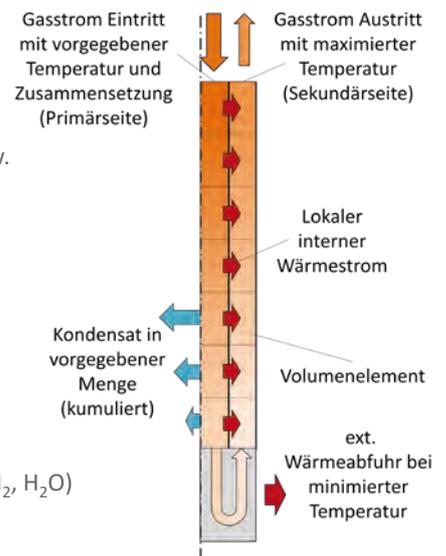


Durchführung

Im ersten Schritt wird eine Gesamtbilanz des WÜ erstellt, um die notwendige Wärmeabfuhr abzuschätzen. Im zweiten Schritt erfolgt die Modellierung des WÜ. Die Umsetzung des Berechnungstools erfolgt in MS Excel®. Für das Berechnungstool liegt das Prinzip eines Gegenstrom-Wärmeübertragers zugrunde, um die gespeicherte Energie im Gasstrom effizient zu nutzen. Dabei wird der Strömungsweg in einzelne Teilabschnitte bzw. Volumenelemente untergliedert (Diskretisierung). In jedem Abschnitt erfolgt eine Bilanzierung der zu-/ abgeführten Stoffmengen-, Kapazitäts- und Wärmeströme und die Berechnung der gebildeten Kondensatmenge unter Beachtung der jeweiligen Temperatur.

Folgende Bedingungen gelten bei der Modellierung:

- Zustandsverhalten für Gasgemisch anhand Modell des idealen Gases
- Löslichkeit von Einzelgasen in Kondensat vernachlässigt
- Keine Kondensation anderer Gase außer Wasserdampf betrachtet
- Verunreinigungen im Gasstrom vernachlässigt
- Gas in Volumenelement komplett durchmischt
- Variable Vorgabe der Zusammensetzung des eintretenden Gasstromes (CO, CO₂, CH₄, H₂, H₂O)
- Stationärer Zustand
- Rohrgeometrie (in Zukunft veränderbar)
- Berechnung der Stoffdaten mittels CoolProp
- Temperaturänderung über Volumenelement entlang der Strömungsrichtung ergibt sich aus den bilanzierten Energieströme und der jeweiligen Wärmekapazität
- Wärmeströme ergeben sich anhand der Temperaturdifferenz zwischen den Volumenelementen (Beachtung des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik)
- Steuerung der Wärmeübertragung mithilfe des Wärmeübergangskoeffizienten, ermöglicht zukünftig Abschätzung notwendiger Maßnahmen wie bspw. Oberflächenvergrößerung

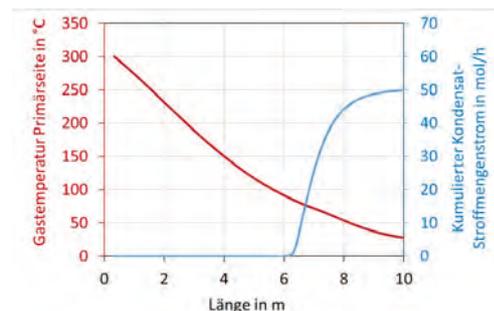


Ergebnisse (Auswahl)

Möglichkeit zur Abschätzung verschiedener Aspekte der Dimensionierung und der energietechnischen Bewertung bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen (Temperatur, Gaszusammensetzung), bspw.

- Strömungsquerschnitte, Länge, Kanalanzahl, usw.
- Notwendigkeit und Umfang konstruktiver Maßnahmen für Verbesserung der Wärmeübertragung
- Erreichbare Effizienz bei der Wärmerückgewinnung
- Nutzung des Kondensats für effiziente Vorwärmung

Es sind Voraussetzungen für die Einwerbung von Nachfolgeprojekten entstanden.



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.

Weiterentwicklung eines Software-Tools für die Anwendung von Künstlicher Intelligenz in Lehre, Forschung und Wirtschaft

Frank Zacharias, André Seeliger
Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Motivation

Die Künstliche Intelligenz (KI) gilt als moderne Schlüsseltechnologie, welche direkt wahrnehmbar oder latent in alle Lebensbereiche vordringt. Daraus erwächst die Notwendigkeit einer adäquaten Wissensvermittlung bzgl. der Funktionsweise und Leistungsfähigkeit entsprechender Algorithmen. Auch wird von Bund und Ländern die verstärkte Ausbildung von akademischen Fachkräften im Bereich der KI angestrebt.

Im Vorhaben wird das bestehende KI-Softwaretool des IPM dahingehend weiterentwickelt, das es umfassend funktionell ergänzt wird, für den Einsatz in der Lehre optimiert wird und auch für Projektakquise und Öffentlichkeitsarbeit Anwendung finden kann.

Arbeitsziele

Funktionelle Erweiterung und Initiierung der kollaborativen Weiterentwicklung des KI-Tools

- Erweiterung des Spektrums verarbeitbarer Daten um digitale Bilddaten (siehe Schema)
- Livebildeinzug von externer Kamerahardware und Ansteuerung von Aktoren
- Einführung eines Versionsverwaltungssystems im Sinne einer kollaborativen Softwareentwicklung im Rahmen studentischer Arbeiten und kommender F&E-Projekte

Ertüchtigung des KI-Tools für den Einsatz in der Lehre

- Visualisierung von Trainingszuständen und Bewertungsparametern
- Gestaltung des Tools als Tutor-System

Optimierung für den Einsatz in Projektakquise und Öffentlichkeitsarbeit

- Lauffähigkeit auf alternativen Plattformen (Betriebssysteme/Hardware)
- Überführung in eine Webanwendung
- Interaktiver Demonstrationsmodus



Ausblick und Verwertung

Die Projektergebnisse leisten einen Beitrag zur Erweiterung des wissenschaftlichen Leistungsspektrums des IPM auf dem Gebiet der KI, was zur Stärkung der Drittmittelfähigkeit des Antragstellers sowie zur Attraktivität der HSZG als Ansprechpartner in Fragen der KI beiträgt. Als Ergebnis steht weiterhin die Beschleunigung und die Erleichterung eines aktiven Wissenstransfers. Mit dem funktionellen Zuwachs praktisch anwendbarer KI-Methoden ergeben sich erweiterte Einsatzmöglichkeiten des Tools in F&E-Projekten und in der Lehre.



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.

Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik
Fachgebiet Kerntechnik / Soft Computing
<https://ipm.hszg.de>

Ansprechpartner
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner

Tel.: 03583 612-4553
Mail: w.kaestner@hszg.de



Forschungsprojekte des FG Mechatronische Systeme am Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik, gefördert aus Sächsischen Landtagsmitteln

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz

Low-Cost-Assistenzsystem zur intelligenten Überwachung des Herz-Kreislaufsystems

Das Projekt soll die Erschließung von Forschungsfeldern und die Entwicklung entsprechender Kooperationen zu „Quelloffenen Technologien in der Telemedizin“ vorantreiben. Im Fokus stehen hierbei moderne Algorithmen zur Echtzeitanalyse humaner Vitaldaten. Die Erschließung neuer Diagnosestrategien einschließlich der Umsetzung in ein Assistenzsystem wird die medizinische Begleitung (Telemedizin) im ländlichen Raum unterstützen.

Die intelligente Analyse des Herz-Kreislaufsystems ist dafür geeignet, den Probanden autonom zu überwachen. So sollen Veränderungen in den Vitalwerten frühzeitig erkannt und Eskalationen (z. B. Herzstillstand) unter Einbeziehung von Fachärzten vorgebeugt werden. Dazu ist ein entsprechendes Konzept „Intelligente Überwachung des Herz-Kreislaufsystems“ auszuarbeiten. Hier werden auch die Potenziale quelloffener Soft- und Hardware berücksichtigt.

Geräuscharm magnetisches Momentenlager für präzise bildgebende Diagnostik (MomDiag)

Das Projekt dient der Erschließung neuer Forschungsfelder im Bereich der Medizintechnik. Im Fokus steht hierbei die Entwicklung einer entkoppelten Lageregelung für ein magnetisches Momentenlager für die Lagerung eines Computertomographen. Ziel ist die Reduzierung der Geräuschbelastung und die Untersuchung des Potentials einer Steigerung der Genauigkeit solcher Systeme.

Digitalisierung landwirtschaftlicher Prozesse (DigiFarm)

Intelligente Datenanalyse – Der Schlüssel liegt in der Anwendung moderner Algorithmen und verhaltensbasierter Modelle zur Erschließung neuer Diagnosestrategien in quelloffenen Technologien für landwirtschaftliches IoT. Die Potenziale einer intelligenten Datenanalyse sollen dazu genutzt werden, den Informationsgehalt im Datenaufkommen zu erschließen. Das Ergebnis soll für Prognosezwecke bzw. Zustandsdiagnosen und zustandsorientierte Eingriffe bspw. durch landwirtschaftlich Beschäftigte genutzt werden. Zugleich soll Datenschutzbelange von Anfang an berücksichtigt werden.



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.

Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik
Fachgebiet Mechatronische Systeme
<https://ipm.hszg.de>

Ansprechpartner
Prof. Dr.-Ing. Frank Worlitz

Tel.: 03583 612-4548
Mail: f.worlitz@hszg.de



Diffusion niedermolekularer Substanzen in Silikonelastomeren

Florian PraÙe, Prof. Dr. Jens Weber

j.weber@hszg.de, +49(0)-3583-612-4705, www.hszg.de/physchem/

Zielstellung:

Wissenschaftliches Ziel ist der Erkenntnisgewinn über das Mobilitätsverhalten niedermolekularer Substanzen in Silikonelastomeren. Silikonelastomere sind polymere Netzwerke, bestehend aus vernetzten Poly(dimethylsiloxan)-Ketten (PDMS). Neben dem Polymernetzwerk befinden sich synthesebedingt, unvernetzte, freie Moleküle im Material (LMWs – low molecular weight compounds). Wird eine Silikonoberfläche chemisch geschädigt (hydrophilisiert) bspw. durch Corona-Entladungen, UV-Strahlung oder Plasmabehandlung, so diffundieren diese hydrophoben LMWs durch das Netzwerk an die geschädigte Stelle zurück, sodass eine Regeneration (Hydrophobiewiederkehr) erfolgt.

Beitrag niedermolekularer Substanzen (LMWs) zur Hydrophobiewiederkehr in Silikon:



Ziel des Projektes ist es, diesen Vorgang visuell mit Coumarin - Farbstoffen (als „LMW-Äquivalente“) zu erfassen, um **Diffusionskoeffizienten in Abhängigkeiten verschiedener Materialparameter (bspw. Polymernetzwerkdichte) zu bestimmen**. Die Regeneration von PDMS-basierten Materialien ist z.B. in Hochspannungsanwendungen von Bedeutung. So erhöht eine Hydrophobiewiederkehr die Langlebigkeit polymerer Isoliermaterialien in der Hochspannungstechnik.

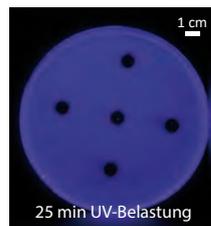
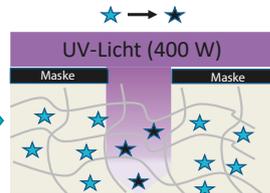
Methodik: Fluorescent Recovery after Photobleaching (FRAP) - Analyse

- Welchen Einfluss besitzt die Polymernetzwerkdichte (η_{FR}) auf das Diffusionsverhalten von Farbstoffen (z.B. Coumarin 102 ★)?
- Untersuchung anhand vPDMS – TDSS- Modellnetzwerken, deren Netzwerkdichten gezielt eingestellt werden können (vgl. Ref. [1])
- Welchen Diffusionseinfluss besitzt hochdisperse Kieselsäure (HDK; Aerosil R8200, Evonik) als mechanischer Füllstoff im Polymernetzwerk?

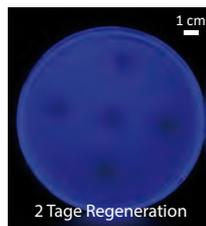
1. Herstellung fluoreszierender Coumarin 102 – Silikonproben



2. Partielle Degradierung des Coumarin-Farbstoffes



3. Beobachtung der Rückdiffusion über 9 Tage



4. Bildauswertung über ImageJ [2] und Bestimmung D

	Netzwerkdichte η_{FR} [mmol/cm ³]	Diffusionskoeffizient $D \cdot 10^{-6}$ [cm ² /s]
weich	0,043 ± 0,010	1,40 ± 0,23
	0,124 ± 0,008	1,57 ± 0,27
	0,154 ± 0,042	1,27 ± 0,31
steif	0,341 ± 0,083	1,41 ± 0,15

- Bestimmung der Diffusionskoeffizienten von Coumarin in ungefüllten Silikonelastomeren ist möglich
- Einarbeitung von HDK verhindert Rückdiffusion (keine vollständige Regeneration auch nach 4 Wochen Beobachtung)

Erkenntnisse:

- D von Coumarin 102 ist **unabhängig** von der Netzwerkdichte der reinen Silikonelastomere (im betrachteten Bereich von η_{FR})
- Hochdisperse Kieselsäure in Silikonelastomeren wirkt als **Diffusionsbarriere** → mögliche Coumarinadsorption an Füllstoffpartikeln

Projektplan:

Das Vorhaben wurde im Einklang mit der Projektplanung abgeschlossen

Investition in Grundgeräte	Aufbau UV-Versuchsstand	Synthese fluoreszierender Silikonfilme	Methodenfindung zur Bestimmung von Diffusionskoeffizienten	Datenauswertung Zusammenfassung
2020		2021		2022

- Literatur:
- [1] PraÙe, Kornhuber, Voit, Weber - Impact of the Network Density of Rough Poly(dimethylsiloxane)-Model Systems on the Hydrophobicity Assessment and Dynamic Wetting Behavior, 2022, ACS Applied Polymer Materials
 - [2] Goldstien, Blumenthal, Gheber, <https://imagej.nih.gov/ij/plugins/sim-frap/index.html>
 - [3] Kim, Cherney, Hackham, Rutherford - Chemical Changes at the Surface of RTV Silicone Rubber Coatings on Insulators During Dry-band Arcing, 1994, IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation,
 - [4] Song, Takezo, Jeong - Rewritable, light-driven recordings in a full-colour fluorescent polydimethylsiloxane elastomer, 2018, Journal of Materials Chemistry C

Das Projekt steht an der Schnittstelle zwischen Polymerchemie und Hochspannungstechnik. (Zusammenarbeit Prof. Weber / Prof. Kornhuber)

Weitere Einsatzgebiete zur nachhaltigen Verwendung des UV-Versuchsstandes am Standort sind in Planung (z.B. Alterungsversuche Plastik, Photovernetzungsreaktionen zur Fasermodifikation).



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischer Landtags beschlossenen Haushaltes.

Entwicklung eines Biofilters zur Reduktion des Nährstoffgehaltes von Bodensuspensionen („P-Biofilter“)

T. Arnstadt ^{a)}, J. Schoenherr ^{a)}, I. Henze ^{a)}, M. Krech ^{a)}

Problemstellung

- Durch Erosion bei Starkregenereignissen gehen auf landwirtschaftlichen Flächen Phosphat und andere Nährstoffe verloren
- Phosphateintrag in Oberflächengewässern, führt zur Eutrophierung und zum Verlust wichtiger Ökosysteme
- Dünger aus mineralischem Phosphat steht, je nach Quelle, nur noch 50 oder einige 100 Jahre zur Verfügung [1-3]. → Neue Methoden zur nachhaltigen Nutzung von Phosphat sind erforderlich



Projektziel

- Im Labormaßstab wird untersucht, wie Phosphat aus der Bodensuspension mittels Biochar (Pflanzenkohle) herausgefiltert werden kann. Denn Biochar hat eine große, reaktive Oberfläche und somit eine sehr gutes Filterpotential [4].
- Es wird ein Konzept erarbeitet wie Phosphat, das durch Erosion oder Auswaschung auf landwirtschaftlichen Flächen verloren geht, durch die Bindung an Pflanzenkohle dem Boden wieder zugeführt werden kann
- Aus dem Konzept werden neue Projekte erarbeitet

Versuchsetablierung

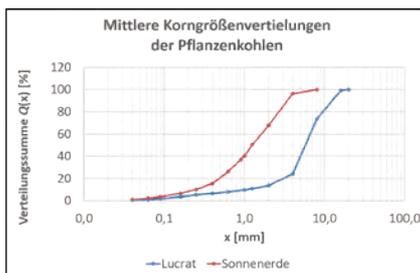
- Exemplarisch wurden zwei Pflanzenkohlen, der Firmen Lucrat und Sonnenerde untersucht
- Für die Laborversuche wurde die Kohle gemahlen und die Fraktion 0,5 – 1 mm verwendet
- Im Adsorptionsversuch setzt die Pflanzenkohle der Firma Sonnenerde ca. 1 – 2 mg/g Phosphat frei
- Die Pflanzenkohle der Firma Lucrat bindet ca. 0,3 – 3,5 mg/g Phosphat
- Die Ergebnisse des Adsorptionsversuch spiegeln sich im Phosphorgesamtgehalt der Kohlen wieder. Die Pflanzenkohle von Sonnenerde enthält 6,8 mg/g Phosphor und die Kohle von Lucrat lediglich 0,5 mg/g



CarboFerm® der Firma Lucrat auf Basis von Buchenholz

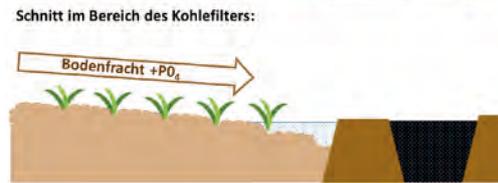
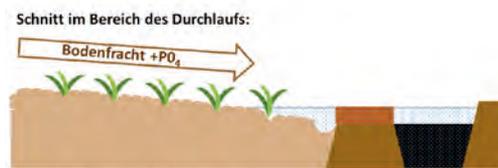
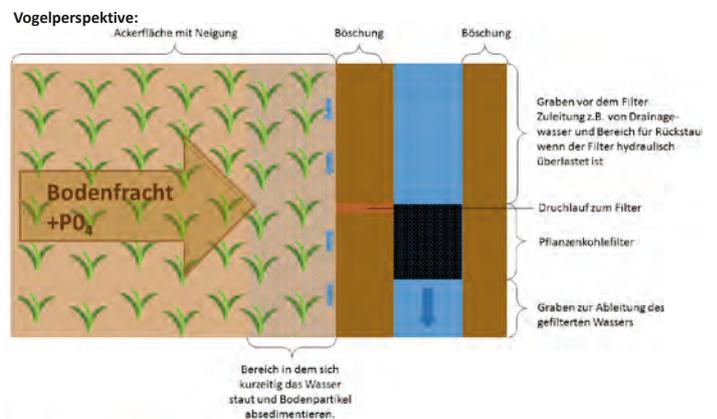


Pflanzenkohle der Firma Sonnenerde auf Basis von Getreidespelzen und Cellulosefasern



Adsorptionsversuch: 100 mg Pflanzenkohle wurden in 20 ml Phosphatlösung (0 – 112 mg/l) über Nacht geschüttelt

Konzept zur Anwendung



Weitere Charakterisierung der Pflanzenkohlen durch:

- extrahierbare Phosphatmenge mittels wässriger Soxhlet-Extraktion
- Wasserleitfähigkeit der Kohleschüttung
- Zusammensetzung mittels Elementaranalyse
- spezifischen Oberfläche



Soxhlet-Extraktion

Ergebnis

- Die Adsorptionseigenschaften von Pflanzenkohlen bezüglich Phosphat variieren stark → Screening zur Suche nach geeigneten Kohlen ist erforderlich
- Mit CarboFerm von Lucrat wurde die Möglichkeit einer Phosphatadsorption an Pflanzenkohle gezeigt
- Es wurde ein Konzept für einen Feldversuch erarbeitet und ein Antrag bei der Mehrwertinitiative von Sachsen eingereicht

Projektbearbeiter

^{a)} ZIRKON Zittauer Institut für Verfahrensentwicklung, Kreislaufwirtschaft, Oberflächentechnik, Naturstoffforschung an der Hochschule Zittau/Görlitz

Literatur:

- E. D. Roy (2017): „Phosphorus recovery and recycling with ecological engineering: A review“, Ecological Engineering, Jg. 98, S. 213-227.
- D. Cordell, J.-O. Drangert und S. White (2009): „The story of phosphorus: Global food security and food for thought“, Global Environmental Change, Jg. 19, Nr. 2, S. 292-305.
- J. van Kaverenbergh, M. Stewart und R. Mikkelson (2013): „World reserves of phosphate rock... a dynamic and unfolding story“, Better Crops, Jg. 97, Nr. 3, S. 18-20.
- K. Lehmpfuhl (2016): Chancen und Risiken des Einsatzes von Bioökologie und anderer „veränderter“ Biomasse als Bodenhilfsstoffe oder für die C-Sequestrierung in Böden. Umweltbundesamt.

Gefördert durch



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.

Mikropartikel Gummi in Böden

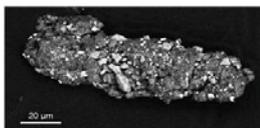
M. Sturm ^{a)}, A. Richter ^{a)}, L. Veselý ^{a)}

Problemstellung

- Jährlich gelangen in Deutschland etwa 60.000 -70.000 t Reifenabrieb (RA) in Böden und etwa 8.700 - 20.000 t in Oberflächengewässer (BAST und BfG, 2021) [1]
- Innerorts wird der Abrieb meist über den Regenabfluss in die Kanalisation bzw. in die Kläranlage eingetragen (Rückhaltung 95%), außerorts versickert der mit RA beladene Regenabfluss meist in der Straßenböschung in den oberen Bodenschichten (Rückhaltung 80 - 88 %) [1]
- In der Folge lagern sich die in den Partikeln enthaltenen, teils giftigen chemischen Verbindungen im Boden ab



Reifenabrieb ist ein heterogenes Gemisch aus Reifengummi- und Straßenpartikeln, Brems- und Kupplungs-Flüssigkeit und sonstigen Bestandteilen (Charbouillot, et al., 2023)



REM-Aufnahme eines mit Fremdkörpern gemischten RA-Partikels (Gieré, et al., 2022)

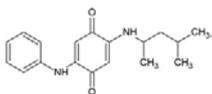
Projektziel

- In Labormaßstab wird untersucht, wie sich Gummipartikel in Bodenproben nachweisen und ggf. von ihnen separieren lassen
- Hierzu werden über klassierte Gummiprobe definierte Gummi-Boden Mischungen hergestellt und reale, mit Reifenabrieb kontaminierte Bodenproben entnommen, welche anschließend über nasschemische, optische und spektralanalytische Verfahren analysiert werden
- In Tastversuchen werden Möglichkeiten erforscht die Gummipartikel vom Boden zu trennen (Ansatz Trennmerkmale: Oberflächenbeladung, Dichte)
- Die hier durchgeführten Untersuchungen bilden die Grundlage für vertiefende Forschungsarbeiten und Strategien zur Analyse und Elimination von Reifenabrieb aus dem Boden

Getestete Verfahren

Analytik

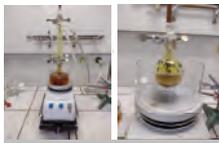
- Indirekte Quantifizierung von Reifenabrieb durch Bestimmung charakteristischer Inhaltsstoffe als Indikator
- Atomemissionsspektrometrie (AES): Analytik von Zink und anderen Schwermetallen
- Flüssigchromatographie mit Massenspektrometrie (HPLC-MS): Organische Indikatoren wie 6-PPD
- (-Chinon)



Struktur von 6-PPD-Chinon als möglicher Indikator für Reifenabrieb; Zusatzstoff gegen Versprödung; giftig für Fische (Struktur Tomas Kleint)

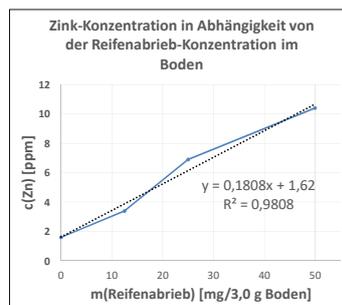


Arbeitsplatz Atomemissionsspektrometrie (AES) (Foto Tomas Kleint)



Königswasseraufschluss als Vorbereitungs-Schritt der AES (Fotos Tomas Kleint)

Ergebnisse



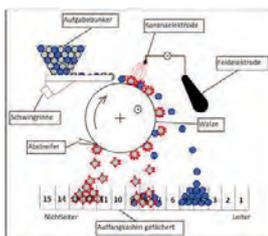
Hohe Korrelation ($r^2 = 0,98$): Zink eignet sich als Indikator für Reifenabrieb. Da Zink jedoch auch natürlich in Böden vorkommt, ist eine Kombination mehrerer Marker anzustreben

- Hydrozyklon-Vorversuche:** lehmige Böden führten zu Verstopfung des Oberlaufes des Hydrozyklons → Aufgabemenge des Probematerials ist anzupassen, optimale Dichte der Boden-Gummi-Wassersuspension ist genauer zu untersuchen

Bestimmung der Zink-Konzentration in definierten Boden-Reifenabrieb-Mischungen mittels AES ($\lambda = 213,86$ nm); Ackerboden (lehmiger Schluff; Körnung 1,6 mm; Organik durch Ausglühen entfernt)

Elimination

- Korona-Walzenscheider (KWS):**
 - Abtrennung von Kunststoffen wie PP, LDPE und PVC aus bestimmten Bodengemischen möglich (Projekt „Mikroplastik im Boden – Detektion, Elimination, Immobilisierung und Effekte“)
 - Hypothese: geeignete Methode der Abtrennung von Reifenabrieb
- Fliehkraftabscheidung mittels Hydrozyklon
- Dichtentrennung



Funktionsprinzip des Korona-Walzenscheiders: Leitende (z.B. Sand) und nichtleitende Stoffe (z.B. Plastik) in Korgemischen werden im elektrischen Feld getrennt und in verschiedene Fächer ausgeworfen (Abbildung Madlen Reuter)

Konzepte für aufbauende Versuche

Analytik

- Grundlage für Entwicklung von Analytik-Methoden in Folgeprojekt „Effekte von Reifenabrieb auf straßennahe Böden und deren Ökosysteme“
- Anwenden der AES für Cd, Pb als weitere Indikatoren
- Entwicklung eines markerbasierten Verfahrens aus einer Kombination organischer und anorganischer Analyten → Kooperation mit TU Liberec wurde initiiert
- Validierung der Methoden
- Anwenden der Analyse-Methoden auf reale Umweltproben

Elimination

- Hydrozyklon:** Optimierung der Versuchsparameter, weiterführende Versuche mit variablen Suspensionsdichten durchführen
- Korona-Walzenscheider:** Durchführung von Versuchen unter Variation der angelegten Spannung und Walzengeschwindigkeit, mit dem Ziel, das Trennverhalten von Reifenabrieb und Sand/Boden zu verbessern

Projektbearbeiter

^{a)} ZIRKON Zittauer Institut für Verfahrensentwicklung, Kreislaufwirtschaft, Oberflächentechnik, Naturstoffforschung an der Hochschule Zittau/Görlitz

Literatur:

- [1] Beate Baensch-Baltruschat, Birgit Kocher, Christian Kochleus, Friederike Stock, Georg Reifferscheid (2021). Tyre and road wear particles - A calculation of generation, transport and release to water and soil with special regard to German roads. Science of the Total Environment, BfG, BAST
 [2] TyreWearMapping. Digitales Planungs- und Entscheidungsinstrument zur Verteilung, Ausbreitung und Quantifizierung von Reifenabrieb in Deutschland. Schlussbericht: Fraunhofer UMSCHT – I. Gehrke, B. Dresen, J. Blömer, H. Sommer, F. Lindow, R. Rökke; 2021 https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/b79b13b0-859d-4760-bf56-87008378a67b/details

Gefördert durch



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.

Metamoderne sozio-kulturelle Innovationen im Transformationsprozess der Lausitz (7020)

Prof. Dr. Eckehard Binas
 und
 Dr. habil. Maik Hosang

Methoden:

- Internationale Trend- und regionale Potenzialanalysen
- Symposien
- Forschungsseminare und Abschlussarbeiten


What Is Metamodern?

What is Metamodern?





What Is Metamodern? – launched in 2013 – is a catalog of cultural products and artifacts that in some way bear an aesthetic signature that exemplifies metamodernism. We've culled these exemplars from film, television, music, literature, social trends, architecture, religion, politics, advertising, language and more. The editors, **Greg Dember** and **Linda Ceriello**, see metamodernism as a very broadly located aesthetic sensibility that emerged organically around the turn of the millennium. In our view, metamodern cultural products engage the conflicts between modernist conviction and postmodern relativism, in part by embodying an aesthetic that braids the sensibilities of modernism and postmodernism with an emphasis on felt experience. Read more below, or go directly to individual posts...

Kurzfassung:

Vor einigen Jahren entdeckten verschiedene (niederländische, dänische, englische und amerikanische) Kultur- und Sozialwissenschaftler weltweit neue, sowohl sensiblere und gefühlvollere, als auch freiere und informiertere Entwicklungen in Kultur und Kunst, aber Wirtschaft und Gesellschaft. Aus der Annahme, das könnte auf eine neue Kultur und Epoche hindeuten, die im Hintergrund der vielfältigen gegenwärtigen Krisen entsteht bezeichneten sie diese als Metamoderne. Seitdem entstand ein wachsender weltweiter Austausch in Form von Konferenzen, Veröffentlichungen, Weblogs u.a.

Daher wird es Zeit, deren Potenziale auch für die regionalen Perspektiven und Transformationsprozesse zu vergegenwärtigen.

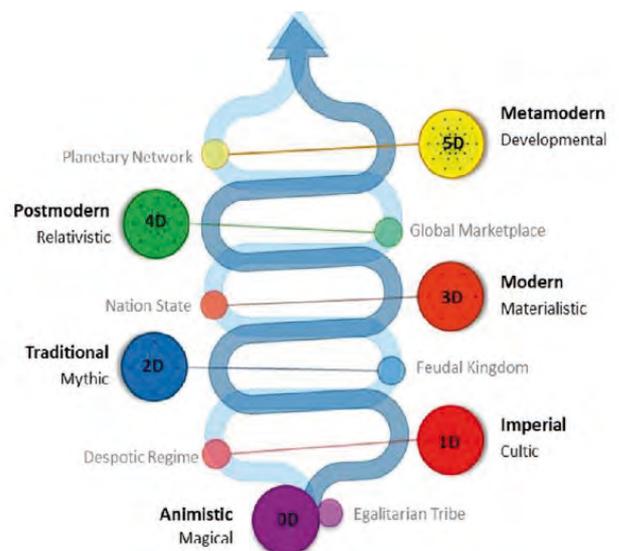
Ergebnisse – Theorie:

Ein Buch bei und studentische Abschlussarbeiten
 Mögliche größere Forschungsprojekte

Ergebnisse – Praxis:

Dokumentarfilm mit ARTE und regionale Innovationsimpulse

Quelle: <https://www.cocre.eu/>



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel
 auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischer
 Landtags beschlossenen Haushaltes.

Transformatives Land?

Erneuerungspotenziale, -praktiken und -allianzen in Strukturwandelregionen aus Sicht von Frauen(01/2022 - 12/2022)

Projektleitung: Dr. Julia Gabler, MA Sinziana Schönfelder

Ausgangspunkt

Die Lausitz und der Strukturwandel

Kohlekompromiss (01/2019) = sozialverträglicher Ausstieg aus der Kohleindustrie in den 3 Braunkohlerelevieren

Regionale Spezifik: Energieregion

- von einstig 80.000 (1990) heute noch ca. 8.000 Beschäftigte in der Kohleindustrie (+ ca. 5.000 indirekt Beschäftigte) = 2038 Großteil der Beschäftigten in der Rente
- Braunkohleverstromung hat einen Anteil von 5% an der Wertschöpfung und etwas mehr als 3% an der Beschäftigung in der Region (neben Chemie/Kunststoff, Metall- Maschinenbau und Ernährungswirtschaft) (Zundel 2020)
- durchschnittliche Bruttoarbeitsentgelt in der Lausitz betrug 2016 2.420 € vs. Beschäftigten der LEAG = mehr als 5.500 € pro Monat
- Strukturbruch in den 1990er wirkt noch nach (Abwanderung, Alterung, Arbeitsplatzstruktur und politische Alternativen ... politisch, kulturell, wohnräumlich)
- Peripherisierte, aber heterogene ländliche Region mit geringem (wirtschaftsstrukturellen) Innovationspotenzial außerhalb der Ballungszentren: von Arbeitslosigkeit zu Fachkräftemangel!

Frauen haben schlechtere Verbleibchancen.

- Erwerbstätigkeit und individuelle Entwicklungschancen

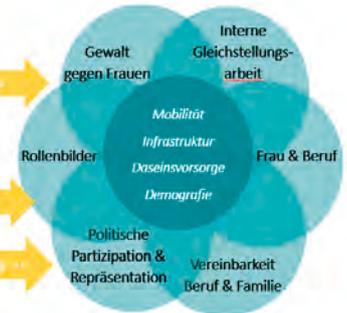
Frauenmangel verstärkt ungünstige Prozessdynamiken.

- sozioökonomisch, demographisch, gesellschaftlich und demokratisch
- bürgerschaftliches/zivilgesellschaftliches Engagement, kreatives Potential, soziale Integrationsfunktion

Frauenmangel verstärkt intolerante, demokratieablehnende Einstellungen und Fremdenfeindlichkeit.

- Sozialer Zusammenhalt leidet
- Gefühl des „Alleingelassen-Werdens“

Vgl. Gabler et al. 2016; Salomo 2019; Wirtschaftsregion Lausitz (2020)



Zentrale Themen und Arbeitsschwerpunkte kommunaler Gleichstellungsarbeit in ländlichen Räumen
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Bundesarbeitsgemeinschaft kommunaler Frauenbüros und Gleichstellungsstellen (2019), S. 39

Projektziele

- Transformative Praktiken und Konstellationen von Frauen identifizieren und kommunizieren
- Erkenntnisse bündeln und veröffentlichen
- Bündnisse und Partnerschaften verstetigen
- Beteiligung von Frauen in bislang ungesesehenen Bereichen erhöhen
- Strukturstärkende Zusammenarbeit ausbauen und Bedingungen für Kontinuitäten identifizieren
- kooperatives Veranstaltungsdesign (methodisches know-how und wirkungsvolle Umsetzung)

Projektschritte

- Sachverständige in Strukturwandel Ausschüssen Brandenburg/ Sachsen
- Studie: Zur (Daten-)Lage von Frauen im Strukturwandel
- Strategie-Workshop in Bautzen(16.05.22)
- Zusammenarbeit mit Lausitzbeauftragten SA/BB
- DGB-Fachforum: Wandel ist weiblich
- Konferenz „Struktur wandel dich, Struktur, wir wandeln dich“ in Spremberg (16.09.2022)

Ergebnisse

ifab **TRAWOS**

Zur (Daten-)Lage von Frauen im Strukturwandel der Lausitz

Julia Gabler, Sinziana Schönfelder
unter Mitarbeit von Constantin Schaff

Für eine geschlechtergerechte Strukturwandelarchitektur - Ein Ansatz auf drei Ebenen.



SACHSEN
Diese Maßnahme wird mitfinanziert mit Steuermitteln auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtages beschlossenen Haushaltes.

Übertragungsverzeichnis
BAG (2019): Gleichstellung als Regionalentwicklung. Zur Situation der kommunalen Gleichstellungsarbeit in ländlichen Räumen Deutschlands. Eine Studie der Bundesarbeitsgemeinschaft (BAG). Hg. v. Bundesarbeitsgemeinschaft (BAG) kommunaler Frauenbüros und Gleichstellungsstellen. Bundesarbeitsgemeinschaft kommunaler Frauenbüros. Berlin. Online verfügbar unter https://www.frauenbeauftragte.org/sites/default/files/uploads/downloads/12_projektiv_studie_gleichstellunglaendlicheraume.pdf, zuletzt geprüft am 16.06.2022.
F wie Kraft/Wrtl. (2020): Frauen als Wirtschaftsfaktor für die Lausitz. Perspektiven von Frauen auf den Strukturwandel in der Lausitz. Wirtschaftsregion Lausitz GmbH; Projekt Zukunftswerkstatt Lausitz; Bad Muskau. Online unter: https://zw-lausitz.de/fileadmin/user_upload/03-zukunftswerkstatt/02-downloads/FWK_Statuspapier_ZW_Layout.pdf
Gabler, Julia; Kottwitz, Anita; Kollmorgen, Raj (2016): Wer kommt? Wer geht? Wer bleibt? Eine Studie zur Verbesserung der Verbleibchancen qualifizierter Frauen im Landkreis Görlitz. Hg. v. Landratsamt Görlitz. Görlitz. Online verfügbar unter https://media.lk-goerlitz.active-city.net/downloads/planung/Wer_kommt_wer_bleibt_wer_geht.pdf, zuletzt geprüft am 06.07.2021.
Salomo, Katja (2019): Abwanderung, Alterung, Frauenschwund: Die verkannte Gefahr für eine offene Gesellschaft. WZB (WZB-Mitteilungen 165:17-19). Online verfügbar unter <https://www.wzb.eu/de/personen/katja-salomo/>, zuletzt geprüft am 07.07.2021.
Zundel, Stefan (23.11.2020): Der Strukturwandel in der Lausitz. Brandenburgische Technische Universität Cottbus Senftenberg. o.A. PPP.

PCM-PROP 2

Bestimmung von thermophysikalischen Stoffdaten von Phasenwechselmaterialien

Projektleitung Prof. Dr.-Ing. J. Meinert

Fördersumme 66.388 €

Förderzeitraum 01/2020– 12/2022

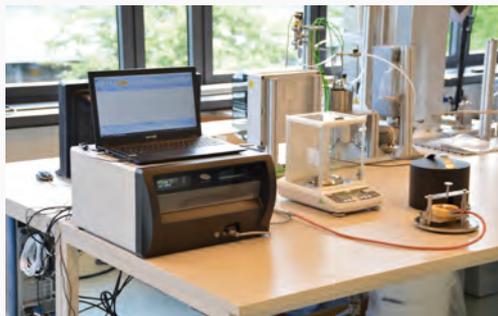
Motivation und Ziel

Für die mathematische Simulation von Wärmespeicherkonzepten auf Basis von Phasenwechselmaterialien (PCM) bilden die thermophysikalischen Stoffdaten (Dichte, Wärmeleitfähigkeit, Viskosität, spezifische Schmelzwärme und Wärmekapazität) der eingesetzten Speichermaterialien die Grundlage. Da diese Stoffdaten eine Temperaturabhängigkeit aufweisen, sind die meist vereinheitlichten Näherungswerte der Hersteller nicht ausreichend.

Das Ziel bestand darin, mit weiteren Messapparaturen, die in diesem Projekt angeschafft wurden, verlässliche Stoffdaten von marktverfügbaren PCM zu messen und systematisiert in eine Datenbank zu überführen.

Hotdisk-Messsystem

Aus Mitteln des Projektes wurde ein Hotdisk-Messsystem beschafft, das die messtechnische Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit und der spezifischen Wärmekapazität vor allem von Feststoffen erlaubt. Dieses Messsystem wurde zur systematischen Untersuchung fester PCM genutzt.



Hotdisk-Messsystem zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit und der spezifischen Wärmekapazität von Feststoffen. Dieses Messsystem stellte die Hauptinvestition im Projekt PCM-PROP 2 dar.

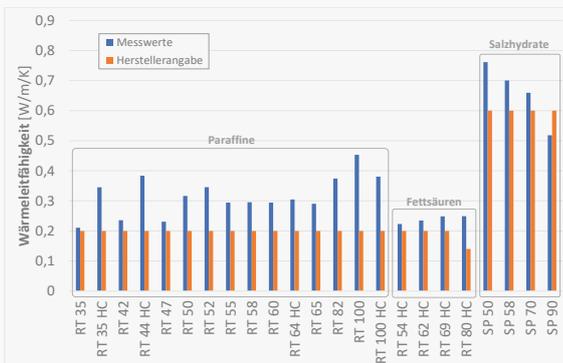


Wärmeleitfähigkeitssensor (gelb) im Probenhalter der Hotdisk mit PCM-Probe



Wärmekapazitätssensor der Hotdisk mit zylindrischer PCM-Probe und Deckel

Messergebnisse



Das Diagramm zeigt am Beispiel der Wärmeleitfähigkeit verschiedener fester PCM-Proben bei Umgebungsbedingungen den signifikanten Unterschied zwischen gemessener (blau) und der vom Hersteller aufgeführten Wärmeleitfähigkeit (orange). Ähnlich verhält es sich bei anderen Stoffwerten.

PCM-Proben



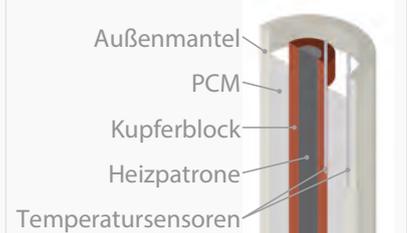
PCM-Proben: Salzhidrat (o.), Zuckeralkohol (u. l.) und Fettsäure (u. r.)

Nachfolgeprojekt PCM-PROP 3

Im Zuge der effizienteren Nutzung von Wärme, speziell Prozesswärme, rücken mehr und mehr Wärmespeicher in den Vordergrund, die PCM bei höheren Temperaturen (größer 200 °C) nutzen. Um die entsprechenden Stoffdaten für diese Materialien messen zu können, ist es notwendig, vorhandene Versuchsstände an die höheren Temperaturen anzupassen bzw. neue Versuchsstände zu konzipieren.

Aus diesem Grund stehen im Nachfolgeprojekt PCM-PROP 3 die Konzeption und der Umbau von Messapparaturen im Fokus, welche die Stoffwerte von PCM bei höheren Temperaturen messen können. Dazu soll das vorhandene Dreischicht-Kalorimeter, welches für die Messung der Schmelzwärme genutzt wird, um- bzw. nachgebaut werden. Für die Messung der Wärmeleitfähigkeit von Flüssigkeiten und Feststoffen soll eine neuartige Ringspaltapparatur entwickelt werden, durch deren Geometrie Wärmeverluste minimiert und die Messgenauigkeit gesteigert werden kann.

Ringspaltapparatur



Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Jens Meinert
+ 49(0)3583 612 4849
j.meinert@hszg.de

Adaptive Profilgeometrie an vertikalen Windturbinen (SmartWingVAWT 01/20 - 03/23)

M. Eng. Franz Thiele; M. Eng. Martin Sünder; Prof. Dr.-Ing. Tobias Kempe; Prof.-Ing. Karel Frana, Ph.D.

1. Motivation und Zielsetzung

Das Ziel des Projektes ist die Steigerung der Effizienz von Windturbinen mit vertikaler Drehachse (VAWT). Bei diesen Anlagen ändern sich die Anströmverhältnisse am Rotor periodisch, so dass die Blätter nur bei bestimmten Drehwinkeln ideal angeströmt werden. Um die Betriebsweise zu optimieren und die Leistung zu steigern, müssen sich die Rotorblätter an die Anströmung fortlaufend anpassen – das sogenannte „Pitchen“. Vorangegangene Modellierungen hatten zum Ziel, diese Vorgänge zu reproduzieren und eine optimierte Verstell-(Pitch)-Funktion zu entwickeln [1,2]. Wesentliche Ergebnisse und Erkenntnisse der Voruntersuchungen sind:



Abb. 1: H-Rotor einer VAWT.

- Modellierung mittels halbempirischen Double Multiple Streamtube Modells (DMST) in Python
 - Sehr gute Reproduktion der Energieumwandlung im Rotor
 - Grundlage für detaillierte Anpassungen der Anlagen(-betriebsweise) auf Basis erprobter Optimierungsmethoden und auf Ansätzen des Maschinellen Lernens
- Hohes Effizienzsteigerungspotential auf Basis unterschiedlicher Pitchansätze

2. Stand von Wissenschaft und Technik - VAWT mit H-Rotor

Die nachteiligen Eigenschaften VAWT resultieren aus der periodischen Änderung der Anströmung der Flügelblätter. Die Betriebsweise lässt sich wie folgt charakterisieren:

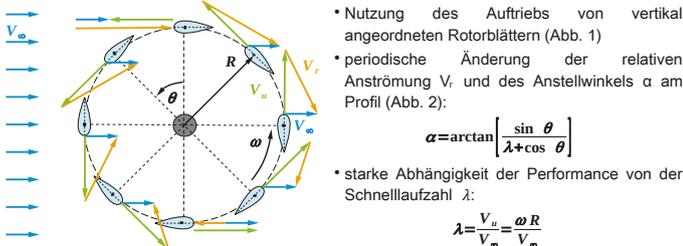


Abb. 2: Veränderliche Anströmung der Rotorblätter bei einer Umdrehung des Rotors mit der ungestörten Windgeschwindigkeit V_∞ sowie der Umfangs- V_u und der Relativgeschwindigkeit V_r .

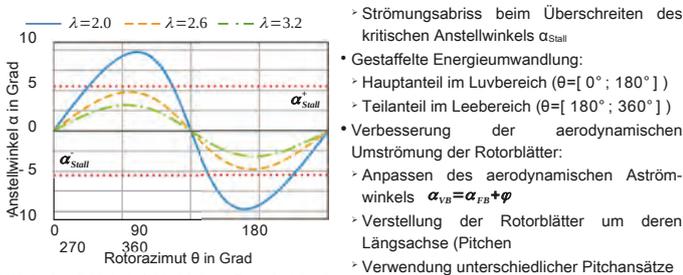


Abb. 3: Anstellwinkel α in Abhängigkeit vom Rotorazimut θ und der Schnellaufzahlen λ bei idealer verlustfreier Rotoranströmung.

3. Versuchs-H-Rotor mit Pitchsystem im Modellmaßstab

Umsetzung eines Modellrotors einer 3-Blättrigen H-VAWT:

- Konzeptionierung, Konstruktion und Realisierung auf der Basis von theoretischen Vorbetrachtungen
- Anwendung des konstruktiven Leichtbaus und des 3D-FDM-Druckverfahrens
- Installation in einer einfachen Strömungsstrecke
- Grundlegende Versuche zum:
 - Funktionsnachweis der Anlage
 - Test des Pitchsystems
 - Evaluierungsmessungen

Komponenten und deren Hauptfunktionen des Versuchs (Abb. 4):

- (1) Rotorblatt mit integriertem Servomotor → Kraftübertragung und Rotorblattverstellung
- (2) Schleifring → Energie- und Datenübertragung
- (3) Drehwinkel- und Drehzahlsensor → Betriebspunkterfassung
- (4) Drehmomentsensor → Leistungsmessung
- (5) Hysteresebremse → Generator- bzw. Lastersatz
- (6) Mikrocontroller → Hauptsteuerung der VAWT mit Pitchsystem
- (7) Rechentechnik mit PC, Software/Matlab und Datenerfassungselektronik (DAQ) → Messwertfassung und -auswertung

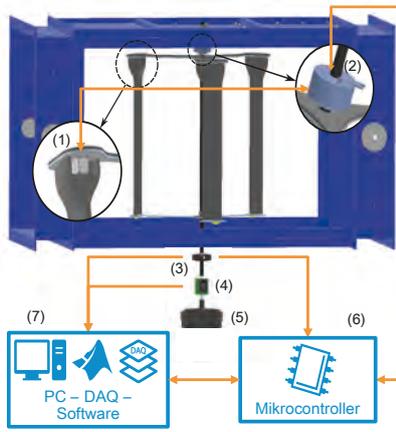


Abb. 4: Versuchsstand mit H-Rotor als CAD-Modell, mit Mikrocontrollersteuerung, Sensorik, Datenerfassung (DAQ) und Datenauswertung.

4. Umsetzung des Pitchsystems und der Mikrocontrollersteuerung

Für die praktische Umsetzung des Pitchsystems und einen entsprechenden Versuchsaufbau im Labor wird eine Steuerungs- und Verstellrichtung entsprechend des in Abb. 5 dargestellten Schemata verwendet. Dieses Anlagensteuerung besteht im wesentlichen aus :

- Messtechnik/Sensoren:
 - Erfassung des Anlagenbetriebspunktes → Windverhältnisse
 - Erfassen des aktuellen Rotordrehwinkel → Ermittlung des Anlagenazimut
- Mikrocontroller vom Typ ESP 32:
 - Basis der Steuerung mit hinterlegter Pitchdatenbank
 - Auf den zeitkritischen Pitchvorgang optimierte Programmierung
- „Plug & Play“ - Servomotoren mit allen nötigen Komponenten zur Blattwinkelvorgabe:
 - Motor als Antrieb → Blattverstellung
 - Drehencoder zur Ist-Winkelerfassung → Blattwinkelmessung
 - PID-Regler → Blattwinkeleinstellung
- PC mit DAQ-System und Auswertesoftware:
 - Externe Programmierung des Mikrocontrollers
 - Matlab und eigener GUI → Datenauswertung und Ansteuerung der Versuche

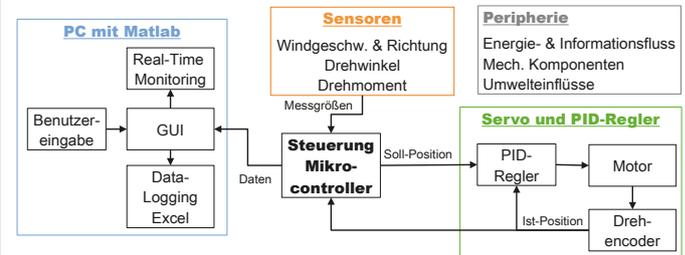


Abb. 5: Schema der Steuerung des Pitchsystems bestehend aus Sensoren, Aktoren und Mikrocontroller.

Durch den Controller werden die aktuelle Drehzahl und Drehwinkel der Blätter bestimmt und die Rotorblätter mittels Ansteuerung der Servomotoren verstellt. Über eine GUI unter Matlab können verschiedene Zustände des Versuchs dargestellt und verschiedene Betriebsmodi gestartet werden:

Tab. 1: Überblick der möglichen Betriebsmodi zur Untersuchung des Modellrotors.

Modus	Start	Klassische VAWT	Active-Pitch
Umwandlung	Widerstandsprinzip	Auftriebsprinzip	Auftriebsprinzip
Blattverstellung	mit Blattverstellung (senkrecht zur Strömung)	ohne Blattverstellung (fester Anstellwinkel)	mit Blattverstellung (variabler Anstellwinkel)

5. Ergebnisse des Versuchsmessungen

Innerhalb der Versuchsreihen konnten die unterschiedlichen Betriebsmodi getestet und evaluiert werden. Folgende hauptsächlich Erkenntnisse wurden gewonnen:

- Funktionierendes Versuchsanlagenkonzept im Modellmaßstab
- Klassische Anlage ist nicht in der Lage, selbstständig zu starten (Hilfsenergie notwendig)
- Pitchen der Anlage führt zu einer Verbesserung der Anlagenperformance

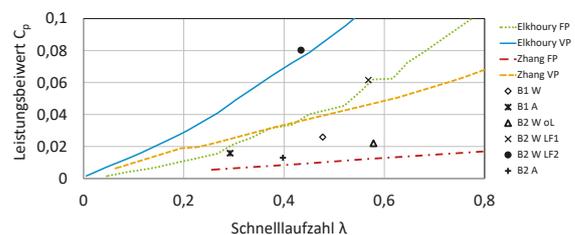


Abb. 5: Auftragung des Leistungsbeiwerts C_p in Abhängigkeit von der Schnellaufzahlen λ für einzelne Messpunkte im Vergleich zu Elkhoury et al. [3] und Zhang et al. [4].

Eine umfangreiche Untersuchung der Anlage kann infolge der zu geringen Windgeschwindigkeiten im Strömungskanal für den Modellmaßstab nicht durchgeführt werden.

- Untersuchungen in einem leistungsstarken Windkanal (in Beantragung)
- Durchführung von Feldtests unter Realbedingungen

7. Verwertung der Projektergebnisse

- Umsetzung der Entwicklungen im Verbundprojekt „WIR! - Lausitz - Life & Technology – Innovative Windenergie-Technologien in der Lausitz“ (BMBF, 06.2022 – 12.2025)
- Veröffentlichung der Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Paper (in Arbeit)

8. Quellen

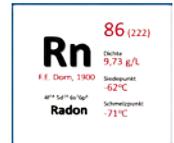
Die Projektposter der vergangenen Landtagsmittelkonferenzen können der Webseite entnommen werden: <https://f-m.hszzg.de/kooperation/forschung/forschungsprojekte/smartwingvawt>

- [1] F. Thiele, M. Sünder, T. Kempe, Projektposter zur Landtagsmittelkonferenz 2021, HSZZG, 2021.
- [2] F. Thiele, T. Kempe, Projektposter zur Landtagsmittelkonferenz 2021, HSZZG, 2022.
- [3] M. Elkhoury, T. Kiwata, and E. Aoun. Experimental and Numerical Investigation of a Three-Dimensional Vertical-Axis Wind Turbine with Variable-Pitch. Journal of wind engineering and Industrial aerodynamics 139:111–123, 2015.
- [4] L. Zhang, Y. Liang, E. Li, S. Zhang, and J. Guo. Vertical Axis Wind Turbine with Individual Active Blade Pitch Control. College of Mechanical and Electrical Engineering Harbin Engineering University, 2012.

Radon und Thoron in der Oberlausitz

Verifizierung möglicher Expositionen durch Radon bzw. Thoron

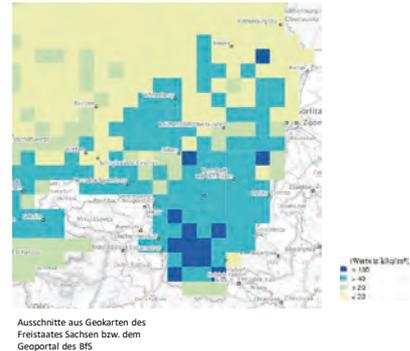
T. Schönmath



Für den Freistaat Sachsen sind Radonvorsorgegebiete ausgewiesen (Allgemeinverfügung des LfULG)

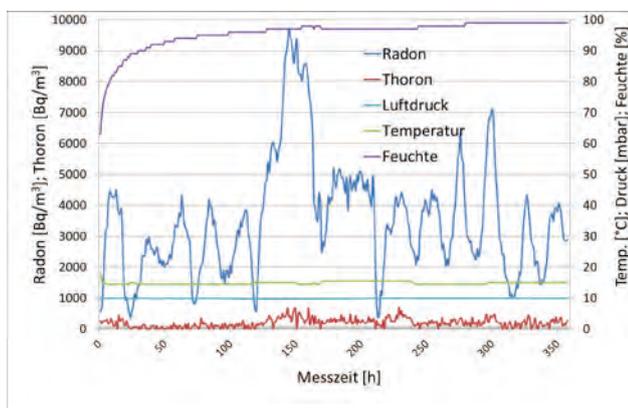


...auch außerhalb der ausgewiesenen Gebiete sind erhöhten Radonwerte möglich:



Fragestellungen:

- Wie wahrscheinlich sind Überschreitungen des Radon-Referenzwertes von **300** Bq/m³ bzw. wie zuverlässig sind erhaltene Messwerte?
- Müssen Thoron-Aktivitätskonzentrationen zusätzlich berücksichtigt werden?
- Wie können Kurzzeitmessungen (bis zu 3...4 Wochen) die bisher geforderten Langzeitmessungen ergänzen oder ersetzen?
- Wie zuverlässig sind Bodenluftmessungen?
- Können Methoden der KI bessere Voraussagen über mögliche Überschreitungen des Referenzwertes liefern?



Beispiel für eine Radon-/Thoron-Raumluftmessung, Tiefkeller in Bautzen

Lösungsansätze:

- Simultane Messungen der Radon- und Thoronaktivitätskonzentrationen in der Raum- sowie Bodenluft (Nutzung unterschiedlicher Messsysteme)
- Installation eines langfristigen Messprogramms (Wiederholung von Kurzzeitmessungen bzw. Durchführung von Langzeitmessungen) mittels aktiver Messgeräte
- Vergleich mit ergänzenden Bodenluftmessungen sowie spektrometrischer Messergebnisse



Ergebnisse

Hinweis: aufgrund der saisonalen Schwankungen der Aktivitätskonzentrationen bzw. durchzuführender langfristiger Messkampagnen können die Fragestellung zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur teilweise beantwortet werden

- Überschreitungen des Referenzwertes von 300 Bq/m³ nicht nur in der südlichen Oberlausitz gegeben
- Einführung eines Ampelsystems aufgrund Kurzzeitmessungen in vielen Fällen möglich
- Methoden zur Qualitätssicherung aufgebaut
- Langzeitmessungen bzw. Wiederholung von Kurzzeitmessungen zur Datengewinnung erfolgen kontinuierlich



Vorschlag für ein Ampelsystem für die HSZG
Grün: a < 150 Bq/m³, Gelb: 150...300 Bq/m³, Rot: > 300 Bq/m³



Aufgebaute Einrichtung zur Qualitätssicherung von Messgeräten für die Radon-Raumluftmessung



Diese Maßnahme wird mitfinanziert mit Steuermitteln auf Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes

Kontakt:
Prof. Dr. rer. nat. Thomas Schönmath
Tel: 03583 612 4882
Email: t.schoenmath@hszg.de

F&E-Bedarf regionaler Unternehmen im Kontext kreislauffähiger Wertschöpfungsprozesse

- Green Deal Oberlausitz -

Prof. Dr.-Ing. B. Bellair, Dipl.-Ing. A. Kupka, F. Haaser M.Eng.,

Zielstellung

F&E-Kooperationen mit regionalen Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu Themen der kreislaufgerechten Produktentwicklung und Produktion

Ermittlung des F&E-Bedarfes regionaler Unternehmen

- Resiliente Prozesse im gesamten Bereich der Kreislaufwirtschaft
- Ressourcenschonende, nachhaltige, und kreislaufgerechte Technologien

Aktuelle Anforderung der Gesetzgebung und des Marktes

- EU-EnergieLabel
- EU Sustainability Product Regulation (ESPR)
- Emissionshandel
- Lieferkettengesetz
- Industrie 5.0
- Ökobilanz (LCA)
- Ökodesign-Richtlinie

Kreislaufwirtschaft / Circular Economy

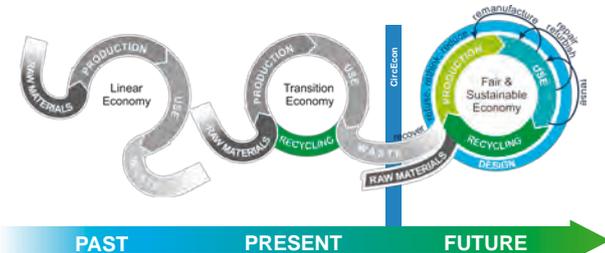


Umsetzung und Ergebnisse



- ganzheitliche Betrachtung der Teilbereiche der Wertschöpfungskette bestehend aus Konstruktion, Produktion (einschl. Fertigung und Montage) und Recycling
- Analyse der firmenspezifischen Wertschöpfungsprozesse als Basis für die Erarbeitung einer Anforderungsliste für kreislauffähige Technologien
- Beteiligung an Transfer- und Netzwerkveranstaltungen
 - Beispiel: futureSAX-Innovationsforum 2023 in Görlitz „Kreislaufwirtschaft als Innovationstreiber für resiliente Lieferketten“ mit über 60 vertretenden Unternehmen
- Ermittlung und Erfassung möglicher Partnerunternehmen
 - Erstellung einer Datenbank mit über 200 überwiegend ostsächsischen Unternehmen
 - Kontaktaufnahme, Bedarfserfassung, LOI
- Ableitung von F&E-Anschlussvorhaben
 - Beispiel: Projektskizze „Erzeugung hochwertiger, sortenreiner Rezyklate“

Forschungscampus / Großprojekt „CircEcon“



Der Paradigmenwechsel zur zirkulären Wertschöpfung, die Veränderung von Geschäftsmodellen und die Transformation ganzer Wirtschaftsbereiche erfordern nicht nur klare Bekenntnisse aller Kreislaufbeteiligten, sondern auch ein ganz neues Ausmaß an Kooperation. Statt sich ausschließlich auf die eigene oder die benachbarte Stufe der Wertschöpfung zu fokussieren, werden Rohstoffproduzenten, Kunststoffverarbeiter, Produktdesigner, Handel, Konsumenten und abfallwirtschaftliche Akteure gemeinsam optimierte Lösungen erarbeiten müssen.

Four Universities – One Idea: Pathing the circular economy in a joint academic undertaking

- Charakterisierung (Metalle, Polymere, RC-Kunststoffe)
- RC-Polymere mit definierten Parametern (Einsatzfähigkeit)
- Sortierung (Dichte, Partikelgröße und Partikelform; sensorbasiert, KI unterstützt)
- Robotergestützte Demontage, Exoskelett
- Mensch-Maschine-Interaktion
- Agile Technologien zur Erzeugung von Sekundärrohstoffen aus verschiedenen Werkstoffverbunden



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischer Landtags beschlossenen Haushaltes.

Mindful-Tours und CoCreative - Networks

Zukunftspotenziale im regionalen Tourismus (7012, 7013, 7016, 7017)

Prof. Dr. Ute Pflücke und Dr.habil. Maik Hosang

Kurzfassung: Tourismus ist einer der weltweit am stärksten wachsenden Wirtschaftszweige, der auch in Sachsen ca. 200.000 Menschen Arbeit sichert. Trends und Innovationen dabei sind u.a. neue, gesundheits- und sinnorientierte Erlebnisformen (vgl. Abbildungen rechts). Aufgrund mittelständig und klein geprägter Unternehmensstruktur in der Lausitz, braucht es Zugang zu Trendwissen und entsprechende Vernetzungen. Genau darauf zielt das Projekt. Lehrende und Studierende der Bereiche Tourismus- und Kulturmanagement wirken dabei als Impulsgeber und Katalysatoren.

Methoden:

- Internationale Trend- und regionale Potentialanalysen
- Forschungs-, Vernetzungs- und Innovationswerkstätten
- Forschungsseminare und Abschlussarbeiten
- Nutzung neuer Medien und Erlebnisformate

Ergebnisse – Theorie:

Studentische Abschlussarbeiten.

Ergebnisse – Praxis:

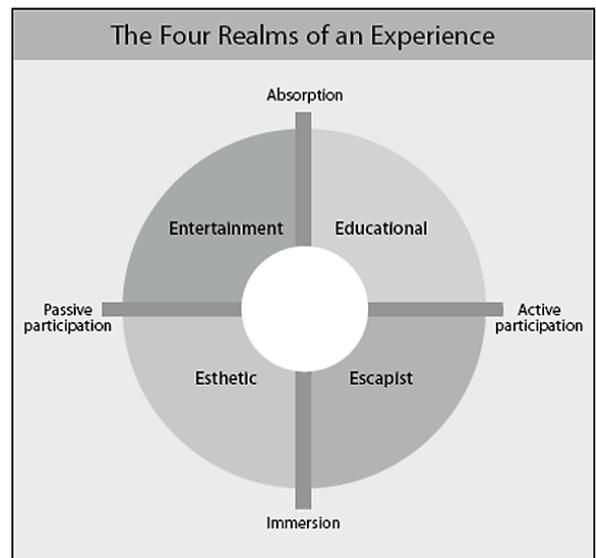
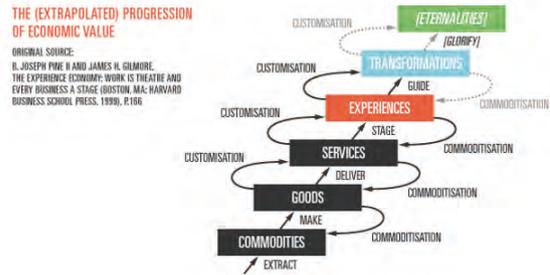
Mehrere potentialreiche sinntouristische Innovationsprojekte, jeweils mit mehreren regionalen Partnern:

1. Entwicklung von euroregionalen Erlebnisformaten für 450. Todestag und 400. Geburtstag von Jacob Böhme zusammen mit polnischen Partnern
2. Virtual-Reality-Erlebnis
„Niederschlesisch-Sächsische Weinreise“
Diese VR-Show erfreut sich wachsender Beliebtheit und kann bei Bedarf bei den Projektleitern „erlebt“ werden (da an VR-Brillen bzw. eine spezielle VR-App gebunden)
3. Entwicklung von sinntouristischen Angeboten im Zittauer Gebirge, zusammen mit Trixi-Park u.a. Partnern

Ausblick/Verwertung:

Die Projektergebnisse werden zu weiteren regionalen Angeboten und Forschungsprojekten weiterentwickelt. Dabei werden von Unternehmenspartnern auch reale Investitionen realisiert.

Essenzen der internationalen Forschung zum Thema:



Quelle: <https://hbr.org/1998/07/welcome-to-the-experience-economy>; 10.06.2019



Startbild der VR-Weinreise-App



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischer Landtags beschlossenen Haushaltes.

Pilotstudie zur heterologen Expression von Antikörperfragmenten (ScFv) und grün-fluoreszierendes Protein in transgenen Tabakpflanzen (*Nicotiana tabacum*)

Dutschke J., Drewniok C., Hohlfeld, H., Wiegert T., Schubert R., Fester K.
Hochschule Zittau/Görlitz, Fakultät Natur- und Umweltwissenschaften

Einleitung

- Vielzahl von Medikamenten heutzutage biotechnologisch hergestellt, z.B. Insuline, Antikörper (AK, Abb.1, links) und Antikörperfragmente (AKF, Abb.1, rechts).
- Besonders AK und AKF haben in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen, Grund: vielfältige Einsatzmöglichkeiten durch spezifische Antigenbindung [1]
- Herstellung von AK/AKF heute zumeist rekombinant, mittels Säugetier- (ganze AK) oder Bakterienzellen (AKF).
- Nachteile dieser Methoden: Notwendigkeit von Sterilität und geschultem Personal, kostenintensiv, Skalierbarkeit schwierig
- Alternative Herstellungsmethode: rekombinante Expression in Pflanzen
- Vorteile: 90% weniger Kosten, keine Sterilität und geschultes Personal nötig, Skalierung einfach, enthalten keine Humanpathogene

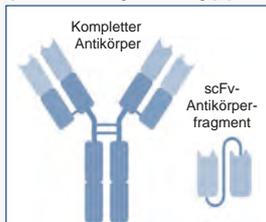


Abb.1: Schematische Darstellung eines Antikörpers und eines Antikörper-Fragments [2]

Ziel des Projekts

- Produktion von Pharmaka, im Speziellen Antikörperfragmenten (scFv), in der Tabakpflanze *Nicotiana tabacum*.
- Transiente (vorübergehende) und stabile (dauerhafte) Transformation von Tabakpflanzen
- Ansätze zur Untersuchung der Proteinexpression:
- Separate Einbringung des ScFv-Gens und des Gens für das grün-fluoreszierende Protein (GFP) in die Tabakpflanzen mit Hilfe des pER-Plasmids
- Zur Verbesserung der Produktausbeute wurden verschiedene Kombinationen an Tags in den Tabak eingebracht:
- Mit/ohne Expressionsverstärker (Omega-Enhancer Tabak-Mosaik-Virus, Abb. 2)
- Mit/ohne Proteinstabilisator (SUMO-Tag, nicht dargestellt)
- Verschiedenen Reinigungstags: Strep-Tag (nicht dargestellt), 6x His-Tag (Abb. 2)

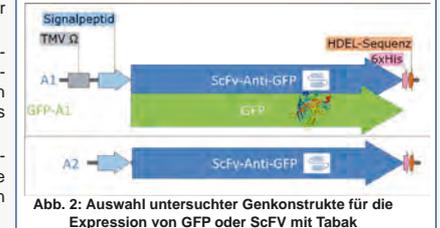


Abb. 2: Auswahl untersuchter Genkonstrukte für die Expression von GFP oder ScFv mit Tabak

Regeneration transgener Tabakpflanzen aus Blattscheiben zur Expression von ScFv-Anti-GFP nach Agrobakterien-vermittelter Transformation



Abb. 3: Ablauf der stabilen Transformation über 56 Wochen zur Bildung von dauerhaften transgenen Pflanzen und deren Saatgut

Etablierung und Optimierung des pflanzlichen Expressionssystems mittels transienter Produktion von GFP

- Bei der **transienten Transformation** wird mit *Agrobacterium tumefaciens* fremdes Genmaterial zur Expression von GFP in die Pflanzenzelle eingeschleust.
- Innerhalb kurzer Zeit (2-7 Tage) produziert die Pflanze das Fremdprotein
- Der Transformationsvorgang erfolgte mit Hilfe der Vakuuminfiltration (Abb. 6)
- Vorteile dieser Methode: schnell und unkompliziert,
- Nachteile: keine dauerhafte Produktion (Genmaterial integriert nicht ins Genom und wird so nicht an die nächste Generation weitergegeben)



Abb. 6: Vakuuminfiltration von Einzelblättern und ganzen Tabakpflanzen

Nachweis der Expression von GFP in transgenen Tabak-Epithelzellen 5 Tage nach der Infiltration

Zur Überprüfung des Expressionssystems wurden Tabakpflanzen transient transformiert, um GFP zu exprimieren. Täglich wurden Proben von den Pflanzen für den Proteinachweis (Abb. 8) genommen und die Blätter unter dem Fluoreszenzmikroskop (Abb. 7) untersucht. Die optimale Expression wurde am Tag 5 erreicht.

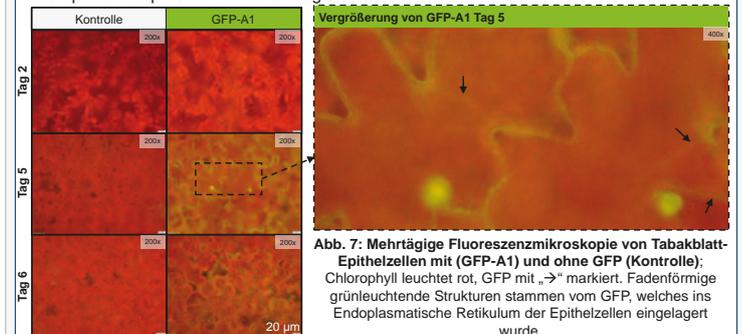


Abb. 7: Mehrtägige Fluoreszenzmikroskopie von Tabakblatt-Epithelzellen mit (GFP-A1) und ohne GFP (Kontrolle); Chlorophyll leuchtet rot, GFP mit „→“ markiert. Fadenförmige grünleuchtende Strukturen stammen vom GFP, welches ins Endoplasmatische Retikulum der Epithelzellen eingelagert wurde.

Nachweis transgener Tabakpflanzen durch eine spezifische PCR mit isoliertem Pflanzengenom

- Isolation genomischer DNA (gDNA) aus Blattproben aller potentiell transgenen Tabakpflanzen
- Durchführung einer PCR mit spezifischen Primern für die ScFv-Sequenzen der Typen A1 und A2
- Entstehende Amplikons geben Aufschluss über die Integration der ScFv-DNA ins Genom
- Positivkontrolle (PK): Plasmid-DNA des ScFv-Antikörperfragments (*); Negativkontrolle (NK): gDNA aus Wildtyp-Tabak
- Positiver Nachweis bei den Proben A1 und A2 (**)

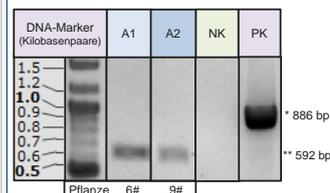


Abb. 4: ScFv-Nachweis im Pflanzengenom via PCR und Agarosegel-Elektrophorese (Bild invertiert).

Nachweis der Expression von ScFv in transgenem Tabak aus gereinigtem Tabak-Blattlysaten

- Mechanischer Aufschluss transgener Tabakblätter und Aufreinigung mittels Ni-NTA-Affinitätschromatographie
- Gereinigte Proteine mittels Western-Blot und einem Anti-His-Tag-AK (H3 Sc 8036) detektiert
- Positivkontrolle (PK): gereinigtes bakteriell-hergestelltes scFv (+)
- Negativkontrolle (NK): untransformierter Wildtyp-Tabak
- Positive Signale bei A1 und A2
- Doppelbande bei A2 (++) enthält prozessiertes scFv ohne Signalpeptid (27,4 kDa) und unprozessiertes scFv (31,7 kDa) mit Signalpeptid

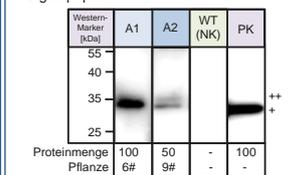


Abb. 5: ScFv-Nachweis via Western-Blot mit Anti-His-Tag-Antikörper

- Mechanischer Aufschluss transgener Tabakblätter und Aufreinigung mittels Ni-NTA-Affinitätschromatographie
- Gereinigte Proteine wurden mittels Western-Blot und einem Anti-GFP-Antikörper detektiert
- Positivkontrolle (PK): gereinigtes, bakteriell-hergestelltes SUMO-GFP 39,7 kDa (#)
- Negativkontrolle (NK): untransformierter Wildtyp-Tabak
- Erwartete Größe des exprimierten GFP: 28,3 kDa (##)

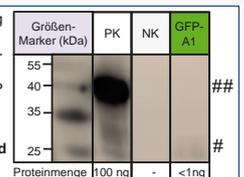


Abb. 8: Western-Blot mit Anti-GFP-Antikörper. Proben NK und GFP-A1 von Tag 5.

Zusammenfassung und Ausblick

- Erfolgreiche **transiente Produktion** von GFP und Erfassung des optimalen Erntezeitpunktes nach 5 Tagen für spätere Tests mit der transienten ScFv-Produktion
- Stabile Transformation** von ScFv in verschiedenen Genkonstrukten
- Entstehung von 9 transgenen Pflanzen, die den ScFv im 10 bis 100 ng-Maßstab pro 5 g Blattmasse in der ersten transgenen Generation produzieren
- Weitere Selbstungen der transgenen Pflanzen noch nötig, zur dauerhaften Stabilisierung der Insertionen im Genom und möglicherweise zur Steigerung der Ausbeute
- Expression des scFv zusammen mit TMV-Omega-Enhancer erhöht die Ausbeute
- Genomanalyse der transgenen Pflanzen würde Aufschluss über Integrationsereignisse ins Tabakgenom geben und Rückschlüsse zu den Ausbeuten erlauben
- Zur Erreichung der Marktfähigkeit müssen zukünftig Aufschlussprotokolle und Reinigungsprozeduren für die Produktion außerhalb des Labormaßstabs entwickelt werden

Literatur

[1] Lücke, J.; Bädeker, M.; Hildinger, M. (2022): BIOTECH-REPORT Medizinische Biotechnologie in Deutschland 2022

[2] BioRender: Scientific Image and Illustration Software

ProSustainDEX

Sustainability Product Data Exchange

Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Jens Maiwald
Dipl.-Ing. (FH) Markus Will, Prof. Jana Brauweiler, Prof. Dr. Jakob Hildebrandt

Motivation

Vor dem Hintergrund der EU Sustainable Finance Taxonomy, des Green Deals und nationaler Gesetze zur Stärkung der Nachhaltigkeit, müssen Organisationen zunehmend ihre globalisierten Wertschöpfungsketten hinsichtlich der Nachhaltigkeitsleistung analysieren und bewerten, um eine nachhaltigere Ausrichtung ihrer Geschäftstätigkeit sicherzustellen und Risiken zu vermeiden. Insbesondere die indirekten Treibhausgasemissionen, sogenannte Scope 3 Emissionen, von Organisationen sind für Investoren wichtig, um Risiken wie steigenden Regulierungsdruck, steigende CO₂-Preise oder veränderte Kundenpräferenzen hin zu CO₂-armen Produkten und Dienstleistungen im Portfolio zu minimieren und zu vermeiden.

Arbeitspakete

1. Vergleich und Analyse der Anforderungen von bestehenden Nachhaltigkeitsstandards für Produkte (Indikatoren, Systematiken und Verifizierung)
2. Ableitung eines konsolidierten Rahmenwerks aus Analyse und Validierung bei Unternehmen
3. Erstellung eines Lastenhefts für einen Folgeantrag

Methodik der Analyse

Die Analyse bestehender Software-Lösungen erfolgt auf Basis der in Tabelle 1 dargestellten Matrix, welche speziell mit Blick auf unternehmerische und praxisrelevante Kriterien aufgestellt wurde. So wird die Nachnutzung der Arbeitsergebnisse im Transfer sichergestellt. Welche der vielfältigen Software-Lösungen untersucht werden, wurde in einem Workshop gemeinsam mit Experten erarbeitet. Zusätzlich zur Analyse werden Hands-On-Dokumente erstellt, welche die spätere Verwertbarkeit der Ergebnisse und Anwendbarkeit der Software-Lösungen im Unternehmen verbessern.

Tab. 1: Analysematrix

Basics	Kosten	Funktionen	Technologie und Schnittstellen	Service
Datensicherheit	Kostenstruktur	Datenbasis & -eingabe	Schnittstellen zu ERPs	Support im Notfall
Zielgruppe & -branche	Anschaffungskosten	Datenabfrage	Schnittstellen zu APIs	Schulungen
Zahl Nutzer, Geräte, Standorte	Lizenzgebühren	Art der Daten	Zugang für Externe	Datenmigration?
Sprachen	Kosten Wartung & Support	Datenverarbeitung	Softwareart (SaaS, Cloud etc.)	Demoversionen
Individualisierung		Ausgabe der Ergebnisse	Betriebssysteme	Updates
Berichtskonformität		Detailgrad Scope 3	Nutzung auf mobilen Endgeräten	User Community

Transfer in die Praxis

ProSustainDex weist von Grund auf konkreten Praxisbezug nach. Die angestrebten Ergebnisse sind darauf ausgelegt bereits während, vor allem aber im Nachgang des Projekts über den Transfer in der Praxis Anwendung zu finden. Die Analyse sowie die damit einhergehende branchenspezifische Bewertung der resultierenden Ergebnisse sollen den Unternehmen die Erstauswahl der Software erleichtern. Die Hands-On-Dokumente erlauben durch ihre detaillierte Darstellung der Analyseergebnisse eine Prüfung der Tauglichkeit der Erstauswahl und erleichtern im Nachgang die Einführung der Software-Lösung im Unternehmen.

¹ Bildquelle: www.circularise.com/blogs/scope-1-2-3-emissions-explained



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.

Projektleitung: Prof. Jana Brauweiler (j.brauweiler@hszg.de)
Prof. Dr. Jakob Hildebrandt (jakob.hildebrandt@hszg.de)
Projektreview: Dipl.-Ing. (FH) Markus Will (m.will@hszg.de)
Projektmitarbeiter: Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Jens Maiwald (j.maiwald@hszg.de)

Projektziel

Ziel ist die kollaborative Erarbeitung kohärenter Bewertungssystematiken und Berichtsstrukturen für Nachhaltigkeitskennzahlen von Produkten entlang ihrer Wertschöpfungskette. Zentraler Punkt ist unter Berücksichtigung von Vergleichbarkeit und Datenqualität ein Rahmenwerk zur konsistenten Sammlung, Berechnung und Bewertung dieser Systematiken und Strukturen zu schaffen.

Projektlaufzeit: 1.1.2023 – 31.12.2024

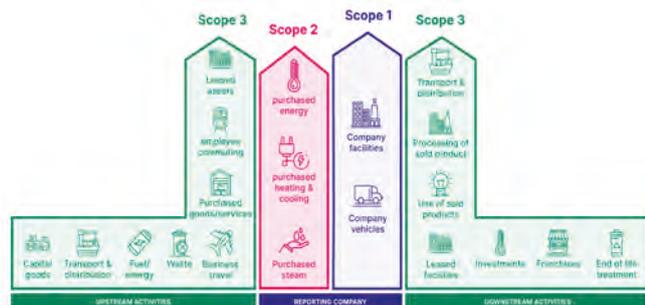


Abb. 1: Klassen der unternehmerischen Treibhausgasemissionen¹



Methanol-induzierte heterologe Expression von O-Methyltransferasen aus dem Sekundärstoffwechsel von *Triphyophyllum peltatum* in der Hefe *Komagataella phaffii* (*Pichia pastoris*)

Kamran Heraji Esfahani, Chris Drewniok, Thomas Wiegert, Karin Fester

Hochschule Zittau/Görlitz, Fakultät Natur- und Umweltwissenschaften

01 Einleitung

Das Hakenblatt (*Triphyophyllum peltatum*) ist eine in Westafrika beheimatete Liane, die in ihrem Leben drei Entwicklungsstadien mit unterschiedlichen Blattformen durchläuft. Nur im zweiten, optionalen Stadium ist sie karnivor, falls sie zuvor einem Phosphormangel ausgesetzt war [1]. Das Hakenblatt produziert zahlreiche Naturstoffe, von denen die Naphthylisochinolin-Alkaloide von besonderem Interesse sind, weil sie u.a. gegen parasitäre Erkrankungen wie Malaria Wirksamkeit zeigen. Eine Kultivierung dieser seltenen und gefährdeten Pflanzenart gestaltet sich jedoch schwierig, und ihr natürliches Verbreitungsgebiet beschränkt sich auf wenige westafrikanische Länder. Aus diesem Grund ist auch die Verfügbarkeit der therapeutisch wertvollen Naphthylisochinolin-Alkaloide begrenzt. Die biotechnologische Herstellung dieser Naturstoffe in gentechnisch veränderten Mikroorganismen stellt daher eine nachhaltige Ressource dar. Jedoch ist hierfür die genaue Kenntnis ihrer Biosynthese erforderlich. Eine Vermutung an der Biosynthese der Naphthylisochinolin-Alkaloide beteiligte Enzymgruppe sind die O-Methyltransferasen (OMT) [2]. In vergangenen Arbeiten wurde versucht OMTs aus cDNA-Bibliotheken in *Escherichia coli* (*E. coli*) zu exprimieren [3, 4]. Dabei kam es zur Bildung von unlöslichen inaktiven Proteinen (sog. „Inclusion Bodies“) bzw. zu geringen Protein-ansammlungen oder anderen atypischen Faltungsprozessen, die potentiell auf die biochemischen Eigenschaften Einfluss nehmen könnten. Insbesondere bakterielle Systeme werden häufig zur Gewinnung rekombinanter Proteine verwendet, weil Bakterien meist ein schnelles Wachstum zeigen und ihre Kultivierung vergleichsweise einfach und kostengünstig ist. Demgegenüber stehen Nachteile wie die falsche Faltung rekombinanter Proteine, Produktion von sog. Inclusion Bodies und Vektorinstabilität bei toxischen Proteinen [5]. Um diese negativen Aspekte zu vermeiden kann man Proteine in eukaryotischen Expressionssystemen wie der methyloptrophen Hefe *Pichia pastoris* produzieren. Dieses Expressionssystem gewährleistet eukaryotische posttranslationale Modifikationen wie beispielsweise Phosphorylierungen und Glykosylierungen. [6, 7].



Triphyophyllum peltatum, das Hakenblatt [8]

02 Ziel des Projekts

Langfristiges Ziel dieser Arbeiten ist die biotechnologische Herstellung von Naphthylisochinolin-Alkaloiden, pflanzlichen Naturstoffen aus tropischen Lianen, die in zahlreichen *in vitro*-Studien vielversprechende Wirkungen gegen Malaria und Krebs gezeigt haben. In einem ersten Schritt müssen die mikrobiellen Expressionssysteme optimiert werden.

Die O-Methyltransferase TpOMT ist ein Enzym aus dem Sekundärstoffwechsel von *Triphyophyllum peltatum* und wurde schon erfolgreich in *E. coli* produziert [9, 10]. Jedoch scheint der Faltungsprozess der TpOMT in *E. coli* nicht optimal zu funktionieren, was die Aktivität der TpOMT beeinflussen kann. Durch die Produktion der TpOMT in einem Eukaryoten wie der methyloptrophen Hefe *Pichia pastoris* (*PichiaPink™*, Life Technologies [11]) können solche Fehlfaltungen vermieden werden. Die vorliegende Arbeit besetzt sich mit der Optimierung der Expression der TpOMT in *P. pastoris*.

06 Literatur

- [1] Winkelmann T., Bringmann G., Herwig A., Hedrich R. Carnivory on demand: phosphorus deficiency induces glandular leaves in the African liana *Triphyophyllum peltatum*. *New Phytologist* 239 (3): 1140-1152, 2023
- [2] Ibrahim S.R.M., Mohamed G.A. Naphthylisoquinoline alkaloids potential drug leads. *FitoTerapia* 106: 194-225, 2015
- [3] Manaa E.M., Isolierung und Charakterisierung einer rekombinanten O-Methyltransferase aus dem Hakenblatt. Bachelorarbeit, Hochschule Zittau/Görlitz, 2022
- [4] Klos L., Biosynthese methylierter Naturstoffe in *Triphyophyllum peltatum*. Masterarbeit, Hochschule Zittau/Görlitz, 2021
- [5] Rosano G.L., Ceccarelli E.A. Recombinant protein expression in *Escherichia coli*: Advances and Challenges. *Frontiers in Microbiology* 5:172, 2014. DOI: 10.3389/fmicb.2014.00172
- [6] Jansohn M., Rothhämel S. Gentechnische Methoden: Eine Sammlung von Arbeitsanleitungen für das molekularbiologische Labor. 5. Aufl. Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag, 2011
- [7] Ahmad M., Hirz M., Pichler H., Schwab H. Protein expression in *Pichia pastoris*: recent achievements and perspectives for heterologous protein production. *Applied Microbiology and Biotechnology* 98 (12), 5301-5317, 2014
- [8] Feineis D., Bringmann G., *Ancistrocladus* Naphthylisoquinoline Alkaloids. In: Progress in the Chemistry of Organic Natural Products (eds. Kinghorn D.A., Falk H., Gibbons S., Asakawa Y., Liu J.-K., Dirsch V.M.), Volume 119, 2023, ISBN: 978-3-031-10456-5
- [9] Passolt L.M. Molekularbiologische und biochemische Untersuchungen zur Rolle der O-Methyltransferase bei der Biogenese von Naphthylisochinolin-Alkaloiden in *Triphyophyllum peltatum*. Diplom-Arbeit, Universität Leipzig, 2015
- [10] Le Tran T. Charakterisierung rekombinanter O-Methyltransferasen aus *Nepenthes alata* und *Triphyophyllum peltatum*. Diplom-Arbeit, Universität Leipzig, 2016
- [11] Life Technologies *PichiaPink™* Expression System™ (manual, version 22 January 2014)

03 Ergebnisse

Arbeitsabläufe und Versuchsstrategie Im Rahmen des Projektes wurde die TpOMT in *P. pastoris* kloniert. Verschiedene *P. pastoris*-Klone wurden darauf hin untersucht, wie stark sie die TpOMT exprimieren. Von diesen Klone erwiesen sich einige als geeignete Produktionsstämme („high-copy“-Transformanten). In weiteren Versuchen wurde die Expressionsrate der Stämme optimiert. Dabei wurden verschiedene Parameter untersucht (verschiedene Konzentrationen von Methanol zur Induktion, Fütterung mit Glukose, Fütterung mit Sorbitol).



***P. pastoris* nach Transformation auf PAD-Agar (Pichia-Adenin-Dropout-Agar)**

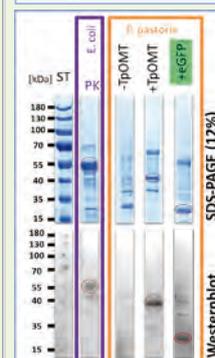
Weißer Kolonien zeigen „high-copy“-Transformanten, rote Kolonien zeigen „low-copy“-Transformanten

Überprüfung der TpOMT-Insertion ins Genom von *P. pastoris* mittels PCR und Agarose-Gelelektrophorese

1-6: verschiedene *Pichia*-Klone, * Positive Klone für TpOMT, - Negativkontrolle der PCR, + Positivkontrolle der PCR

Screening von produktionsfähigen Klone
Fütterung mit Sorbitol oder Glukose

Optimierung der Induktion (250 ml Schüttelkolbenmaßstab)
Feststellung der optimalen Menge an MeOH zur Induktion der TpOMT-Expression



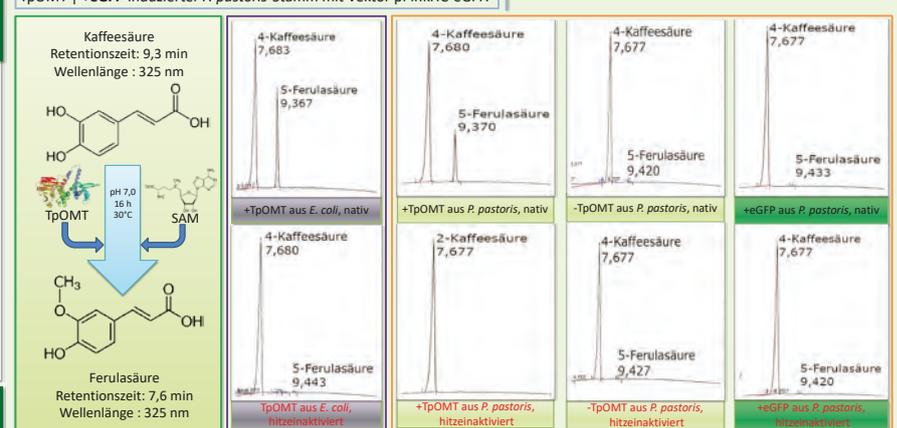
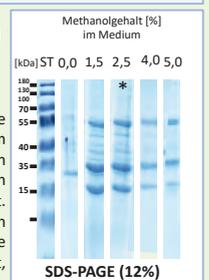
Nachweis von der Expression: SDS-PAGE- und Western-Blot-Analyse der affinitätsgereinigten TpOMT

Die Produktion der TpOMT wurde in Methanol (MeOH)-induzierten und nicht-induzierten *P. pastoris*-Produktionsstämmen untersucht. Nach Metallchelate (Ni-NTA)-Affinitätschromatographie wurden die Elutionsfraktionen mittels SDS-PAGE untersucht. Als Kontrolle diente die rekombinante affinitätsgereinigte TpOMT aus *E. coli*. Im Western-Blot wurden mittels Anti-HisTag-Antikörper die heterolog produzierten Proteine (TpOMT, eGFP, jeweils mit Hexahistidin-Tag verknüpft) nachgewiesen.

ST Proteinstandard | PK Positivkontrolle für die TpOMT produziert durch *E. coli* | -TpOMT nicht induzierter *P. pastoris*-Stamm mit Vektor pPinkHC-TpOMT | +TpOMT induzierter *P. pastoris*-Stamm mit Vektor pPinkHC-TpOMT | +eGFP induzierter *P. pastoris*-Stamm mit Vektor pPinkHC-eGFP.

Optimierung der Induktion mit Methanol zur Expression von TpOMT in *P. pastoris*

In Vorversuchen wurde der MeOH-Gehalt im Medium zur optimalen Induktion der Expression der TpOMT bestimmt. Nach einer viertägigen Induktion wurden die Hefekulturen geerntet, aufgeschlossen und mittels Ni-NTA-Affinitätschromatographie gereinigt. Die Elutionsfraktionen wurden mittels SDS-PAGE analysiert und nach Molekulargewicht getrennt. Bei einer Induktion mit 2,5% MeOH zeigte die TpOMT (*42,4 kDa) die stärkste Bande und somit die höchste Expressionsrate. Die so ermittelten Bedingungen wurden für weitere Versuche verwendet.



Enzymtest mit TpOMT (links) und Chromatogramme der HPLC-Analytik (rechts). Gereinigte native und hitzeinaktivierte TpOMT bzw. eGFP wurden für einen Enzymtest verwendet, um die Funktionalität der TpOMT zu prüfen. Die native TpOMT ist in der Lage, durch eine O-Methylierungsreaktion Kaffeesäure in Ferulasäure umzuwandeln. Dabei wird eine Methylgruppe vom Cofaktor S-Adenosylmethionin (SAM) auf die Hydroxygruppe von Kaffeesäure übertragen. Nach einer Extraktion mit Ethylacetat:Acetonitril (39:1) erfolgte die HPLC-Analyse unter folgenden Bedingungen: EC 250/4,6 Nucleodur 100-5 C18 ec-Säule, Lösungsmittelgradient: Wasser:Acetonitril mit 0,1% Ameisensäure, Detektion UV/VIS: 325nm

05 Fazit und Ausblick

Das Enzym TpOMT wurde erfolgreich in der Hefe *P. pastoris* produziert. Nach der Feststellung der optimalen Induktionsparameter für den charakterisierten Produktionsstamm soll zukünftig die Anzucht und Induktion im größeren Maßstab (Schüttelkolben über 2 L oder Fermentation) erfolgen. Außerdem muss für die rekombinante TpOMT aus *P. pastoris* eine finale Reinigungsstrategie mittels Ni-NTA-Affinitäts- und Anionenaustausch-Chromatographie entwickelt werden. Mit der vollständig gereinigten TpOMT soll ein finaler Enzymtest erfolgen. Abschließend soll die Enzymaktivität der rekombinanten TpOMT aus *P. pastoris* mit dem in *E. coli* produzierten Enzym verglichen werden. Zukünftig sollen weitere Pflanzenenzyme in *P. pastoris* hergestellt werden, um medizinisch relevante Sekundärstoffe aus dem Hakenblatt im großen Maßstab herstellen zu können.



FORSCHUNGSPROJEKT CARE-LEAVER* BEDARFE UND ERFORDERNISSE BEIM ÜBERGANG IN DAS ERWACHSENENLEBEN

Erstellt von: Nicola Barth (2023)

? Fragestellung

Welche **Erfahrungen** haben Jugendliche und junge Erwachsene in Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe gemacht? Wie wirken sich diese auf deren weiteres Leben aus? Welche **Bedarfe** zeigen sich?

🔗 Forschungsdesign

- ✓ Bündelung wissenschaftlicher und fachlicher **Expertise**
- ✓ Partizipativ orientierte **Entwicklung**
- ✓ **Durchführung:** leitfadengestützte teilstrukturierte Interviewerhebung
- ✓ **Auswertung:** Kategorieverfahren nach Grounded Theory
- ✓ **Ergebnissicherung & -transfer**

- wesentliche Ergebnisse -

FOKUS: ÜBERGANGSGESTALTUNG

- Erreichen der Volljährigkeit wird ambivalent erlebt = Vorfreude vs. Unsicherheit & Sorge (Ausprägung der Ambivalenz abhängig von Prozessbegleitung & -erleben)
- hohe Bedeutung verlässlicher Ansprechpersonen bei Übergang
- alle interviewten Jugendlichen (n=8) berichteten von Unterstützung, erfuhren diese jedoch sehr differenziert
- die meisten Jugendlichen wünschten sich längeren Verbleib in der Einrichtung und/ oder längere soziale & strukturelle Anbindung & Unterstützung
- Schwerpunkt der Vorbereitungen auf Volljährigkeit liegt auf Vermittlung alltagsbezogener technischer Kompetenzen (Kochen, Wäsche waschen, Anträge ausfüllen)
- Aufbau von Beziehungsnetzwerken & sozialen Kompetenzen scheint dagegen in Einrichtungen weniger von Bedeutung
- Übergangsgestaltung und -erfahrung wirkt sich stark auf das psychische Wohlbefinden der jungen Menschen aus
- einige Jugendliche nehmen die ihnen (rechtlich zustehende) entgegengebrachte Unterstützung als besonderes Glück wahr, äußern ein schlechtes Gewissen oder auch übermäßige Dankbarkeit gegenüber Fachkräften

FOKUS: SOZIALE NETZWERKE & BEZIEHUNGSARBEIT

- Als **Besonders ausschlaggebend für das Gelingen einer Hilfe** stellte sich eine positive Beziehung zwischen den Fachkräften und den jungen Menschen heraus. Folgende Punkte erweisen sich u.a. als förderlich:
- angemessene professionelle Nähe statt (ein zu viel an) professioneller Distanz
 - Zurückstellen administrativer Aufgaben zugunsten der Bedürfnisse junger Menschen
 - Sensibilität und Verständnis für individuelle Bedürfnisse
 - Einlassen auf junge Menschen & jugendkulturelle Themen
 - Entgegenbringen von Vertrauen und Zutrauen
 - junge Menschen als Expert:innen ihrer Lebenssituation wahrnehmen
 - Schaffung sicherer Räume, auch für Kritikäußerungen & Gehör dafür
 - wertschätzender Rahmen für Gespräche
 - respektvolle und wertschätzende Fehlerkultur
 - Wahrung von Rechtsansprüchen durch Fachkräfte



FOKUS: BETEILIGUNGSERFAHRUNGEN

- erlebte Qualität der Beziehungsgestaltung zwischen jungen Menschen & Fachkräften wirkt auf Empfinden der Unterstützung insgesamt und das Beteiligungsempfinden
- Notwendigkeit von mehr Aufklärung & Unterstützung bei Wahrung & Umsetzung der Rechte junger Menschen
- Mangel an Aufbau stabiler sozialer Netzwerke über Hilfeende hinaus
- Selbstwirksamkeitserfahrung & Beziehungsaufbau zu Peers stark abhängig von Beziehungsqualität & Beteiligungsmöglichkeiten in der Einrichtung
- deutlicher Bedarf an etablierten Ehemaligenkulturen
- Bedarf von Selbstvertretungsstrukturen sowie professionellen Beschwerdeverfahren

Beispielausschnitte aus zwei Interviews:

„... das war eine andere Betreuerin. Aber sie hat sich **geopfert** dafür, weil sie eigentlich auch Urlaub hatte, mitzuhelfen und für mich mit da zu sein, falls was ist. (...) Das war schon **sehr freundlich**.“ (Int_ René _Zeile 265-267)

„Durch **ganz viel Glück** hab ich dann was gefunden, für, fürn halbes Jahr erstmal, so ne wirklich ne Woche vorher und das hat mich auch psychisch noch mal richtig rausgekickt, eigentlich gings mir ganz gut und dann, also **es sind halt Existenzängste**, einfach auf der Straße zu sitzen.“ (Int_Robi_Zeile 82-86)



📢 ERGEBNISSICHERNDE PUBLIKATIONEN

Barth, N. & Enke, P. (2023). Care-Leaver* – Bedarfe und Erfordernisse beim Übergang in das Erwachsenenleben - zu partizipativen Aspekten bei der (Forschungs-)arbeit mit Jugendlichen. In CORAX, 1/2023, S. 39-41.

Barth, N., Baumgarten, J., Preusker, S. & Linke, T., u. M. von Enke, P. (2023). Care Leaver* – Bedarfe und Erfordernisse beim Übergang in das Erwachsenenleben. Fokus: Erfahrungen mit Beteiligung in der Jugendhilfe. In Diskurs Kindheits- und Jugendforschung, Heft 3/2023, S. 415-420.

Schubert, L. & Linke, T. (2023). Perspektiven auf queer-inklusives Handeln in der Jugendhilfe. In CORAX, 3/2023, S. 40-42.

In Bearbeitung: Linke, T. & Schubert, L.: Sexuelle Bildung in der Heimerziehung. Erfahrungen und Bedarfe von Jugendlichen.

In Bearbeitung: Linke, T., Preusker, S., Baumgarten, J. & Barth, N. u. M. von Enke, P.: „Durch ganz viel Glück“ – Sichtweisen junger Menschen auf die erfahrene Unterstützung in der Heimerziehung beim Übergang in die Selbstständigkeit.

Bachelorarbeiten zum Forschungsthema:

Baumgarten, J. (2023). Bedeutung sozialer Netzwerke in und nach der stationären Jugendhilfe aus Perspektive von Careleaver*innen. Hochschule Mittweida

Preusker, S. (2023). Wie erlebten Careleaver*innen Beteiligung in der stationären Kinder- und Jugendhilfe? Hochschule Zittau/Görlitz

Projektleitung:

Mitarbeitende im Projekt:

Begleitende Expert*innen:

Prof. Dr. Torsten Linke

Sarah Preusker, Jule Baumgarten, Paul Enke, Nicola Barth

Jessica Böttger, Christoph Jo Metzler, Toni-Leon Feldmann

Diese Maßnahme wird mitfinanziert mit Steuermitteln auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.



Abbildung und Analyse von Kreditkunden-Netzwerken mittels Graphen

Prof. Dr. Mario Straßberger

Problemstellung und Ziel

Die zunehmende Digitalisierung der Wirtschaft führt unter anderem zu intensiveren unternehmensübergreifenden Kooperationen innerhalb der Wertschöpfung und damit in der Unternehmensfinanzierung auch zu einem vermehrten Übergang vom Unternehmenskredit zur Projektfinanzierung. Strukturierte Projektfinanzierungen unterscheiden sich in ihren Volumina, Laufzeiten und Risiken deutlich vom klassischen Unternehmenskredit. Vor allem um die Risiken solcher Projektfinanzierungen richtig beurteilen zu können, müssen Kreditinstitute künftig in der Lage sein, bei ihren Bonitätseinschätzungen die Netzwerke der Kreditkunden genau abzubilden und zu analysieren. Das Kreditrisiko der Finanzierung hängt nicht mehr nur von der Qualität eines einzelnen Kunden ab, sondern von einem Geflecht an Projektbeteiligten mit unterschiedlichen Bonitäten und Gewichten innerhalb der Wertschöpfung.

Das Forschungsprojekt möchte die teils komplexen Kreditkunden-Netzwerke mit Hilfe von Graphen modellieren und im Hinblick auf Abhängigkeiten, Risikokonzentrationen und Ansteckungsgefahren analysieren. Die Graphentheorie hat sich als geeignetes Instrument erwiesen, um wirtschaftliche Abhängigkeiten zwischen Unternehmen mit Hilfe von Graphen abzubilden. Kreditinstitute sollen damit in die Lage versetzt werden, ihre Bonitäts- und Risikobeurteilungen von modernen Projektfinanzierungen besser vornehmen zu können. Zudem werden aktuelle bankenaufsichtliche Anforderungen unterstützt.

Graphen

Graphen $G = (N, E)$ bestehen aus nicht-leeren und endlichen Mengen von Knoten N und Kanten E auf N .

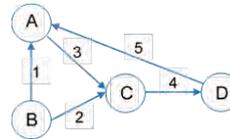
Jede Kante $e \in E$ ist verknüpft mit exakt einem Paar $(n_i, n_j) \in N$.

z.B. $N = \{A, B, C, D\}$; $E = \{(A, C), (B, A), (B, C), (C, D), (D, A)\}$

Kanten können gerichtet und gewichtet werden mit einer Funktion $f(n_i, n_j)$

z.B. $f(A, C) = 3$, $f(B, A) = 1$, $f(B, C) = 2$, $f(C, D) = 4$, $f(D, A) = 5$

Struktur, Ordnung (Gerichtetheit) und Bewertungen (Gewichte) des Graphen werden in einer $n \times n$ Adjazenzmatrix A abgebildet und gespeichert.

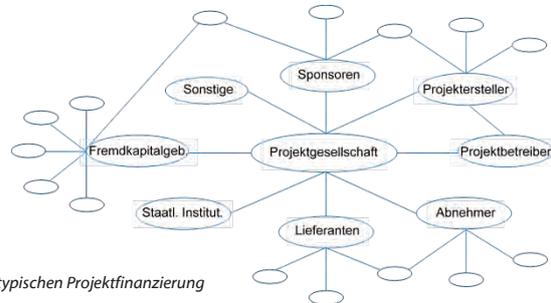


	A	B	C	D
A	0	0	3	0
B	1	0	2	0
C	0	0	0	4
D	5	0	0	0

Beispiel eines gerichteten, bewerteten Graphen mit Adjazenzmatrix

Graphen in Kreditkunden-Netzwerken

- Knoten:** Kreditkunden und Projektbeteiligte für dynamische Analysen: potenzielle Kreditkunden und Projektbeteiligte
- Kanten:** Wertschöpfungs- oder Kapitalbeziehungen, Partnerschaften (gemessen z. B. durch Umsätze, Transaktionen, Beteiligungen etc.)
- Ordnung der Kanten:** hauptsächlich der Leistungs- oder Kapitalfluss oder hauptsächlich die Richtung von Ansprüchen
- Bewertung der Kanten:** relative Umsätze, Cashflows, Kapitalbeträge etc. (Nutzung von Techniken des Data Mining)



Beispielhafter Graph einer typischen Projektfinanzierung

Analyse der Topologie des Graphen

Beispiele:

- Größe der k -Nachbarschaft eines Knotens (Anzahl von Knoten, die nicht weiter als k Kanten von geg. Knoten entfernt)
 - Grad eines Knotens (Anzahl Kanten zu anderen Knoten)
 - Entfernung (Nähe) eines Knotens (kleinste Summe der Kantenbewertungen)
 - Zentralität des Graphen (Knoten, für den max. Entfernung zu allen anderen Knoten min. ist)
 - Max. spannender Baum (Teilgraph mit max. Summe aller Kantenbewertungen)
- Ausmaß der Vernetzung, Bedeutung für mögliche Ansteckungen einzelner Projektbeteiligter / Kreditnehmer
 - Bedeutung einzelner Projektbeteiligter / Kreditnehmer, Erkennen von Konzentrationen
 - Zentraler Spieler im Kreditkunden-Netzwerk / im Projekt
 - Identifikation potenzieller Ansteckungswege



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischer Landtags beschlossenen Haushaltes.

Bisherige Publikationen

- Strassberger, M. (2021), Graph-based representations of credit portfolios and their analysis, *European Journal of Economics and Management Sciences* 7 (1), 23-28.
- Straßberger, M. (2021), Risikomodellierung mittels Graphentheorie. Kreditportfoliomodelle für vernetzte Schuldner, *Zeitschrift für Bankpolitik und Praxis* 61 (4), 14-17.
- Straßberger, M. (2022), Projekt- und Kreditnehmer-Netzwerke, *Das Wirtschaftsstudium* 50 (10), 1041-1045.

Digitalisierter Energieeffizienz-Benchmark Industrie

Ermittlung des Energieeffizienzfortschritts für KMU

Tino Schütte¹, Wilhelm Riesner, Jörg Lässig², Patrick Schmidt²

¹Hochschule Zittau/Görlitz, Fakultät Wirtschaftswissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen

²Hochschule Zittau/Görlitz, Fakultät Elektrotechnik und Informatik, Fachbereich Informatik

Notwendigkeit

	Treibhausgas Emissionen (ggü. 1990)	Erneuerbare Energien		Effizienz und Verbrauch			Atom Energie
		Bruttoenergie	Brutto-Strom	Primär-energie	Gebäude-wärme	Endenergie im Verkehr	
2016							-41 %
2017							-47 %
2018							-54 %
2019							-60 %
2020	-40 %	18 %	35 %	-20 %	-20 %	-10 %	-10 %
2021							-80 %
2022							-100 %
2030	-55 %	30 %	65 %				
2040	Treibhausgas-neutral	45 %					
2050	Treibhausgas-neutral	60 %		-50 %	-80 %	-40 %	-25 %

Vorgaben der Bundesregierung zur Energiewende in Deutschland

Ziele

- o Bestimmung der **Energieeffizienz**situation für kleine und mittlere Unternehmen
- o Vergleich mit dem Branchendurchschnitt sowie den gesetzten Zielen
- o **statistisch** gemeldete Daten als Grundlage
- o jährliche Wiederholung zur Erkennung von **Entwicklungstrends**
- o **Gesamtziel:** – Erreichen der Energieeffizienz-Vorgaben
– Kontrolle der Energiewende

Methodik

Energieeffizienz messen

- o Bildung von **12 Kennziffern** zur Charakterisierung der Energieeffizienz (Vergleich Norm DIN ISO 50006:2014)
- o für über **300 Wirtschaftszweige** in Deutschland
- o von insgesamt ca. **45.000** statistisch gemeldeten Industriebetrieben
- o Verhältnis zwischen
 - Brennstoffintensität, Stromintensität, Gesamtenergieintensität, CO₂-Emissionsintensität
 - und
 - Umsatz, Bruttowertschöpfung, Beschäftigten

4.2 Umsatzbezogene Kennziffern

4.2.1	Gesamtenergieverbrauch des Umsatzes:	1,16
4.2.2	Brennstoffverbrauch des Umsatzes:	1,29
4.2.3	Stromverbrauch des Umsatzes:	1,03
4.2.4	CO ₂ -Emission des Umsatzes:	1,61

4.3 Bruttowertschöpfungsbezogene Kennziffern

4.3.1	Gesamtenergieverbrauch der Bruttowertschöpfung:	1,35
4.3.2	Brennstoffverbrauch der Bruttowertschöpfung:	1,50
4.3.3	Stromverbrauch der Bruttowertschöpfung:	1,19
4.3.4	CO ₂ -Emission der Bruttowertschöpfung:	1,86

Beispielhafter Vergleich von Kennziffern eines Unternehmens mit dem entsprechenden Mittelwert aller Unternehmen seines Wirtschaftszweiges
Verhältniszahl > 1 - Besser als der Durchschnitt
Verhältniszahl < 1 - Schlechter als der Durchschnitt

Energieeffizienz vergleichen

- o Für alle Unternehmen der **NACE-4-Stellen-Klassifikation**
- o Vergleich von Unternehmen unterschiedlicher Größe - Normalisierung mit:
 - **Umsatz**
 - **Bruttowertschöpfung**
 - **Anzahl der Beschäftigten**
- o Erkennung von Abweichungen in der Entwicklung in Bezug zum Wirtschaftszweig

Durchführung des Benchmarks

Springer Publikationen

- o **Angaben** des Unternehmens notwendig
 - Wirtschaftszweignummer, Energieverbrauch
 - Umsatz, Bruttowertschöpfung und Beschäftigtenanzahl
- o Ermittlung der **Energieeffizienz**kennzahlen des Unternehmens
- o Vergleich mit Energieeffizienzkenzahlen des entsprechenden Wirtschaftszweiges



Weblösung

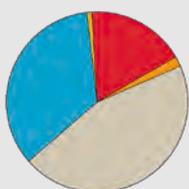
- o einfache und schnelle Generierung eines **Energieeffizienzberichts**
- o Berichts-anforderung komplett **kostenlos**
- o bequeme Zusendung per **E-Mail**
- o **keine Selbstberechnung** der Kennziffern notwendig
- o basierend auf fortlaufend aktualisierter **Datenbank**
- o für jedes Unternehmen in Deutschland innerhalb der NACE-Klassifikation durchführbar



Energieeffizienz-Kennzahlen

245 Gießereien

Kennziffern zur Energieeffizienz des Wirtschaftszweiges **WZ08-245, Gießereien** für das Jahr 2020. Die Kennziffern stellen den Mittelwert von **408** Betrieben dieses Wirtschaftszweiges in Deutschland dar.



Kohle	17,58 %
Heizöl	0,92 %
Erdgas	34,56 %
Erneuerbare Energien	0,00 %
Strom	45,14 %
Fernwärme	0,00 %
Sonstige	1,80 %

Tabelle 7.57 Umsatzbezogene Kennziffern

Gesamtenergieverbrauch des Umsatzes:	3,07 GJ / 1000€
Brennstoffverbrauch des Umsatzes:	1,68 GJ / 1000€
Stromverbrauch des Umsatzes:	385,31 kWh / 1000€
CO ₂ -Emission des Umsatzes:	261,98 kg CO ₂ / 1000€

Tabelle 7.58 Bruttowertschöpfungsbezogene Kennziffern

Gesamtenergieverbrauch der Bruttowertschöpfung:	9,84 GJ / 1000€
Brennstoffverbrauch der Bruttowertschöpfung:	5,40 GJ / 1000€
Stromverbrauch der Bruttowertschöpfung:	1.234,11 kWh / 1000€
CO ₂ -Emission der Bruttowertschöpfung:	839,11 kg CO ₂ / 1000€

Tabelle 7.59 Beschäftigtenbezogene Kennziffern

Gesamtenergieverbrauch pro Beschäftigten:	505,84 GJ / 1000€ Besch.
Brennstoffverbrauch pro Beschäftigten:	277,52 GJ / Besch.
Stromverbrauch pro Beschäftigten:	63.473,01 kWh / Besch.
CO ₂ -Emission pro Beschäftigten:	43.157,19 kg CO ₂ / Besch.

Tabelle 7.60 Kennziffern zur Produktivität

Umsatz je Beschäftigten:	164,73 x 1000€
Anteil der Bruttowertschöpfung am Umsatz:	31,22 %

Literatur

- [1] 8. Monitoring-Bericht zur Energiewende, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2021
- [2] Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland. AG Energiebilanzen, 2022
- [3] Jahreshebung über die Energieverwendung im Verarbeitenden Gewerbe, im Bau und der Gewinnung von Steinen und Erden. Statistisches Bundesamt, 2020
- [4] Jahresbericht für Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden. Statistisches Bundesamt - Destatis Genesis Online, 2020
- [5] Kostenstrukturerhebung im Bereich Verarbeitendes Gewerbe, Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden. Statistisches Bundesamt - Destatis Genesis-Online 2020
- [6] Emissionsfaktoren der Energieträger. Umweltschutzamt, 2020
- [7] Klassifikation der Wirtschaftszweige, WZ 2008, Statistisches Bundesamt



Gebäudegekoppelte Elektromobilität

- Konzept für das GET-Labor -

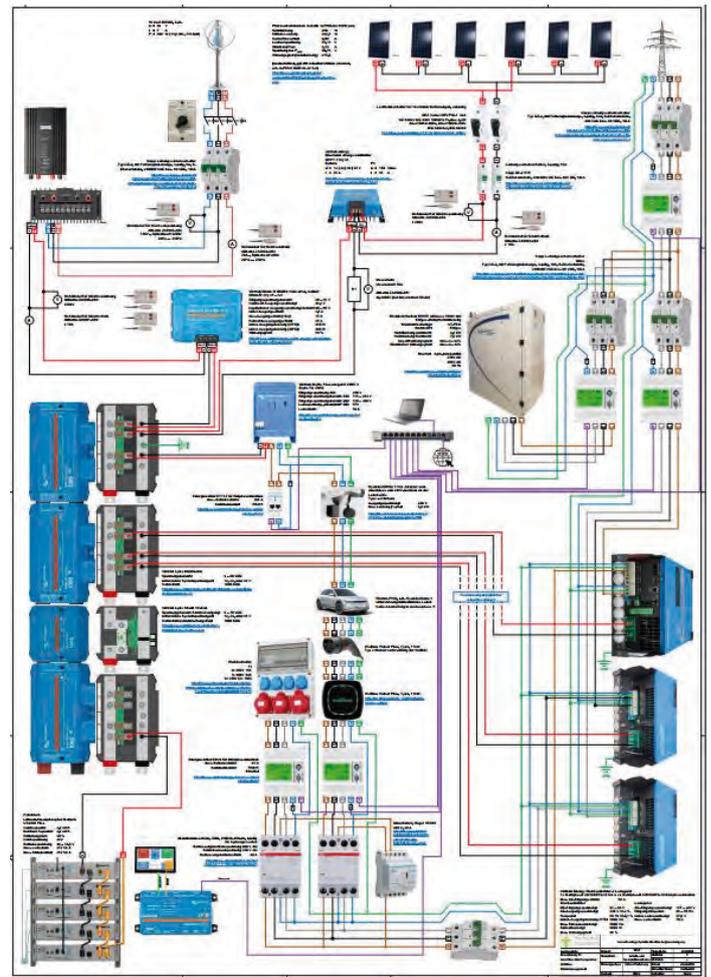
Projektleitung
Prof. Dr. Tino Schütte
03583 - 612 4647
t.schuette@hszg.de

Projektbearbeitung
Markus Haack, M.Eng.
03583 - 612 4684
m.haack@hszg.de

Kontakt
Hochschule Zittau/Görlitz
Theodor-Körner-Allee 16
02763 Zittau

Projektzusammenfassung

Elektromobilität und Ladeinfrastruktur sind aktuelle Herausforderungen. So fokussiert beispielsweise das GEL-Gesetz darauf, dass E-Fahrzeuge an ihren Abstellorten, üblicherweise auf Parkplätzen in Gebäudenähe, aufgeladen werden können. Dies setzt voraus, dass an bzw. in Gebäuden auch elektrische Energie mit ausreichender Leistung und Menge zur Verfügung steht. Ein möglichst hoher Anteil des Ladestromes sollte dabei aus erneuerbaren Energien stammen. Die hierfür zunehmend notwendige, hybride Energieversorgung war Forschungsgegenstand am Beispiel des Labors Gebäudeenergie-technik. Es umfasst Technologien zur konventionellen Energieumwandlung, Systeme zur regenerativen Energieerzeugung, (Photovoltaik, Windkraft und Geothermie), Anlagen zur Energiespeicherung (elektrisch, thermisch). Zweck des Energiemanagements ist eine Nutzung von Energie unter den Kriterien der energetischen, wirtschaftlichen und ökologischen Vorteilhaftigkeit. Eine zentrale Aufgabe im Projekt war die Erstellung eines konkreten Technikkonzeptes für die Erweiterung mit einer KWK-Anlage (möglichst Brennstoffzellentechnik) und einem Ladepunkt für den bidirektionalen Austausch von Elektroenergie zwischen dem Gebäude und dem E-Fahrzeug. Dabei war die Notwendigkeit eines gemeinsamen Monitorings für die bereits vorhandenen Versuchsanlagen der Gebäudeenergieversorgung zu berücksichtigen. Im Ergebnis der Projektarbeit wurde ein Gesamtkonzept entwickelt und in Teilen mit verfügbarer Anlagentechnik umgesetzt. Die nebenstehende Abbildung illustriert den Ansatz. Das GET-Labor soll dazu beitragen, weitere Forschungsarbeiten im Bereich der hybriden Gebäudeenergieversorgung zu realisieren.



Projektlauzeit: 01.01.2022 – 31.12.2022 | Mittelumfang: 61 TEUR



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.



Gebäudeenergie-technik-Labor



www.hszg.de/forschung