

TAO

TECHNOLOGIE
ALLIANZ
OBERFRANKEN

RÜCK BLICK 2024

PARTNERHOCHSCHULEN

Universität Bamberg



 UNIVERSITÄT
BAYREUTH

 HOCHSCHULE
COBURG

 Hochschule
Hof

RÜCKBLICK 2024

Die TechnologieAllianzOberfranken (im Folgenden TAO) wurde 2011 als Kooperation zwischen den beiden Universitäten Bamberg und Bayreuth sowie den Hochschulen für angewandte Wissenschaften Coburg und Hof gegründet. Das Ziel ist, die vorhandene Technologiekompetenz durch die Kooperation und Vernetzung zu stärken und im Kontext des demografischen Wandels weiterzuentwickeln. Die Kooperation ist ein lebendiges Konstrukt, das Veränderung und Entwicklung innerhalb des Systems ermöglicht. Die Herausforderung der Zusammenarbeit zwischen den Partnern wird von den vier Hochschulen angenommen und in erfolgreiche Forschungs- und Lehrkooperationen umgesetzt. Es gibt mit Energie und Mobilität zwei Kernbereiche sowie mit Werkstoffe, Informationstechnologie (IT) und Sensorik sowie Mensch und Technik drei Querschnittstechnologien.

TAO bedeutet nicht, dass alle vier Hochschulen gleichermaßen an allen Projekten beteiligt sein müssen. Die vier Partnerhochschulen haben unterschiedliche Forschungs- und Lehrschwerpunkte, nicht jedes Projekt ist für alle gleichermaßen interessant oder bearbeitbar. Ziel der TAO-Kooperation ist nicht, gleichsam eine virtuelle Hochschule zu erschaffen, sondern sowohl gemeinsame Stärken zu entwickeln und zu fördern als auch die einzelnen Stärken der Kooperationspartner zu verdeutlichen und somit die Attraktivität der Region Oberfranken als Studien- und Arbeitsort weiter zu verbessern.

Die Kooperationsvereinbarung wurde mehrfach überarbeitet, um den dynamischen Prozess abbilden zu können. Aktuell gilt die Vereinbarung vom 21. November 2022. Weitere Entwicklungen werden bei künftigen Überarbeitungen integriert.

Das Jahr war erfolgreich! Die verschiedenen Forschungsprojekte wurden erfolgreich weitergeführt, einige wurden abgeschlossen. Dafür gibt es eine Reihe neuer Projekte, die im TAO-Kontext entstanden. Das Graduiertenkolleg „Energieautarke Gebäude“ wurde fortgesetzt – die Kurzbeschreibungen einiger aktueller Promotionen finden sich im Anhang – und auch das TAO Schülerforschungszentrum Oberfranken hat seine Arbeit fortgeführt – besonders im Bereich der Physik wieder sehr erfolgreich!



Der 2023 begonnene Relaunch der TAO Homepage erwies sich als arbeits- und zeitaufwendig und konnte Ende des Jahres mit dem Go-live abgeschlossen werden. Die Homepage erstrahlt in neuem, frischem Design und orientiert sich von der Menüführung an den besonders stark frequentierten Seiten. Die Rückmeldungen zum neuen Auftritt sind sehr positiv!

Es besteht weiterhin eine enge Zusammenarbeit im Bereich der Weiterbildung. Es gibt eine fest etablierte Arbeitsgruppe, die sich monatlich zum gemeinsamen Austausch trifft.

In diesem Jahr wurde eine hochschulübergreifende Arbeitsgruppe im Bereich Gesundheit inklusive medizinische Versorgung im ländlichen Raum und Pflege gegründet. Hier geht es darum, die Expertise aus den vier Häusern zusammenzutragen, enger zu vernetzen um daraus Optionen für die Zukunft ableiten zu können.

Eine andere Arbeitsgruppe, die 2024 ins Leben gerufen wurde, beschäftigt sich mit der Exportkontrolle in der Academia, einem seit einigen Jahren immer brisanter werdenden Themenkomplex, in dem die Expertise an den einzelnen Hochschulen erst aufgebaut wird.

GEMEINSAM VERNETZT FORSCHEN

Es ist die Gesellschaft, die von TAO profitieren soll. Qualitativ hochwertige Forschung ist ein wesentlicher Baustein für die Attraktivität von Universitäten und Hochschulen. Mündet diese in Kooperationen mit der Wirtschaft, werden dadurch sowohl die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit als auch die Innovationsfähigkeit der einheimischen Unternehmen unterstützt und gesichert. Ziel ist dabei auch, Arbeitsplätze in der Region zu erhalten oder sogar neu zu schaffen.

Die Zahl der Kooperationsprojekte zwischen den vier TAO-Hochschulen hat auch 2024 zugenommen. Wie auch in den Vorjahren, beschränken sich gemeinsame Projekte nicht auf die TAO-Professuren, sondern finden sich dort, wo Forschungsprojekte zusammenpassen. Dies ist ein kontinuierlicher Prozess, der sich mit der fortschreitenden Vernetzung innerhalb der TAO-Hochschulen weiterentwickelt. Vorgestellt werden nachfolgend einige ausgewählte Projekte.

LEHRSTUHL BIOMATERIALIEN EU-PROJEKT „PURE – PRECISELY PATTERNED NANOFIBERS FOR HIGH PERFORMANCE BIOSEPARATIONS“

In dem seit 2020 laufenden EU-Projekt „PURE – Precisely Patterned Nanofibers for High Performance Bioseparations“ werden neuartige Nanofaservliese aus präzise funktionalisierten Spinnenseidenproteinen für hochleistungsfähige Bioseparationsverfahren und Filteranwendungen entwickelt. Die Projektpartner neben dem Lehrstuhl Biomaterialien der UBT sind die NOVA Universität Lissabon/Portugal, die Universität für Bodenkultur BOKU in Wien/Österreich und der Industriepartner Instituto de Biologia Experimental e Tecnologica (iBET), Oeiras/Portugal. Die im Projekt benutzte Verarbeitungsmethode des Elektrosinnens zur Herstellung von nanoskaligen Vliesmaterialien aus spezifisch modifizierten Spinnenseidenproteinen für die Anbindung von virusartigen Partikeln und monoklonalen Antikörpern greift auf die Infrastruktur und die Expertise des TAO-Keylabs „Fasertechnologien“ zurück. Im Berichtszeitraum wurden die Arbeiten an 2D-Filtermembranen für die Bioseparation mittels Elektrosinnens und die Übertragung auf 3D-Konstrukte durch verschiedene Filteraufbauten weitergeführt. Dabei wurden u.a. freistehende Membranaufbauten mit Dicken >100µm entwickelt und getestet, Reinigung der Filtermembranen durch Rückstrom sowie Filter mit modifizierten Proteinen und unterschiedlichen Ladungen getestet, um den Einfluss von Eigenladung der Filtermaterialien auf die Filtrationseffizienz zu untersuchen.

Die Ergebnisse des Projektes werden zudem dafür verwendet, neuartige elektro-gesponnene Filtermembranen für die Filtration von Bakterien und Mikroorganismen aus Flüssigkeiten zu entwickeln.

DFG-PROJEKT: „VERSCHLEISSFESTE TRIBOELEKTRISCHE NANOGENERATOREN AUF DÜNNSCHICHTBASIS FÜR ENERGIEAUTARKE SENSORIK“

Mit einem gelungenen Kickoff-Treffen in Bayreuth wurde das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und der Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (Chile) geförderte deutsch-chilenische Forschungsprojekt zu triboelektrischen Nanogeneratoren (TENG) offiziell gestartet. Ziel des Projekts ist die gemeinsame Entwicklung und Untersuchung verschleißfester Dünnschichten für den Einsatz in TENG-Anwendungen. Die Kooperation vereint die Expertise der Lehrstühle für Konstruktionslehre und CAD (Prof. Tremmel) sowie Mess- und Regeltechnik (Prof. Fischerauer) der Universität Bayreuth mit dem Wissen der Partner an der Pontificia Universidad Católica de Chile.

Für das Auftakttreffen reisten Prof. Marian und Dr. Natarajan nach Bayreuth, um gemeinsam mit den deutschen Partnern den Projektstart zu gestalten und die nächsten Schritte zu planen. Im Mittelpunkt stand neben der fachlichen Abstimmung auch der persönliche und interkulturelle Austausch. Auf deutscher Seite liegt der Schwerpunkt auf diamantähnlichen Kohlenstoffschichten (DLC), die in Bayreuth entwickelt und charakterisiert werden. Ihre Eignung für den Einsatz in TENG wird anschließend experimentell geprüft. Die chilenischen Partner konzentrieren sich auf MXene – zweidimensionale, metallbasierte Materialien mit hohem technologischem Potenzial. Diese Schichten werden im weiteren Verlauf ebenfalls in Bayreuth hinsichtlich ihrer Eignung für TENG-Anwendungen getestet.



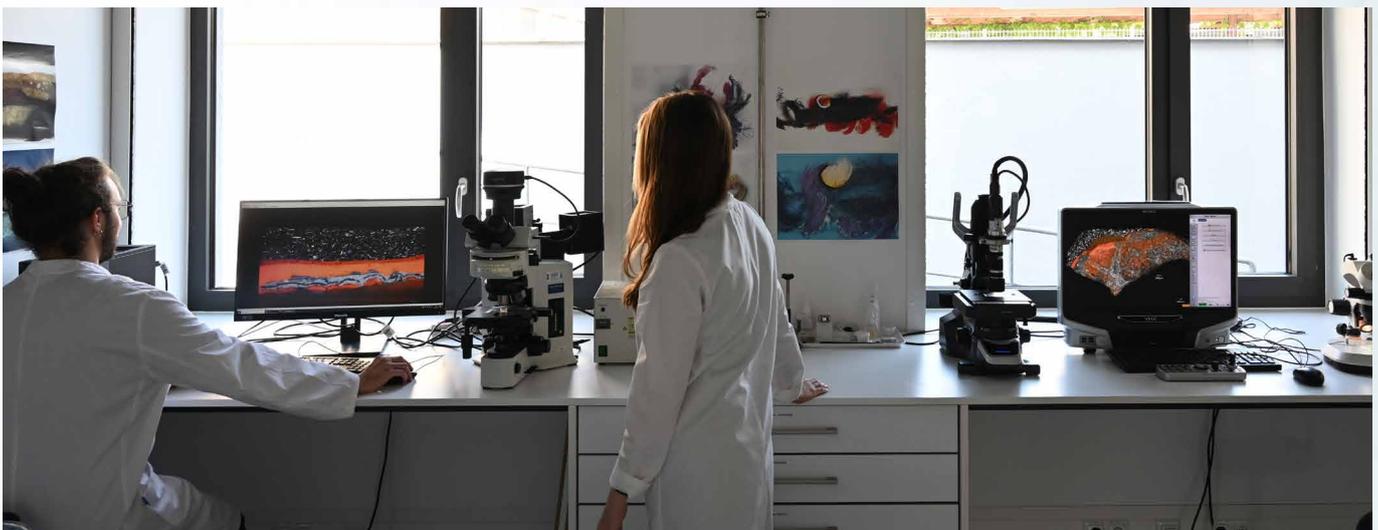
Begutachtung eines Fensters

HOCHSCHULE COBURG BETEILIGT SICH MIT DEM TEILPROJEKT „BAUEN IM BESTAND, TRANSFER IN DIE PRAXIS“ AN DER DATI-INNOVATIONSCOMMUNITY „INNOVATION AUS TRADITION – TRANSFERSTRUKTUREN FÜR NACHHALTIGES UND KLIMAGERECHTES BAUEN IM BESTAND (INTRABAU)“

Das übergeordnete Ziel der IC ist es, zur Ressourcenschonung, Energieeffizienz und Klimaneutralität im Bausektor beizutragen. Die IC InTraBau vernetzt Akteure und Akteurinnen im Bausektor Oberfrankens, um Innovation und Transfer zwischen Wissenschaft, Planungspraxis und Handwerk nachhaltig zu fördern. Ein Bottom-Up-Ansatz mit einer neuen Governance-Struktur und Community-Clustern soll langfristige Effekte erzielen.

Die Hochschule Coburg verbindet Wissenschaft und Praxis. Als einer von drei Standorten des Koordinationsbüros der IC fördert sie den bidirektionalen Transfer und aktiviert die Community. Die Identifikation bedarfsorientierter Problemstellungen bildet die Grundlage für den Aufbau der Community-Cluster. Zielgruppenorientierte Formate initiieren den Austausch zwischen Wissenschaft, Praxis und Handwerk und fokussieren insbesondere auf kleine Handwerksbetriebe mit Unterstützung der Handwerkskammer für Oberfranken. Relevante Fragestellungen und Innovationsbedarfe werden identifiziert, um innovative Communityprojekte zu fördern und die anwendungsorientierte Forschung zu unterstützen.

Die Hochschule dokumentiert die Communityprojekte systematisch. Diese Erkenntnisse fließen u.a. in Weiterbildungs- und Beratungsformate sowie in den neuen Studiengang „Bauerhalt und traditionelle Werktechniken“ ein.



Materialanalyse im Projekt

EFRE – ANTIMIKROBIELLE BESCHICHTUNGEN NACH DEM VORBILD NATÜRLICHER INSEKTENPRODUKTE

Zusammen mit dem langjährigen Forschungspartner Tschechische Akademie der Wissenschaften in Budweis/CZ konnte 2023 im Rahmen des Programms der Europäischen Territorialen Zusammenarbeit (INTERREG 2021-2027) im Schwerpunktprogramm „Forschung und Wissenstransfer“ in der Grenzregion Bayern-Südböhmen erneut erfolgreich ein Projekt zur angewandten Forschung eingeworben werden. Das Ziel des Projektes „EFRE – Antimikrobielle Beschichtungen nach dem Vorbild natürlicher Insektenprodukte“ ist es, bekannte antimikrobielle Peptidkomponenten von Insekten zur aktiven Funktionalisierung von bestehenden Materialien einzusetzen. Modellpeptide, deren Sequenzen vom Partner in Budweis zur Verfügung gestellt werden, werden an der UBT biotechnologisch hergestellt, charakterisiert und als antimikrobielle Oberflächenbeschichtungen getestet. Zusammen mit lokalen Firmen des tschechischen Partners und der UBT sollen die antimikrobiellen Peptidbeschichtungen so etabliert werden, dass sie erfolgreich in die Herstellungskette für bestehende Produkte integriert werden können. Im Zeitraum 2022-2024 wurde in einem ZIM-Projekt die Produktion von elektro-gesponnenen Nanofaservliesen aus Biopolymeren für die Anwendung in Luftfiltern verfolgt. In Kooperation mit zwei Firmen wurden dabei Kaskaden-Faltenfilter mit dem Ziel entwickelt, eine grüne, nachhaltige und kontinuierliche Produktionsroute von Feinstaubfilter-Materialien aus Biopolymeren auf Wasserbasis zu etablieren. In der Berichtsperiode wurde das Projekt erfolgreich beendet, und es konnte durch den Transfer des Spinnprozesses vom Labormaßstab auf das industrie-nahe hochskalierte Verfahren des Zentrifugen-Elektrospinnens eine kontinuierliche Verarbeitung im Rolle-zu-Rolle Prozess dargestellt werden. Die dafür eingesetzte 1-Kopf-Zentrifugen-Elektrospinnanlage ist Teil der apparativen Ausstattung des TAO KeyLabs „Fasertechnologien“.

Seit 2023 untersucht der Lehrstuhl Biomaterialien in einem von der Bayerischen Forschungstiftung finanzierten Projekt die Eignung von elektro-gesponnenen Nanofaser-Vliesmaterialien aus rekombinanten Spinnenseidenproteinen als Trägermembranen für die photo-katalytische Spaltung von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff als Energieträger. Dabei sollen mit Gold beschichtete Halbleiter-Partikel an modifizierte Spinnenseiden-Faseroberflächen gebunden werden, um ein großes Oberflächen-Volumenverhältnis für eine effiziente Photokatalyse zu erhalten. Das Projekt wird in Kooperation mit dem Lehrstuhl Physikalische Chemie III an der UBT durchgeführt. Im Projekt konnte erfolgreich gezeigt werden, dass die entwickelten Hybrid-Fasermaterialien photokatalytisch aktiv sind mit z.B. TiO₂-Partikeln eine H₂-Entwicklung unter Sonnenlichteinstrahlung zeigen, deren Effizienz in ähnlicher Größenordnung wie vergleichbare partikuläre Systeme liegt.

Die mit Hilfe von TAO-Mitteln installierten Mikroskope der korrelativen Mikroskopie-Plattform (CLEM) am Lehrstuhl Biomaterialien sind ein wichtiges bildgebendes Analyse-Werkzeug für die Forschung. Sie wurden in verschiedenen Drittmittel-geförderten Verbundprojekten, z.B. dem DFG Transregio TRR225 „Biofabrikation“ (2. Förderperiode) oder dem SFB 1347 „Mikroplastik“ (2. Förderperiode) eingesetzt, und nehmen dort eine zentrale Rolle für die mikroskopische Analyse von zellulären Strukturen und oberflächennahen Abläufen sowie Zell-Material-Interaktionen ein. Ergebnisse der Untersuchungen in den genannten Projekten sind in mehreren Publikationen des Lehrstuhls eingeflossen.

Der Lehrstuhl koordinierte die Planung und Durchführung der Veranstaltung 3D-Druck Connect x Additive an der UBT, bei der sich u.a. lokale Firmen aus Oberfranken über technische Möglichkeiten des 3D-Drucks für die Produktion informiert haben.¹

¹ Publikationen mit direktem Bezug zu den TAO-Aktivitäten

Jasinski J., Völkl M., Wilde M.V., Jérôme V., Fröhlich T., Freitag R. & Scheibel T., 2024. Influence of the polymer type of a microplastic challenge on the reaction of murine cells, *J. Hazard. Mater.* 465:133280.

Fabian Straske F., Zainuddin S., Viard A., Motz G. & Scheibel T., 2024. Carbon fibers made from cellulose acetate as a green polymer precursor, *ACS Sustainable Chem. Eng.* 12: 5780-5787.

Grijalva Garces D. et al., 2024. On the reproducibility of extrusion-based bioprinting, *Biofabrication* 16:015002.

Kumar L. Nandan B., Sarkar S., König, T.A.F., Pohl D., Tsuda T., Zainuddin M.S.B., Humenik M., Scheibel T. & Horechyy A., 2024. Enhanced photocatalytic performance of coaxially electrospun titania nanofibers, *J. Coll. Interf. Sci.* 674:560-575.

Schiller T. & Scheibel T., 2024. Bioinspired and biomimetic protein-based fibers and their applications, *Comm. Mater.* 5:56

HOCHSCHULEN UND WIRTSCHAFT IM SCHULTERSCHLUSS

Die Zusammenarbeit zwischen den TAO-Hochschulen und der Wirtschaft, in Einzelkooperationen ebenso wie in Gemeinschaftsprojekten, ist ein wichtiger Baustein in der TAO-Welt. Das Angebot an Arbeitsplätzen und die Qualität der Arbeitsplätze sind ein wesentlicher Faktor für die Attraktivität Oberfrankens und das Bemühen, Menschen in der Region zu halten bzw. sie hier anzusiedeln.

„GO! GRÜNDUNGSHUB OBERFRANKEN“

Das gemeinsame TAO-Projekt ermöglicht an der Hochschule Coburg die Akquise von fünf Gründungstipendien aus dem Bundesprogramm „EXIST-Women“ und gewinnt mit dem IMPACT-Festival den bayerischen Hochschulpreis Entrepreneurship „MöglichMacher 2024“

Exist-Women: Das Programm foundHER zielt darauf ab, den Anteil weiblicher Gründerinnen an der Hochschule Coburg zu steigern und so zur Förderung von Innovation und Chancengleichheit beizutragen. Trotz der starken Präsenz von Frauen in der Hochschulbildung ist der Anteil weiblicher Gründerinnen weiterhin niedrig. Dies zeigt sich auch in den Gründungsaktivitäten der Hochschule Coburg, bei denen nur 20 % der Bewerbungen für das Qualifizierungsprogramm GO! Gründungshub von Frauen stammen. Mit gezielten Maßnahmen wie Sensibilisierung, Mentoring und Netzwerkarbeit soll foundHER Frauen ermutigen, unternehmerische Risiken einzugehen und Gründungsideen zu entwickeln. Das Programm umfasst die individuelle Förderung von fünf Teilnehmerinnen, die über ein offenes Bewerbungsverfahren und gezielte Ansprache ausgewählt werden. Die Bewerberinnen bringen entweder bereits Gründungsideen mit oder wollen diese entwickeln. Ein integraler Bestandteil des Programms ist ein intensives Mentoring durch erfahrene Gründerinnen und Unternehmerinnen, das den Stipendiatinnen nicht nur Fachwissen, sondern auch wertvolle Netzwerkkontakte vermittelt. Geplant sind zudem Veranstaltungen zur Sichtbarkeit von weiblichen Gründerinnen, wie Pitch-Events und Netzwerk-Treffen.



Auftakt Gründungshub

STARTSCHUSS FÜR DAS ZUKUNFTSPROJEKT WASTEWOOD2FUEL

Der Startschuss für das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderte Projekt „WasteWood2Fuel“ ist offiziell gefallen. Damit startet eine vielversprechende Initiative zur nachhaltigen Kraftstoffproduktion. Zum Projektauftritt trafen sich die Projektpartner in den neuen Räumlichkeiten des UBT Future Energy Lab (FEL) in Wunsiedel. Als Koordinator des Verbundprojekts übernimmt das FEL die Bewertung und Optimierung der kombinierten Erzeugung von Strom, Wärme und Kraftstoffen in gekoppelten Energiesystemen.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer wegweisenden Technologie zur dezentralen Herstellung von Flüssigkraftstoffen aus festen biogenen Reststoffen. Durch die gezielte Um- und Aufrüstung bestehender Holzvergaseranlagen sollen nachhaltige Alternativen zu fossilen Kraftstoffen geschaffen werden. Besonders im Fokus stehen die nachhaltige Synthese von Fischer-Tropsch-Kraftstoffen und Methanol, die für den Einsatz in schweren Maschinen sowie im Luft- und Schiffsverkehr von Bedeutung sind.

Ein zentrales Innovationsziel des Projekts ist die Weiterentwicklung der Holzvergasung durch den Einsatz von reinem Sauerstoff anstelle von Luft als Oxidationsmittel. Der Fokus liegt dabei auf der Entwicklung kleinskaliger, dezentraler Lösungen, die eine effiziente Nutzung aller Produkte – Strom, Wärme und Kraftstoff – ermöglichen. Im Rahmen des Projekts werden die Holzvergasung mit Sauerstoff, die Nachbehandlung mittels Wassergas-Shift und die Feinreinigung sowie die beiden Synthesepfade untersucht. Auf dieser Basis entstehen ein Demonstrator mit Vergasung und Nachbereitung im Realmaßstab sowie zwei Ein-Rohr-Reaktoren zur Kraftstoffsynthese. Der Prototyp zur Synthesereaktion von Kraftstoffen nutzt das sogenannte Fischer-Tropsch-Verfahren und wird durch das Zentrum für Energietechnik der Universität Bayreuth umgesetzt und betrieben. Hierbei bringt der Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik seine langjährigen Kompetenzen und Erfahrungen aus dem ZET-Reallabor Wunsiedel in dieses Vorhaben ein. Die beschriebene Anlage dient zur Validierung der

Ergebnisse und ermöglicht Tests unter realen Bedingungen. Parallel dazu wird untersucht, wie das System optimal in bestehende Energie-Infrastrukturen integriert werden kann – insbesondere an Standorten mit biogenen Reststoffvorkommen und Elektrolyseuren zur Bereitstellung von Sauerstoff.

Ein wichtiger Bestandteil des Projekts ist die Entwicklung und Validierung eines Simulationsmodells zur kostenoptimierten Planung und zum Betrieb dezentraler Systeme zur kombinierten Strom-, Wärme und Kraftstoffherzeugung. Hierfür werden verschiedene Szenarien zur Systemintegration entwickelt, die eine breite Anwendbarkeit und Übertragbarkeit der Ergebnisse sicherstellen sollen. Die Entwicklung eines umfassenden Simulationsmodells ermöglicht eine kontinuierliche Optimierung des Gesamtsystems. Das FEL wird diese Entwicklungen durchführen und die Ergebnisse unter energetischen, exergetischen, ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten bewerten. „Mit der Technologie können wir Restholz und überschüssigen Elektrolysesauerstoff für die Erzeugung von Strom, Wärme und Kraftstoff verwerten. Durch eine kosteneffiziente Planung und intelligente Anlagensteuerung werden alle Produkte optimal in einem gekoppelten Energiesystem genutzt – von Waste Wood und Waste Oxygen zu Zero Waste“, erklärt Dr.-Ing. Matthias Welzl, Leiter für Energiesysteme und Wasserstoff am FEL.

Das Gesamtprojekt hat eine Laufzeit von drei Jahren und wird mit 1,76 Millionen Euro vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert. Zu den Projektpartnern gehören – neben der UBT Future Energy Lab Wunsiedel GmbH und dem Zentrum für Energietechnik – die Burkhardt GmbH mit Sitz in Mühlhausen, die BTX energy GmbH mit Sitz in Hof und das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik mit dem Institutsteil Sulzbach-Rosenberg.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Das Projektteam beim Besuch der Pelletvergaser am Energiepark in Wunsiedel

MÖGLICHMACHER

Das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst und die vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft – würdigen mit dem Preis herausragende Leistungen für die Entrepreneurship- und Gründungsförderung an bayerischen Hochschulen. Eine Jury aus Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft, Wirtschaft und der Startup-Szene wählte Personen und Projekte aus, die in besonderem Maße Entrepreneurship und Gründungskultur an ihren Hochschulen fördern. Insgesamt wurden Preise im Wert von 65.000 Euro übergeben. Die Auszeichnung für die Hochschule Coburg ist mit 15.000 Euro dotiert. Das Coburger Innovations- und Lernfestival IMPACT hat die Jury aus allen Beiträgen von Hochschulen für angewandte Wissenschaften und Technischen Hochschulen auf Platz 1 gewählt. Die Jury würdigte die besondere Strahlkraft des IMPACT-Festivals und hob hervor, dass es für die Region einen bedeutenden Mehrwert schafft. Die Auszeichnung für die Hochschule Coburg ist mit 15.000 Euro dotiert. Das Preisgeld soll verwendet werden, um IMPACT 2025 für die Studierenden noch attraktiver zu gestalten, außerdem auch als Anschubfinanzierung für tolle Ideen, die bereits erarbeitet wurden.

TAO-LEHRSTUHL WIRTSCHAFTSINFORMATIK – ENERGIEEFFIZIENTE SYSTEME (PROF. DR. THORSTEN STAAKE)

Die Digitalisierung verknüpft Unternehmen enger mit ihren Kunden und verschiebt die Grenzen klassischer Informationssysteme bis in die Wohnungen, Autos und Smartphones der Bürger. Der Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insbes. Energieeffiziente Systeme ist angetreten, um den Wert der dadurch entstehenden Daten zu heben und diese für eine nachhaltige Entwicklung nutzbar zu machen. Die Kombination von Maschinellem Lernen mit Methoden der Verhaltensökonomie ist Schwerpunkt unserer Forschung. Wir arbeiten an Verfahren, um Verhaltensmuster zu erkennen, Kundenverhalten zu verstehen, Geschäftsprozesse zu verbessern und Menschen in ihren alltäglichen Entscheidungen zu unterstützen. Im Jahr 2024 konnten wir dazu große Forschungs- und Transferprojekte gewinnen bzw. abschließen, davon mit Regionalbezug mit den Stadtwerken Haßfurt im Bereich Energie und Netze (gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft) und im Rahmen des EXIST-Forschungstransferprojektes AI SalesCoach mit dem Ziel einer Unternehmensgründung.

FORSCHUNGSPROJEKT DES TAO-LEHRSTUHL FÜR MECHATRONIK MIT ZF SCHWEINFURT ÜBER TEST UND QUALIFIKATION VON MOTORWICKLUNGEN

In einem gemeinsamen Forschungsprojekt mit ZF am Standort Schweinfurt hat der Lehrstuhl für Mechatronik ein spezielles Messsystem entwickelt. Dieses dient zur Absicherung der Belastung der Wicklungen von Antrieben für Elektrofahrzeuge. Mit dem Messsystem können sowohl Maximalbelastungen getestet werden als auch Lebensdauertests gefahren werden. So ist der fränkische Hersteller für E-Antriebsstränge in der Lage, realitätsnah während der Entwicklung Belastungen zu testen, um neue Isolationssysteme abzusichern oder auch die Fertigungsqualität zu überwachen. An dem Projekt waren am Lehrstuhl wissenschaftliche Mitarbeiter und auch Studierende im Rahmen ihres Masterstudiums beteiligt, so dass an der Universität Bayreuth Versuche mit realistischen Testobjekten unternommen werden konnten. So wurden verschiedene Isolationssysteme auf Lebensdauer unter Pulsbelastung untersucht. Eine weitere Besonderheit des Messsystems ist, dass Spannungsteilheiten entsprechend der neusten Generation von Leistungshalbleitern auf Basis von Silizium-Karbid erreicht werden. Durch Einsatz von diesen Halbleitern werden wiederum deutliche Verbesserungen im Wirkungsgrad des Antriebes erreicht.



Pulsgenerator mit Spannung bis 2500V und Spannungsteilheit bis 100V/ns

STEINWIASEN-NURN, HOF HADER

Das Projekt wurde im Rahmen von SPORE durchgeführt, um zu ermitteln, inwieweit landwirtschaftliche Flächen bei Hochwasser als Wasserspeicher und in trockeneren Phasen als Wasserquelle genutzt werden können.

Bei der Begehung des Feldes von Dr. Hader, einem Landwirt aus Nurn-Steinweisen, war deutlich erkennbar, dass der Boden stark ausgetrocknet war. Obwohl der Landwirt genau wusste, welche Maßnahmen unter diesen Umständen zu ergreifen sind, scheinen zuverlässige Daten über den aktuellen Wasserhaushalt und zuverlässige Wettervorhersagen zu fehlen. Der Schwerpunkt lag darauf Wege zu finden, diese Lücke durch kostengünstige Digitalisierung zu schließen.

Eine globale Studie zeigt, dass die Einführung von Präzisionsagrar-technologie in nicht mechanisierten kleinen und mittleren landwirtschaftlichen Betrieben aufgrund wirtschaftlicher Hindernisse gering ist. Hohe Anfangsinvestitionen und ein langer ROI sowie die Schulungskosten behindern die Einführung.

Ziel ist die Entwicklung und der Aufbau einer LoRaWAN-Teststation an der Hochschule Hof, um die preiswerte und die teure Sensorvariante unter möglichst agrarnahen Feldbedingungen zu testen und verwertbare Daten zu generieren. Ebenso soll die Machbarkeit des Einsatzes der preiswerten Sensorvariante anstelle der teuren Sensorvariante geprüft werden. Außerdem soll eine Methode zur Durchführung einer datengetriebenen Vergleichsstudie über die Leistungsfähigkeit von preiswerten und teuren Varianten von LoRaWAN basierten Sensoren in der Landwirtschaft entwickelt werden.

SYMPOSIEN, KONFERENZEN UND WEITERE VERANSTALTUNGEN

TAO-LEHRSTUHL FÜR INFORMATIK, INSBES. MOBILE SOFTWARESYSTEME / MOBILITÄT (PROF. DR. DANIELA NICKLAS)

Am Lehrstuhl für Informatik, insbesondere Mobile Systeme / Mobilität, laufen zahlreiche Forschungsaktivitäten mit Bezug zu Smart Cities, die sich dem TAO-Kontext zuordnen lassen. Im Projekt Explanym – Erklärbare Anonymisierung Intermodaler Mobilitätsdaten wurden erste Feldstudien mit einer Tracking-App in der Stadt sowie mit Medical Device Tracking im Klinikum Bamberg durchgeführt. Beteiligt sind regionale Unternehmen wie Safactory GmbH, die Bamberger Stadtwerke oder die HTK (Hygiene Technologie Kompetenzzentrum). Ein Sommerprojekt mit Gaststudierenden der University of Washington ermöglichte die gemeinsame Arbeit mit Studierenden aus Bamberg an interdisziplinären Smart-City-Themen. In einer Keynote auf der FMEC/IOTSMS 2024 in Malmö präsentierte Prof. Dr. Daniela Nicklas Bamberg als Modell für Fog-, Edge- und IoT-basierte urbane Infrastrukturen. Weitere Aktivitäten umfassen die Projektmesse im Stadt:Raum des Smart City Research Lab. Ein besonderes Highlight war die Gründung der interdisziplinären Bamberger Graduate School for Smart City Science, die regionale Forschung und Praxis langfristig miteinander verbindet.



Gründungsmitglieder der BaGSCIS – Bamberger Graduate School for Smart City Science am 6. November 2024

NEUE VERANSTALTUNGSREIHE „GESUNDHEIT! WISSEN FÜR ALLE BY HOCHSCHULE COBURG“

Die neue Veranstaltungsreihe setzt die Aktivitäten der Hochschule Coburg aus dem Themenjahr Gesundheit erfolgreich fort. Bei den Themenabenden der Hochschule rund um Gesundheit kommen Themen auf den Tisch, die am Puls der Forschung sind und gleichzeitig unseren Alltag berühren. Die Hochschule lädt zu Veranstaltungsabenden ein, bei denen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Expertinnen und Experten aus der Praxis Einblicke in aktuelle Forschung und Entwicklungen zu verschiedenen Themen geben. Unterstützt werden die Themenabende durch das Projekt „CREAPOLIS + design“ im Rahmen der Bund-Länder-Initiative Innovative Hochschule und durch die TAO. Im Jahr 2024 konnten insgesamt vier Themenabende am Standort Coburg für die interessierte Öffentlichkeit, aber auch für Forschende der anderen TAO-Hochschulen angeboten werden.

AKTIVITÄTEN DES KEYLAB CLEAN AIR AUF INTERNATIONALEN KONFERENZEN VORGESTELLT

Die Nutzung von Biomasse in der Energietechnik kann einerseits den Eintrag von fossilem Kohlenstoff in die Atmosphäre verringern. Andererseits können bei der Holz- oder Reststoffverbrennung gesundheitsschädliche Emissionen entstehen, die einer Nachbehandlung bedürfen.

Auf der FuturEmission-Konferenz in Karlsruhe mit internationalen Teilnehmenden aus dem Katalyse-Bereich stand die Diskussion über zukünftige Herausforderungen, Konzepte und Lösungen aus dem Bereich der Emissionsminderung im Vordergrund. Dr.-Ing. Gunter Hagen stellte Aktivitäten aus dem Keylab Clean Air am ZET vor.

In Deutschland werden ca. 11 Mio. Kaminöfen betrieben. Vor allem deren Partikel-Emissionen führen zu heftigen Diskussionen hinsichtlich gesundheitsgefährdender Substanzen. Eine automatisierte Regelung der Verbrennung, die gezielt die Feinstaub-Entstehung vermeidet, existiert bislang nicht – vor allem, weil Ruß- und Staubemissionen nicht mit kostengünstiger Sensorik während des Betriebs eines Ofens überwacht werden kann. Thema der Forschung im Keylab Clean Air ist nun, Korrelationen zwischen Partikel-Emissionen und Daten von (selbstentwickelten) Gassensoren oder weiteren Betriebsparametern zu finden.

Ein Vortrag bei einem jährlich stattfindenden Treffen der internationalen Nanoparticles-Community an der ETH Zürich dazu fand ebenfalls große Beachtung.



Dr.-Ing. Gunter Hagen bei der Konferenz in Karlsruhe

IT-FORUM OBERFRANKEN 2024

Bereits zum zwölften Mal in Folge veranstalteten die vier oberfränkischen Hochschulen und Universitäten das IT-Forum Oberfranken, das im jährlichen Wechsel an einer der vier Hochschulen stattfindet. Am 20.03.2024 lud die Universität Bayreuth unter dem Motto „Tech for Tomorrow: Innovationen für eine nachhaltige Welt“ zum Austausch zwischen mittelständischen Unternehmen, dem IT-Cluster Oberfranken, der IHK und HWK für Oberfranken, dem BF/M (Betriebswirtschaftliches Forschungszentrum für Fragen der mittelständischen Wirtschaft e. V.) sowie den vier oberfränkischen Hochschulen der Technologieallianz Oberfranken. Das Forum dient zudem als Schaufenster für regionale IT-Anbieter und Dienstleister, um innovative Lösungen für aktuelle und zukünftige Herausforderungen zu präsentieren. „Im Jahr 2024 legen wir den Fokus auf nachhaltige IT-Innovationen sowie IT-Innovationen für Nachhaltigkeit“, sagt Prof. Dr. Anna Maria Oberländer, Inhaberin der Juniorprofessur für Wirtschaftsinformatik und Digitale Transformation. „Unser Programm beleuchtet nicht nur Lösungen, die den IT-Sektor ökologischer und zukunftsfähiger machen, sondern zeigt auch, wie die IT andere Branchen in ihrem Bestreben nach Nachhaltigkeit transformieren kann.“

Tech for
Tomorrow
Innovationen für
eine nachhaltige Welt



SCHULE, STUDIUM, BERUFS- BEGLEITEND: ANGEBOTE AUS DER REGION FÜR DIE REGION

Bildung ist eines der zentralen Themen innerhalb von TAO, sowohl im Sinne der klassischen Lehre, als auch bei der Weiterbildung, sei sie berufsbegleitend oder nach einer beruflichen Pause. Im Rahmen des TAO Schülerforschungszentrums gibt es auch für Schülerinnen und Schüler viele interessante Angebote. Die vier TAO-Hochschulen leisten einen maßgeblichen Beitrag zur fortlaufenden Qualifizierung von Fach- und Führungskräften in der Region. An allen vier TAO-Hochschulen gibt es Angebote für berufsbegleitende Weiterbildung und für Wiedereinsteiger ins Berufsleben. Auch hier hat sich eine enge Kooperation zwischen den Hochschulen etabliert.

HOCHSCHULE COBURG IM AKTUELLEN CHE-TRANSFER-RANKING 2024 BAYERNWEIT AN DER SPITZE

Im Rahmen der TAO wurde an der Hochschule Coburg seit 2011 ein starker Fokus auf den Ausbau der Unterstützungsstrukturen für Forschung und Transfer gelegt und die Verstärkung einer professionellen Servicestelle – dem ForschungsTransferCenter (FTC) – ermöglicht. Durch den parallelen Einsatz von TAO-Mitteln und Bundesmitteln für das Projekt CREAPOLIS (Innovative Hochschule 2018-2027), konnte die Weiterentwicklung des FTC zu den drei Referaten „Transfer und Entrepreneurship“, „Forschungs- und Drittmittelservice“ sowie „Forschungsstrategie und -qualitätsmanagement“ im Jahr 2024 abgeschlossen werden. Den Forschenden an der Hochschule Coburg stehen nun besonders umfassende Unterstützungsangebote zur Anbahnung und Durchführung von Forschungs- und Transferprojekten zur Verfügung, was auch den anderen Hochschulen im TAO-Verbund und den Unternehmen in der Region zugutekommt.

Nicht zuletzt aufgrund dieser Möglichkeiten, konnte die Hochschule Coburg im bundesweiten CHE-Transfer-Ranking den dritten Platz erringen – bayernweit liegt die Hochschule damit 2024 sogar an der Spitze.



„SYSTEMATISCHE VERARBEITUNG VON UNGEWASCHENER SCHAFWOLLE DURCH CHEMISCHE, ENZYMATISCHE UND MIKROBIOLOGISCHE PROZESSE ZUR SYNTHESE VON PFLANZENDÜNGERN MIT ANPASSBARER MISCHBARKEIT“ – WOLLAND

Es handelt sich um einen Antrag für ein Forschungsprojekt bei der FNR im Rahmen des Förderprogramms „Nachhaltige Erneuerbare Ressourcen“. Es geht dabei um eine effiziente Nutzung von ungewaschener Schafwolle statt deren Entsorgung, die Umwandlung des biogenen Rohstoffs Schafwolle in weiter prozessierbare Stoffe und den Aufschluss der Schafwolle in ihre strukturellen Bestandteile.



Ebenso soll die Entwicklung eines dosierbaren Düngers, der die Vorteile mineralischer Dünger (hohe Pflanzenverfügbarkeit, schneller und genau dosierbarer Nährstoffeintrag) mit denen organischer Dünger (Versorgung mit Spurenelementen, Verbesserung der Bodenqualität) verbindet, entwickelt werden.

Es sollen technologische Grundlagen zur Nutzung von ungewaschener Schafwolle für weitere Anwendungsmöglichkeiten geschaffen werden und eine neue Wertschöpfungskette und spätere Umsetzung in einem völlig neuartigen technologischen Konzept entwickelt werden.

Ebenso muss die Praxisbezogenheit des Lösungswegs und der Forschungsergebnisse durch einen projektbegleitenden Ausschuss (PBA) mit beratender Funktion aus Landwirtschaftsbetrieben der Schafzucht, Wollhändlern, Garnherstellern, Anlagenbauern, Düngerherstellern sowie potentiellen Anwendenden und außerdem relevanten Behörden, Einrichtungen und Interessensverbänden sichergestellt werden.

Ungewaschene Schafwolle

ZUSAMMENARBEIT IN DER WEITERBILDUNG

Monatlich treffen sich die Weiterbildungseinrichtungen der TAO-Hochschulen digital, um sich zu allgemeinen Fragen der Weiterbildung, zu laufenden Projekten und zu neuen Projektideen auszutauschen. Die Angebote werden abgestimmt und schaffen Synergien, indem systematisch Dozierende der einen auch an einer anderen TAO-Hochschule in der Weiterbildung mitwirken.

GRADUIERTENKOLLEG „ENERGIEAUTARKE GEBÄUDE“²

Das TAO-Graduiertenkolleg „Energieautarke Gebäude“ befindet sich in der zweiten Förderphase. Das heißt die Promovendinnen und Promovenden der zweiten Förderphase sind meist in der Mitte oder bereits am Ende Ihres Vorhabens. Dieser Statusbericht liefert eine Übersicht der laufenden Projekte im TAO-Graduiertenkolleg. Im Sinne des Wissenstransfer erfolgt weiterhin ein regelmäßiger, wissenschaftlicher Austausch und die Diskussion von Forschungsergebnissen innerhalb des Graduiertenkollegs. Darüber hinaus werden die Ergebnisse der Promotionsprojekte in Form von Konferenzbeiträgen und Artikeln in internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht. Im Folgenden die Highlights des TAO-Graduiertenkollegs:

- Insgesamt sind bereits 13 Promotionen erfolgreich abgeschlossen und veröffentlicht.
- Aktuell sind 13 weitere Doktoranden im TAO-GradKo aktiv. Darunter sind 11 direkt über das TAO-Graduiertenkolleg finanziert und 2 assoziierte Mitglieder.
- Die Promovenden des Graduiertenkollegs haben nun bereits 40 wissenschaftliche Zeitschriftenartikel in internationalen Fachzeitschriften (alle Peer-Review-Verfahren) als Erstautor veröffentlicht. Darüber hinaus wurden rund 95 Tagungsbeiträge auf nationalen und internationalen Veranstaltungen durch die Doktoranden vorgetragen und veröffentlicht. Alle Veröffentlichungen und Tagungsbeiträge werden auf der TAO-Homepage aufgeführt: <https://www.tao-oberfranken.de/forschung/graduiertenkolleg-energieautarke-gebäude/publikationen/>

GRADUIERTENKOLLEGSEMINARE

Traditionell findet das Statusseminar des TAO-Graduiertenkollegs „Energieautarke Gebäude“ im Sommer auf Schloss Thurnau statt. Die spannenden Fachvorträge der Promovendinnen und Promovenden wurden intensiv mit den betreuenden Professorinnen und Professoren diskutiert.

Darüber hinaus fand am 07.12.2023 der Workshop „Der Verteidigung gut vorbereitet begegnen“ statt. In diesem Workshop wurden die Promovierenden auf die Rahmenbedingungen einer Disputation vorbereitet. Sie wurden für formale Abläufe der Verteidigung und ihre Besonderheiten sensibilisiert. Mit praktischen Übungen, Coaching-Techniken und einem Live-Setting trainierten Doktorandinnen und Doktoranden den Umgang mit Fragen, Antworten, Argumenten und Einwänden unter Anleitung der externen Referentin Frau Dr. Kohistani von Saminworld.



Gruppenbild des TAO-Graduiertenkollegs „Energieautarke Gebäude“ im Sommer 2024



Prof. Dr. Stefan Gast, Präsident der Hochschule Coburg, bei der Jubiläumsfeier

10 JAHRE MASTER BIOANALYTIK: JUBILÄUMSFEIER AN DER HOCHSCHULE COBURG

Der Studiengang Bioanalytik wurde von Beginn an maßgeblich mit Mitteln der TAO unterstützt und aufgebaut. Neben wichtiger Ausstattung für Lehre und Forschung stellte TAO zweitweise eine Forschungsprofessur zur Verfügung und förderte die hochschulübergreifende Lehre in Coburg und Bayreuth. 2024 gehört der Studiengang zu den erfolgreichsten Masterstudiengängen der Hochschule und die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zeichnen sich durch überdurchschnittliche Drittmittelerfolge – auch im Verbund mit der Universität Bayreuth – aus.

² Die Vorstellung der aktuell laufenden Promotionen befindet sich im Anhang.

Schüler Forschungs Zentrum Oberfranken



TAO-SCHÜLERFORSCHUNGSZENTRUM OBERFRANKEN

Das TAO Schülerforschungszentrum Oberfranken gibt Schülerinnen und Schülern bewusst außerhalb des schulischen Rahmens die Möglichkeit, sich mit den MINT Fächern zu befassen. Wir bieten Workshops ab der 6./7. Klasse für Gymnasien und für BOS/FOS an. Es sollen auch die Kinder und Jugendlichen erreicht und angesprochen werden, die in der Schule mit den MINT Fächern Probleme haben – aus welchen Gründen auch immer. Jede Hochschule hat eine Kontaktlehrkraft, die die Koordination mit den Schulen übernimmt. In unserem Angebot sind pro Schulhalbjahr etwa 40 Workshops aus allen MINT-Themengebieten. Das TAO SFZ hat mit den Universitäten Bamberg und Bayreuth und den Hochschulen Coburg und Hof vier Standorte, an denen die Workshops angeboten werden und ist somit das einzige dezentrale Schülerforschungszentrum in Deutschland.

WIE ES WEITERGEHT

TAO wird den Arbeitsschwerpunkt weiterhin auf die junge Generation legen, denn dies ist die Generation, die Oberfranken braucht, um dem demographischen Wandel zu begegnen. Die Forschung und die Zusammenarbeit mit der Wirtschaft bleiben zentrale Themen, denen sich die beiden Universitäten und die beiden Hochschulen sowohl einzeln als auch im Verbund am stärksten widmen.

Das Schülerforschungszentrum, dessen Ziel es nicht nur ist, interessierten Schülerinnen und Schüler eigenständige Forschung zu ermöglichen, sondern auch, Schülerinnen und Schüler an die MINT-Themen heranzuführen und ihr Interesse zu wecken, um frühzeitig Berührungspunkte mit diesen Fächern abzubauen, soll weiter gestärkt werden. Dem Fachkräftemangel im MINT-Bereich soll auch durch diese Maßnahmen begegnet werden.

Auch wenn es 2024 kein Themenjahr gegeben hat, so bedeutet dies nicht das Ende der Reihe. Für 2025 ist ein neues TAO-Themenjahr unter dem Titel „Energiezukunft Oberfranken – Regional, innovativ, wirtschaftlich“ geplant. Dies ist ein Fachgebiet, in dem alle vier Hochschulen große Expertise besitzen. Kern eines Themenjahrs sind gemeinsame, zentral organisierte Veranstaltungen, die durch dezentrale Veranstaltungen der Partner-Hochschulen ergänzt werden können. Ziel der Veranstaltungen soll es sein, Wissenschaftlerinnen, Studierenden, Unternehmen und der Gesellschaft einen Einblick in die Arbeit der Hochschulen zu ermöglichen, Netzwerke zum gegenseitigen Austausch zu schaffen und gemeinsame Projekte zu fördern.



Der Arbeitsschwerpunkt der Geschäftsstelle bleibt in den Bereichen Kommunikation und Netzwerkbildung. Beides sind unerlässliche Faktoren für eine wachsende Bekanntheit und eine fortschreitende Verankerung von TAO im Bewusstsein der Öffentlichkeit.



TECHNOLOGIE
ALLIANZ
OBERFRANKEN

 Universität Bamberg	4 Standorte
 UNIVERSITÄT BAYREUTH	33.990 Studierende
 HOCHSCHULE COBURG	352 Studiengänge
 Hochschule Hof	180 Masterstudiengänge
	658 Professor*innen
	5 kooperative Promotionen
	19 Promotionen im Graduiertenkolleg „Energieautarke Gebäude“

KONTAKT

TAO TechnologieAllianzOberfranken

Dr. Anja Chales de Beaulieu
Leiterin der TAO Geschäftsstelle

Universität Bayreuth
Nürnberger Straße 38
Zapf-Gebäude Haus 1
95448 Bayreuth/Germany
Phone +49 (0)921 554722
info@tao-oberfranken.de



Die Bildrechte liegen bei den Universitäten Bamberg und Bayreuth sowie den Hochschulen Coburg und Hof.
Die Rechte für das Foto „Auftakt Gründungshub“ liegen bei Uwe Niklas.
Zusätzlich: Pixabay und Shutterstock

www.tao-oberfranken.de

Übersicht der laufenden Promotionsprojekte im TAO-Graduiertenkolleg „Energieautarke Gebäude“

- Projekt 21: Akustische Manipulation von elektrochemischen Prozessen an strukturierten Elektroden
- Projekt 24: Intelligente Benutzerschnittstelle zum Navigieren und Explorieren von Wissen und Dokumenten zu energieautarken Gebäuden
- Projekt 27: Energieautarke Funksensoren mit Speisung durch kinetische Energy-Harvester
- Projekt 28: Einsatz der elektrischen Kapazitätstomographie zur Bestimmung der Temperaturverteilung in Festbettreaktoren zur Konditionierung von Einsatzgasen für Brennstoffzellengeräte
- Projekt 29: Entfernung von Kohlenmonoxid aus Einsatzgasen für Brennstoffzellengeräte durch die Wassergas-Shift-Reaktionen an SILP-Katalysatoren
- Projekt 32: Optimierung fluiddurchströmter Glasfassaden
- Projekt 33: Untersuchungen zur Virtualisierung von Energieversorgungskomponenten unter Berücksichtigung von Konzepten des maschinellen Lernens
- Projekt 34: Effizienzsteigerung thermischer Energiespeicher mittels simultaner Ladevorgänge
- Projekt 35: Neuartige Schaltungen zur Energiewandlung (DC/AC und AC/DC) in energieautarken Gebäuden
- Projekt 36: Project Holzkohle – Application of biogas in decentralized energy supply
- Projekt 37: Selektive katalytische Oxidation von Ammoniak aus Spaltgasen zur Extraktion von grünem Importwasserstoff
- Projekt 38: Entwicklung und Erforschung eines ganzheitlichen Ansatzes zur Restlebensdauerbestimmung von aus dem Feld zurückkehrenden Traktionsbatteriemodulen und zur applikationsspezifischen Kombination von gemischt aufgebauten stationären Energiespeichern für zukünftige energieautarke Gebäude.

Projekt 21: Akustische Manipulation von elektrochemischen Prozessen an strukturierten Elektroden

Projektbearbeiter: Johannes Landskron

Betreuer: Prof. Dr. Klaus Stefan Drese (ISAT, Fakultät Angewandte Naturwissenschaften, Hochschule Coburg)

Betreuer 2: Prof. Dr. Conrad Wolf (Fakultät Angewandte Naturwissenschaften, Hochschule Coburg)

Betreuer 3: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Fischerauer (Lehrstuhl für Mess- und Regeltechnik, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Universität Bayreuth)

Sachstand des Projektes

Das Projekt beschäftigt sich mit der gezielten akustischen Beeinflussung von elektrochemischen Prozessen. Durch die selektive Anregung von geführten akustischen Wellen auf Bauteilen werden Mikroströmungen im Elektrolyt induziert. Diese ermöglichen einen verbesserten Elektrolytaustausch am Bauteil, wodurch die Prozesse bei höheren Stromdichten durchgeführt werden können. Dies ist insbesondere wichtig, um elektrochemische Prozesse zu beschleunigen oder funktionelle Beschichtungen (z.B. gesteigerte Härte) herzustellen. Die Möglichkeit, diese Effekte auch an strukturierten Bauteilen anzuwenden, erschließt weitere Anwendungsfälle. Beispielsweise könnte damit die Qualität der Beschichtungen in den Löchern von Lochplatinen verbessert werden.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Im Bereich der Simulationen wurden die bestehenden Modelle weiterentwickelt und mit experimentellen Daten validiert. Aufgrund des fortgeschrittenen Projektstands konzentrieren sich die Bemühungen nur noch darauf, einzelne verbleibende Fragestellungen zu klären.

Experimentell wurden verschiedene Nickel-Beschichtungen an strukturierten Profilkörpern durchgeführt. Aufgrund der damit verbundenen variierenden E-Feldverteilung kommt es zu ungleichmäßigem Schichtwachstum. Untersucht werden sollte, welchen Einfluss die Anwendung von Schall auf die Schichtverteilung und die Materialeigenschaften hat. Aussagen über die Schichtverteilung lassen sich anhand der bisher vorliegenden Daten noch nicht ableiten. Jedoch konnten unter Schalleintrag signifikant erhöhte Härtewerte und feinere kristalline Gefüge metallurgisch nachgewiesen werden. Aktuell sind weitere derartige Versuche in Arbeit. Langfristig ist das Ziel, diese wissenschaftlichen Erkenntnisse in industrielle Prozesse zu übertragen und in der Produktion zu integrieren. Des Weiteren wird aktuell ein Versuch zur akustischen Unterstützung bei der Beschichtung von Halbleiterwafern mit Microvias aufgebaut. Auch hier steht die praktische Umsetzung der bisherigen Erkenntnisse für industrielle Prozesse im Mittelpunkt.

Nächste Schritte/Ausblick

In den nächsten Schritten liegt der Fokus auf der Veröffentlichung der bisherigen Ergebnisse. Angestrebt werden vier Veröffentlichungen zu den Themengebieten: Dispersionsberechnung, Wellenausbreitung auf strukturierten Geometrien, Modellierung und Nachweis von akustisch induzierten Strömungen und über den Einfluss von Ultraschall auf Galvanische Beschichtungen. Nach den Veröffentlichungen steht noch die Erstellung der Dissertation an.



Abb 1: Die galvanisch hergestellten strukturierten Profilkörper mit und ohne Schalleintrag wurden in Epoxidharz eingebettet und getrennt, um metallurgische Untersuchungen daran vornehmen zu können.

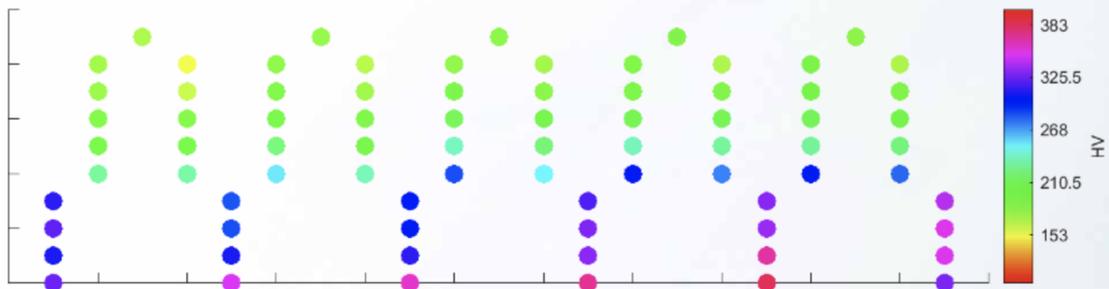


Abb 2: Auf den präparierten Proben wurden an verschiedenen Positionen Härtemessungen nach Vickers durchgeführt (vgl. Abb 1). Die Messungen zeigen positionsabhängige Härtewerte. An Stellen mit schnellem Schichtwachstum (dicke Profilstärke) konnten deutlich erhöhte Härtewerte gemessen werden als an Positionen mit langsamen Schichtwachstum (dünne Profilstärke). Zudem konnte unter Schall eine erhöhter Härtewert von 10 – 20 % gemessen werden.

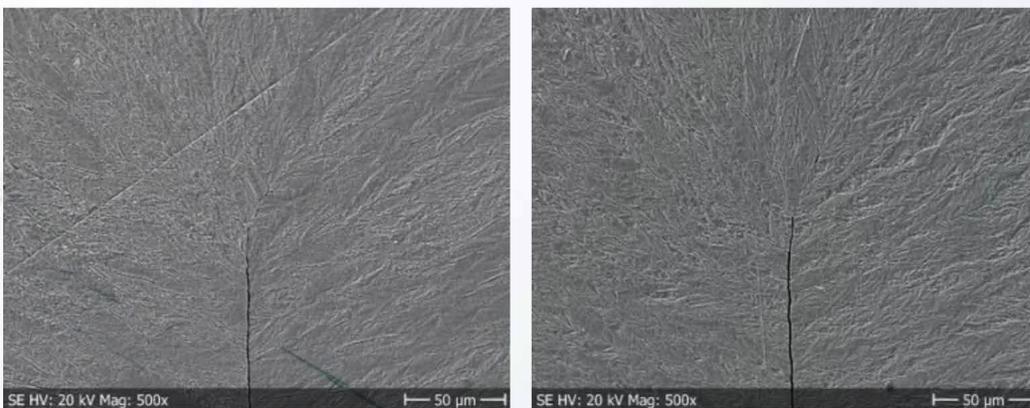


Abb 3: Mittels REM werden die Proben aktuell weiter untersucht. Hier lassen sich zum einen Mikrorisse erkennen welche sich durch das Zusammenwachsen der Schichten aus unterschiedlichen Richtungen ergeben. Zudem zeigen die ersten Aufnahmen Anzeichen dafür, dass sich unter Schalleintrag ein feineres kolumnares Metallgefüge ausbildet, was die gesteigerten Härtewerte erklärt.

Projekt 27: Energieautarke Funksensoren mit Speisung durch kinetische Energy-Harvester

Projektbearbeiter: Niklas Krug, M.Sc.

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Fischerauer (Lehrstuhl für Mess- und Regeltechnik, Universität Bayreuth)

Sachstand des Projektes

Das Projekt beschäftigt sich mit der Bereitstellung und Charakterisierung eines Funksensorknotens mit Versorgung durch einen vorzugsweise kinetischen Energy-Harvester. Diese Funksensorknoten dienen insbesondere zur Zustandsüberwachung, um in zukünftig energieautarken Gebäuden den Energieverbrauch – etwa durch eine optimierte Heizungsregelung – bedarfsgerecht zu regeln. Die von Energy-Harvestern gespeisten Funksensoren sollen zukünftig eine Alternative zu batteriebetriebenen und damit wartungsintensiveren Funksensoren darstellen.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Im Rahmen des ersten Meilensteins wurde die Eignung von Self-Tuning-Controllern (STC) für die Heizungsregelung untersucht und simulativ validiert. Diese Regler bieten den Vorteil, vergangene Messwerte in die Regelung einzubeziehen, die Strecke dynamisch zu schätzen und die Stellgröße optimal anzupassen. Diese Eigenschaften machen STCs besonders robust gegenüber Störungen und Ausfällen. Simulationen zeigten, dass STCs in der Lage sind, auch unter diesen Bedingungen eine zuverlässige Regelung der Heizleistung zu gewährleisten.

Für praktische Tests wurde ein miniaturisierter Raum mit zwei Fenstern, einer Tür (jeweils mit Kontakten) und einer in Entwicklung befindlichen Personendetektion geschaffen (Bild 1). Eine Heizung wird über einen Zigbee-Coordinator gesteuert, basierend auf Daten eines Temperatursensors. Dieses Setup ermöglicht die Validierung des Systems unter realitätsnahen Bedingungen. Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Entwicklung eines intelligenten Energiemanagementsystems, das zunächst simulativ getestet wurde (Bild 2). Der vom Energy-Harvester gespeiste Temperaturnode sendet nicht mehr regelmäßig Daten, sondern wird vom Coordinator über einen Wake-up-Receiver gezielt aufgeweckt. Neben der Temperatur übermittelt der Knoten den Spannungswert seines Kondensators, um seinen Energiezustand anzugeben. Der Coordinator berechnet nach jeder Übertragung die Zeit bis zum nächsten Aufwachen. Diese wird beeinflusst durch den Energiezustand des Temperaturnodes, der Dringlichkeit der Datenaufnahme und dem Zustand der weiteren Knoten. Beispielsweise wird bei längerer Zeit nach einem Solltemperatursprung weniger konservativ gehandelt.

Nächste Schritte/Ausblick

Der nächste Schritt besteht darin, die bisher simulativ verifizierten Mechanismen – die Regelung mittels Self-Tuning-Controller und das intelligente Energiemanagement – praktisch im miniaturisierten Raum zu erproben. Dabei wird zunächst eine einstellbare Stromquelle als Energiequelle genutzt, um kontrollierte Tests durchzuführen. In einer späteren Phase soll die Energieaufnahme durch den Energy-Harvester erfolgen, um die reale Funktionalität unter praxisnahen Bedingungen zu untersuchen.

Gleichzeitig wird an der Effizienzsteigerung der Gleichrichtung kleiner Induktionsspannungen sowie an einer verbesserten Frequenzanpassung gearbeitet. Diese Verbesserungen sollen in das System integriert werden, um die Versorgung des Knotenpunkts bei spezifischen Vibrationscharakteristiken zu analysieren und zu bewerten. Ziel ist es, die Praxistauglichkeit und Effizienz solcher Knoten unter realen Bedingungen zu ermitteln.

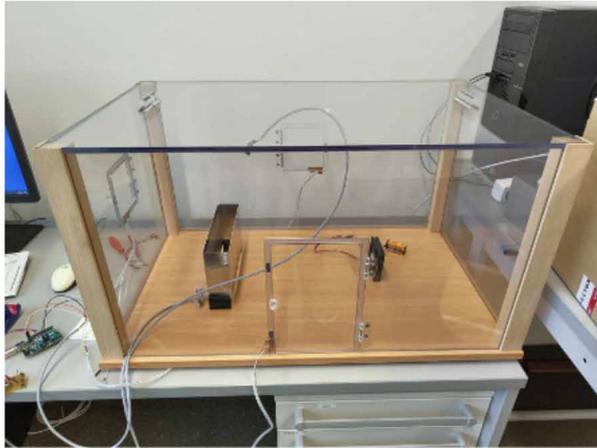
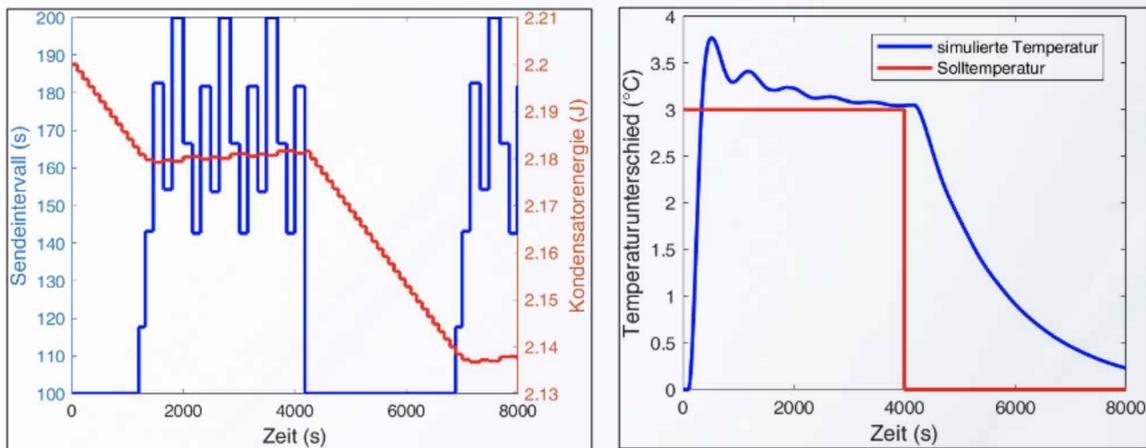


Bild 1: Miniaturisiertes Demonstrationsobjekt eines Raums zur Nachbildung einer realen Umgebung für das Testen des Heizungsregelungssystems mit Energy-Harvester.



a)

b)

Bild 2: Simulationsergebnisse zum Energiemanagement: Die Sendeeintervalle werden nach einer bestimmten Zeit nach dem Solltemperatursprung erhöht, wodurch sich das System regeneriert. a) Verlauf der Zeitabstände zwischen den Wake-up-Signalen und der Kondensatorenergie. b) Temperaturantwort des Systems.

Projekt 28: Einsatz der elektrischen Kapazitätstomographie zur Bestimmung der Temperaturverteilung in Festbettreaktoren zur Konditionierung von Einsatzgasen für Brennstoffzellengeräte

Projektbearbeiter: Michael Weiss, M.Sc.

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Fischerauer (Lehrstuhl für Mess- und Regeltechnik, Universität Bayreuth)

Prof. Dr.-Ing. Andreas Jess (Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik, Universität Bayreuth)

Sachstand des Projektes

Die zentrale Problemstellung des Projektes ist die nichtinvasive Messung radialer und axialer Temperaturprofile in Festbettreaktoren mithilfe der elektrischen Kapazitätstomographie (ECT).

Vor dem Hintergrund der Energiewende wird der Betrieb solcher Reaktoren auch in zukünftigen energieautarken Gebäuden und Kommunen notwendig sein. Ein Beispiel für eine solche Reaktion ist die Methanisierung, welche zur Umwandlung unerwünschter CO-Anteile beim Betrieb von Brennstoffzellengeräten oder der Erzeugung von klimaneutralem synthetischem Erdgas aus CO₂-haltigen Strömen (Kraftwerke, chemischen Industrie) bzw. aus Biogas von großer Relevanz ist. Für den optimalen Reaktorbetrieb ist die Kenntnis der im Inneren einer Katalysatorschüttung herrschenden axialen und radialen Temperatur eine unerlässliche Information, welche bisher jedoch nur unbefriedigend mit invasiven Methoden erfasst werden kann. Der Einsatz der elektrischen Kapazitätstomographie könnte hierbei eine fortschrittliche Alternative darstellen.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Anhand von Abkühlversuchen konnte gezeigt werden, dass die elektrische Kapazitätstomografie prinzipiell in der Lage ist, ortsaufgelöst Temperaturverteilungen zu messen. Grundlage dafür ist die vorherige Charakterisierung der Temperaturabhängigkeit relevanter Stoffe, die im Rahmen des Projektes für verschiedene kommerzielle Katalysatoren durchgeführt wurde. Die Ergebnisse hierzu wurden inzwischen in einer begutachteten Fachzeitschrift veröffentlicht.

Nächste Schritte/Ausblick

Die weiteren Schritte im Projekt stellen die thermische Modellierung des neuen Versuchsaufbaus sowie die weitere Verbesserung der ECT-Rückrechnung unter Berücksichtigung lokaler Porositätsunterschiede in der Schüttung dar. Den Abschluss des Projektes bildet der Vergleich zwischen Modell und der mittels ECT rekonstruierten Temperaturverteilung sowie das Aufzeigen der Grenzen der Einsetzbarkeit des Verfahrens als Temperaturmessmethode.

Veröffentlichungen:

M. Weiss, A. Fischerauer, A. Jess, G. Fischerauer: Non-invasive temperature monitoring in fixed-bed reactors by electrical capacitance tomography. In: Measurement Science and Technology. Bd. 35, 2024, Artikel-Nr. 095407 (14 S.), doi: 10.1088/1361-6501/ad5224 (Begutachteter Artikel)

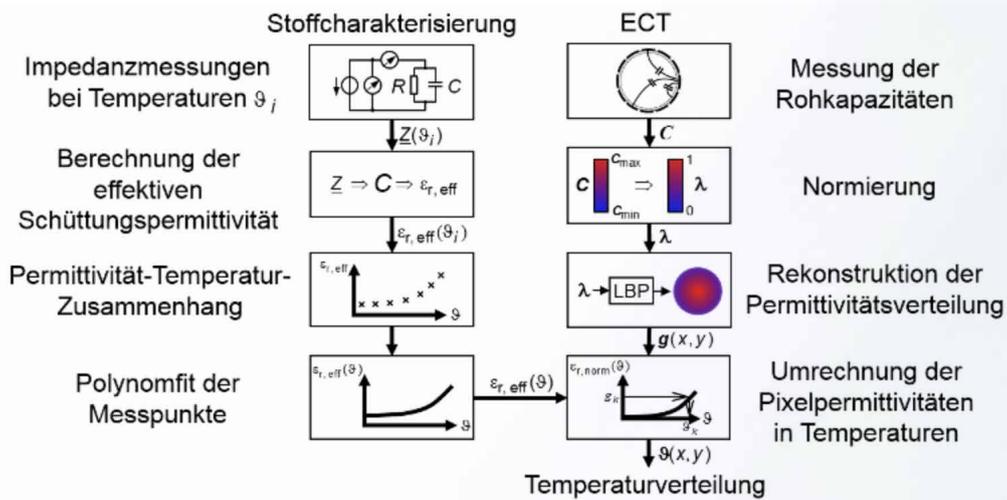


Bild 1: Überblick über das Messverfahren (nach [2]).

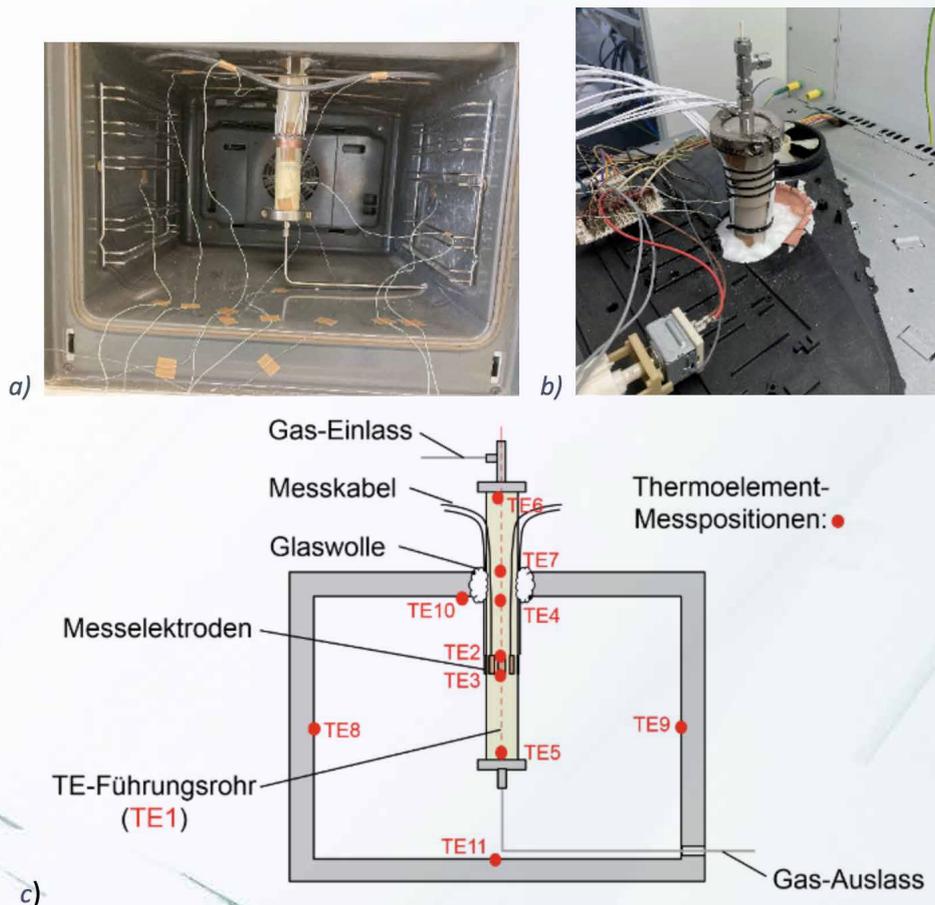


Bild 2: Neuer Messaufbau mit kalter Einlaufstrecke zur Eliminierung unerwünschter Strömungseffekte in der Nähe des Einlassbereichs, a) Blick in die Heizkammer, b) Oberseite des Ofens, c) schematische Darstellung.

Projekt 29: Entfernung von Kohlenmonoxid aus Einsatzgasen für Brennstoffzellengeräte durch die Wassergas-Shift-Reaktionen an SILP-Katalysatoren

Projektbearbeiter: Ferdinand Fischer, M.Sc.

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Jess (Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik, Universität Bayreuth)

Sachstand des Projektes

In zukünftigen energieautarken Gebäuden könnte die Integration von wasserstoffbasierten Brennstoffzellen eine signifikante Rolle spielen. Der derzeit überwiegend durch das sogenannte Dampfreformierungsverfahren ($\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2$) aus Erdgas gewonnene Wasserstoff wird in diesem Prozess in Kohlenmonoxid und Wasserstoff umgewandelt. Allerdings muss das bei diesem Prozess entstehende Kohlenmonoxid aus dem Brenngas entfernt werden, da es in höheren Konzentrationen die Brennstoffzelle deaktivieren kann. Zu diesem Zweck wird das Kohlenmonoxid mittels der Wassergas-Shift-Reaktion ($\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$) in unschädliches Kohlenstoffdioxid umgewandelt. Ein weiterer wesentlicher Effekt der Wassergas-Shift-Reaktion (WGSR) ist die Erhöhung der wirtschaftlichen Ausbeute an Wasserstoff. Dieser Effekt beruht auf der Umwandlung von Wasserstoff, der aus Wasser gewonnen wird, in molekularen Wasserstoff (H_2). In der technischen Umsetzung werden dazu feste Katalysatoren, wie beispielsweise $\text{CuO}/\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ -Katalysatoren, bei Prozesstemperaturen von mindestens 200 C eingesetzt.

Allerdings ist zu beachten, dass aufgrund thermodynamischer Einschränkungen bei diesen Temperaturen kein vollständiger CO-Umsatz erfolgt (z.B. 94% bei einem äquimolaren $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}$ -Verhältnis). In der Folge ist ein zusätzlicher Verfahrensschritt, wie etwa die selektive CO-Oxidation oder CO-Methanisierung, in der Brenngasaufbereitung erforderlich, um einen CO-Gehalt von 100ppm, wie er für Brennstoffzellen-anwendungen erforderlich ist, nicht zu überschreiten. Eine mögliche Lösung des Problems könnte in der Verringerung der Temperatur der WGS-Reaktion durch den Einsatz hochaktiver SILP-Katalysatoren auf etwa 120 – 140 C bestehen. Dadurch würde sich das thermodynamische Gleichgewicht verschieben und der CO-Umsatz nähert sich einem vollständigen Umsatz an. (siehe Abbildung 1).

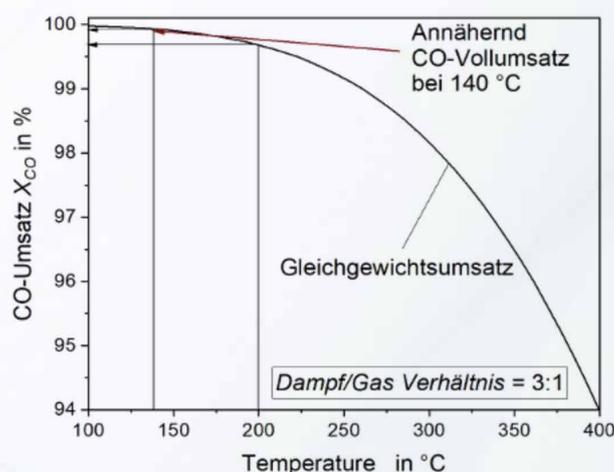


Abbildung 1: CO-Gleichgewichtsumsatz der WGS-) mit einem typischen Feed einer Methan-Dampfreformierung

Die Optimierung der WGS-Reaktion ermöglicht demnach die vollständige Eliminierung des zusätzlichen Prozessschrittes (selektive CO-Oxidation oder CO-Methanisierung) bei der Aufbereitung des Brenngases. Dies resultiert in einer signifikanten Simplifizierung und Optimierung von Brennstoffzellengeräten.

Ein vielversprechender Ansatz zur Durchführung der Wassergas-Shift-Reaktion bei Temperaturen unter 140 C ist der Einsatz eines Ru-basierten SILP-Katalysators. Dieser Katalysator besteht aus einem Übergangsmetallkomplex $[\text{Ru}(\text{CO})_3\text{Cl}_2]_2$, der in der ionischen Flüssigkeit [BMMIM]Cl gelöst und auf einem porösen Träger (Al_2O_3) immobilisiert ist. Das Katalysatorsystem zeichnet sich nicht nur durch eine hohe Aktivität bei niedrigen Temperaturen aus, sondern bietet auch weitere signifikante Vorteile, die für die Anwendung von Wasserstoff in Brennstoffzellengeräten im Haushaltskontext von entscheidender Bedeutung sind. Insbesondere ist das exzellente dynamische Verhalten des SILP-Katalysatorsystems hervorzuheben.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Die Bestimmung der Löslichkeiten der Reaktanden in der ionischen Flüssigkeit ist ein entscheidender Aspekt, um den Füllgrad während der Reaktion präzise zu bestimmen, da die gelösten Reaktanden diesen beeinflussen. Die Ermittlung der Löslichkeiten erfolgte unter Verwendung einer Magnetschwebewaage. Die Messung der Löslichkeiten von Wasser und CO_2 war erfolgreich, wohingegen die Bestimmung der geringen Löslichkeiten von CO , H_2 und N_2 aufgrund der limitierten Auflösung der Magnetschwebewaage eine Herausforderung darstellte. Zusätzlich zu den Löslichkeiten wurde auch der Diffusionskoeffizient von CO_2 in der ionischen Flüssigkeit bestimmt.

Des Weiteren konnte ein Modell für die Löslichkeit von Wasser in der ionischen Flüssigkeit [BMMIM]Cl aufgestellt werden. Die Löslichkeit der ionischen Flüssigkeit wurde hierbei mithilfe einer GAB-Isotherme beschrieben. Obwohl die GAB-Isotherme ursprünglich für Adsorptionsprozesse konzipiert wurde, ermöglicht dieses Modell eine zufriedenstellende Abbildung der Löslichkeit. Darüber hinaus wurde ein Modell für die Sorptionsfähigkeit des SILP-Systems (Träger plus auf dem Träger immobilisierte ionische Flüssigkeit) implementiert. Dieses Modell kombiniert die Sorptionsfähigkeit der ionischen Flüssigkeit (GAB-Isotherme) und die des Trägers (Freundlich-Isotherme) in einer additiven Weise (Abbildung 2). Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die ionische Flüssigkeitsschicht in direktem Kontakt mit der Trägeroberfläche eine abweichende Sorptionsfähigkeit aufweist im Vergleich zur Sorptionsfähigkeit der Bulk-ionischen Flüssigkeit.

Außerdem wurden sämtliche Resultate (wie z.B. das Wassersorptionsmodell) in einem Modell zusammengefasst, welches die effektive Reaktionskinetik des Katalysators adäquat für diverse Füllgrade und unterschiedliche Stoffmengenverhältnisse ($n_{\text{Ru}} \text{ nIL-1}$) abbildet. Die experimentell bestimmten Reaktionsraten werden durch dieses Modell in zufriedenstellender Weise repliziert. Das Paritätsdiagramm, welches diesen Vergleich der modellierten und gemessenen Reaktionsraten darstellt, ist in Abbildung 3 ersichtlich. In der Abbildung werden 58 verschiedene Katalysatoren miteinander verglichen.

Darüber hinaus wurde der Versuch unternommen, die effektive Reaktionskinetik auf alternative Aluminiumoxidträger zu übertragen. In diesem System wurde die Hypothese aufgestellt, dass eine Übertragung der Reaktionskinetik auf einen anderen Al_2O_3 -Träger mit gewissen Schwierigkeiten verbunden ist. Dieser Umstand ist auf die Beeinflussung der Aktivierung des Katalysators (durch die Dimerspaltungsreaktion) und der Deaktivierung des Katalysators (durch die katalysierte thermische Zersetzung) durch den Träger in diesem Katalysatorsystem zurückzuführen. Des Weiteren wird die Reaktionsrate maßgeblich durch den Ru-Offset beeinflusst. Der Ru-Offset bezeichnet den Anteil an Ruthenium, der auf der Oberfläche des Katalysators adsorbiert und dadurch inaktiv wird. Es wird eine gewisse Menge an Ruthenium benötigt, bis die Oberfläche mit Ru-Komplexen gesättigt ist und somit die WGS sichtbar wird.

Darüber hinaus wurde in Vorarbeiten bereits gezeigt, dass der Träger Einfluss auf den katalytischen Mechanismus der SILP-katalysierten WGS nehmen kann. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die modellierte Reaktionskinetik gut auf andere Al_2O_3 -Träger

übertragen lässt (siehe Abbildung 5) und der Träger keinen Einfluss auf den Mechanismus nimmt, da Aktivierungsenergien und Reaktionsordnungen bezüglich der Edukte auf den unterschiedlichen Trägern identisch waren. Des Weiteren erweist sich die Aktivierung des Trägers zur Modellierung als irrelevant, da der stationäre Zustand des Trägers berücksichtigt wird. Der Ru-Offset hingegen ist abhängig von der Oberfläche des Trägers und proportional zu dieser (siehe Abbildung 4). Darüber hinaus wurde festgestellt, dass auch die maximale Reaktionsrate proportional zur Oberfläche ist. Dies bedeutet, dass die Reaktion an der Grenzfläche zwischen Gas und Flüssigkeit stattfindet und diese proportional zur Oberfläche ist. Es ist jedoch zu beachten, dass dieser Zusammenhang nur bis zur Flutung der kleinen Poren im Träger besteht. Infolgedessen geht aktive Grenzfläche verloren.

Nächste Schritte/Ausblick

Gegenwärtig wird ein Folgeantrag formuliert, der auf den Erkenntnissen dieser Arbeit basiert. Gegenstand des Folgeantrags ist die Deaktivierung des Katalysators. Im Rahmen der Deaktivierung sind zwei gleichzeitig ablaufende Mechanismen zu unterscheiden: Einerseits die Reduktion der Ru-Komplexe unter CO-Abstinenz (beispielsweise am Ende des Katalysatorbettes bei technisch relevanten CO-Umsätzen) zu WGSR-inaktiven Ru-Nanopartikeln und andererseits die thermische Zersetzung des katalytischen Komplexes.

Veröffentlichungen

F. Fischer, A. Jess: Kinetic Study of the Water-Gas Shift Reaction at Ultralow Temperature over a Ru-Based Supported Ionic Liquid Phase Catalyst. *Chemie Ingenieur Technik*, Vol. 94, S.1695-1703, 2022.

F. Fischer: Using Ru-based SILP for low temperature water gas shift reaction. Catalysis Society of South Africa Conference 2023, Mossel Bay, South Africa, 05.-08.11.2023. (Vortrag)

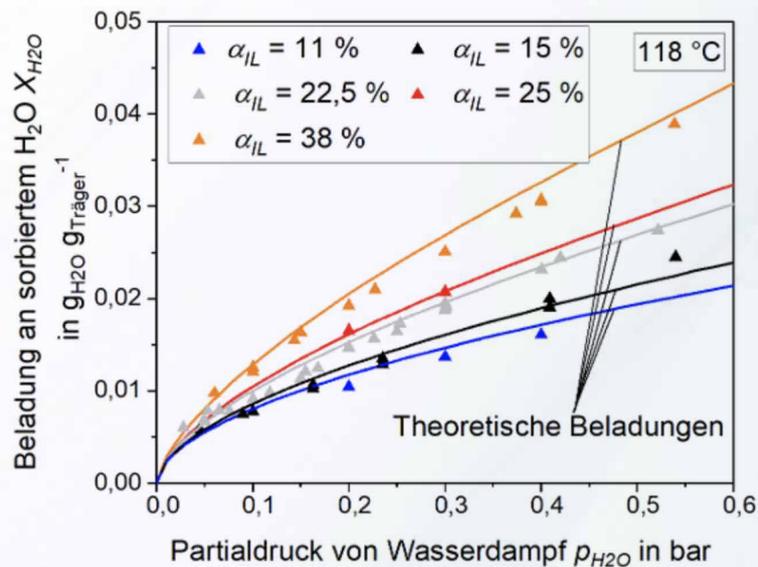


Abbildung 2: Wassersorptionsmodell auf einem mit IL-geträgerten A2O3-Träger. Wassersorptionsmodell auf einem mit IL-geträgerten A2O3-Träger. Kombination aus GAB- und Freundlich-Isotherme.

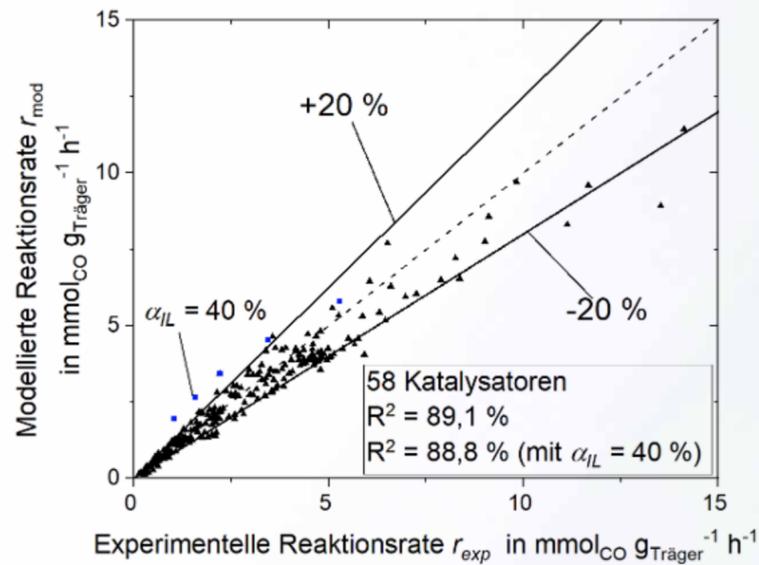


Abbildung 3: Paritätsdiagramm des effektiven kinetischen Modells für den verwendeten Standard Al_2O_3 -Träger im Fehlerintervall von 20 %. Katalysatoren mit unterschiedlichen Füllgraden und Stoffmengenverhältnissen.

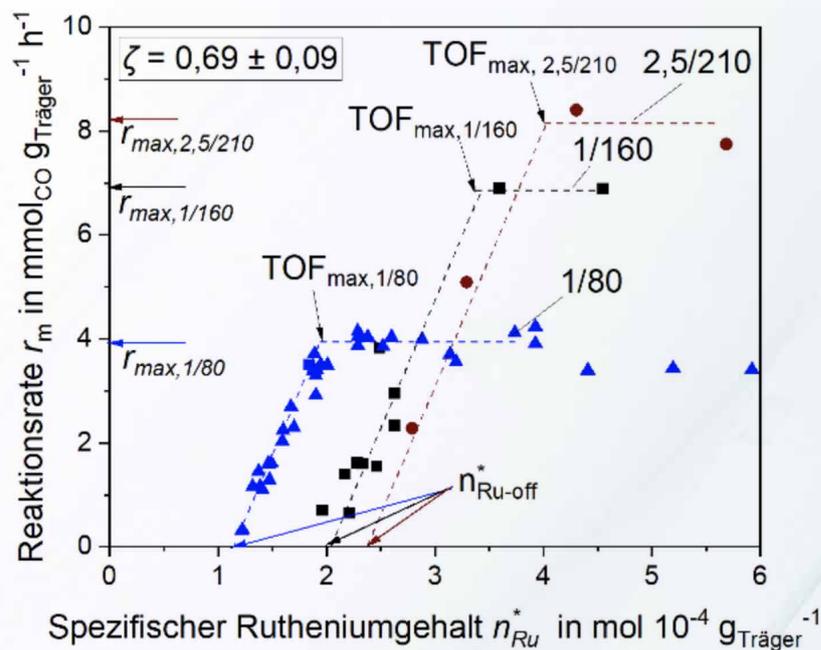


Abbildung 4: Reaktionsrate in Abhängigkeit vom spezifischen Rutheniumgehalt für SILP-Katalysatoren mit unterschiedlichen Füllgraden für drei verschiedene Aluminiumoxidträger.

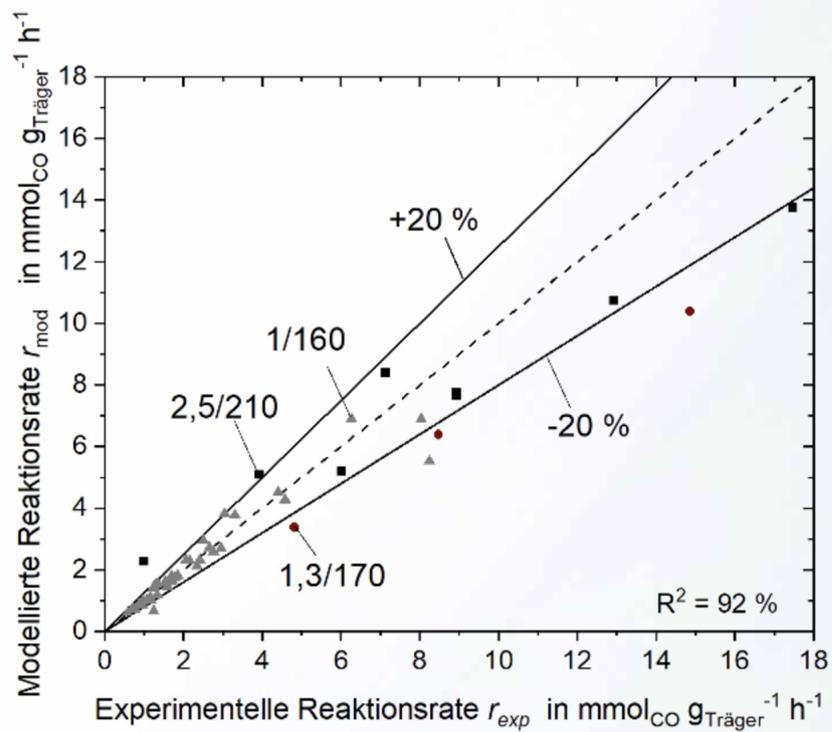


Abbildung 5: Paritätsdiagramm des effektiven kinetischen Modells für drei weitere verwendete Al_2O_3 -Träger im Fehlerintervall von 20 %. Katalysatoren mit unterschiedlichen Füllgraden und Stoffmengenverhältnissen.

Projekt 31: „Energieeffiziente Gebäude durch Nutzung Additiver Fertigungstechnologien – Konzepte in den Denkmaltechnologien“

Projektbearbeiter: Franz Wittmann, M.Sc.

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Brüggemann (Lehrstuhl für Technische Thermodynamik und Transportprozesse, Universität Bayreuth)

Sachstand des Projektes

Das Projekt beschäftigt sich mit der Optimierung fluiddurchströmter Glasfassadenelemente. Es sollen neuartige Fassadenelemente, welche im EU-Projekt InDeWaG (FKZ: H2020-EE-2015-1-PPP) entwickelt wurden und in einem Demonstrator-Pavillon zum Einsatz kommen, um einen integrierten Sonnen- und Blendschutz erweitert werden. Dabei wird die Auswirkung des Zusatzes von Nanopartikeln in das Basisfluid erforscht. Hierbei wird vor allem Wert auf einen optimalen maximalen Energieeintrag in das Fluid gelegt. Das im SZR zirkulierende Wasser bzw. Nanofluidgemisch absorbiert einen Anteil des einfallenden Sonnenlichts. Dadurch ist eine optimale Tageslichtversorgung gegeben, ohne dass sich der Innenraum aufgrund von IR-Strahlung aufheizt. Hinsichtlich energieautarker Gebäude bieten optimierte fluiddurchströmte Glasfassadenelemente eine Möglichkeit dem prognostizierten Anstieg des Kühlbedarfs in Gebäuden entgegenzuwirken.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Auf Basis von Wasser wurden verschiedene thermo-physikalische sowie optische Eigenschaften von Nanofluiden vermessen (Abb.1), welche in Comsol Multiphysics simulativ integriert werden. Es wurden stationäre und transiente CFD-Simulationen für die Energieaufnahme des (Nano-)Fluids durch die Sonneneinstrahlung sowie die Außentemperatur durchgeführt. Die Dispersion aus 0.005 wt.% CuO in Wasser zeigt bei geringen Konzentrationen deutliche Verbesserungen bei hoher Bestrahlungsstärke sowie niedriger Außentemperatur.

Eine Klimakammer mit Sonnensimulator ist in Betrieb genommen worden, mit welcher durch Temperatur- und Feuchtere Regulierung sowie Einstellung des Elevations- sowie Azimutwinkels der Fluter jedwede klimatischen Bedingungen eingestellt werden können. Hierbei ist eine innere Klimakammer integriert, welche als Bürogebäude mit einseitiger Glasfassade dient (Abb.2). Der Glasprototyp ist fertiggestellt und wurde in der Klimakammer sowohl mit reinem Wasser als auch mit einer Nanofluiddispersion aus 0.005 wt.% CuO in Wasser vermessen. Die CFD-Simulationen wurden mit den experimentellen Ergebnissen validiert (Abb.3).

Nächste Schritte/Ausblick

Im nächsten Schritt werden Parametervariationen simulativ durchgeführt, um den Einfluss verschiedener Konzentrationen von CuO in Wasser sowie die Fluidschichtdicke zu bewerten.

Veröffentlichungen

Wittmann, F.; Arnautovic, Z.; Heberle, F.; Brüggemann, D. Thermophysical Properties of Silicon Oxide Nanoparticles in Water and Ethylene Glycol-Water Dispersions. *Fluids* 2024, 9, 261. <https://doi.org/10.3390/fluids9110261>

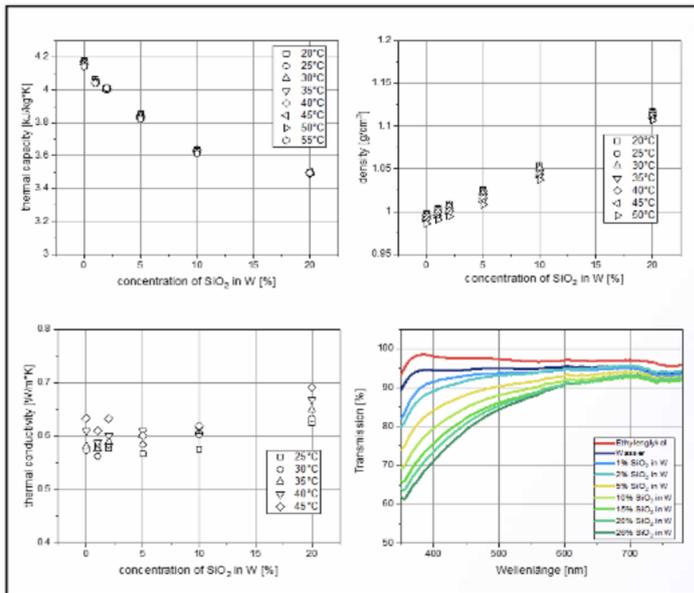


Abbildung 1: Messung thermo-physikalischer und optischer Eigenschaften von Nanofluiden

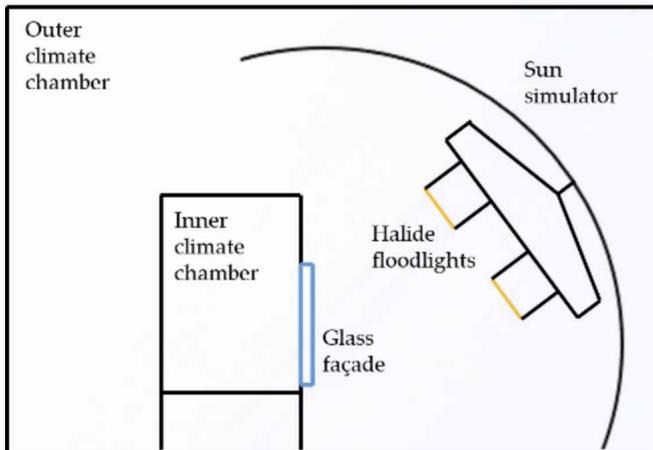


Abbildung 2: Klimakammer mit Glasfassade

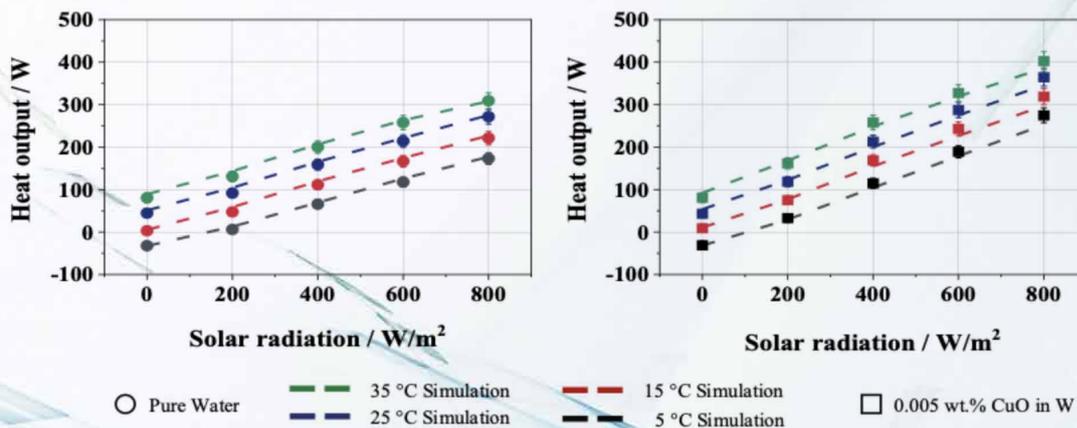


Abbildung 3: Validierung der CFD-Simulation mit experimentellen Ergebnissen

Projekt 33: Untersuchungen zur Virtualisierung von Energieversorgungskomponenten unter Berücksichtigung von Konzepten des maschinellen Lernens

Projektbearbeiter: Andreas Federl, M. Sc.

Betreuer 1: Prof. Dr. Robert Bösnecker (Fakultät Elektro- und Medientechnik, TH Deggendorf)

Betreuer 2: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Fischerauer (Lehrstuhl Mess- und Regeltechnik, Universität Bayreuth)

Sachstand des Projektes

Das Projekt beschäftigt sich mit Untersuchungen zur Nutzung von Betriebsdaten aus DCDC-Wandlern mit digital konfigurierbarer Regelung. Diese Stromversorgungskomponenten werden meist auf Basis eines Mikrocontrollers aufgebaut. Es besteht die Möglichkeit, die Betriebsdaten (Spannung, Strom, Temperatur), welche für die Regelung des Wandlers verwendet werden, über eine Kommunikationsschnittstelle des Mikrocontrollers auszugeben, ohne dass zur Erfassung der Daten zusätzlicher Messaufwand nötig ist.

Dies ist insbesondere wichtig, um in zukünftigen energieautarken Gebäuden ohne zusätzlichen Messaufwand (z.B. Smart Meter), Daten über den Energieverbrauch einzelner Geräte zu erhalten und eine Zustandsüberwachung der Stromversorgungen und der angeschlossenen Verbraucher durchführen zu können. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Daten mit einer vom Anwendungsfall abhängigen Datenrate abzufragen.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Basierend auf dem Fischertechnik-Qualitätssicherungsmodell mit KI-Simulation sowie der Fischertechnik Education Lernfabrik 4.0 wurden verschiedene Demonstratoren entwickelt und erfolgreich umgesetzt. Diese Demonstratoren dienen dazu, die Funktionsweise der Zustandsüberwachung anhand der Analyse von Betriebsdaten aus digital konfigurierbaren Stromversorgungen anschaulich darzustellen. Die Demonstratoren bieten eine praxisorientierte Möglichkeit, die Vorteile und Anwendungsfälle moderner KI-basierter Zustandsüberwachung zu visualisieren.

Für die Analyse der Betriebsdaten der Demonstratoren, die über CIP-DCDC-Wandler aus der dIPSU-Produktfamilie des Unternehmens Elec-Con Technology mit Energie versorgt wurden, kamen skalierbare Tiny-ML-Systeme zum Einsatz. Diese wurden auf unterschiedlichen Hardwareplattformen implementiert, um die Anforderungen an Flexibilität und Effizienz in verschiedenen Einsatzszenarien zu adressieren. Dabei zeigte sich, dass der Ressourcenverbrauch der eingesetzten Modelle, trotz vergleichbarer Genauigkeit, erhebliche Unterschiede aufweist. Diese Erkenntnis unterstreicht die Bedeutung einer sorgfältigen Auswahl und Anpassung von Tiny-ML-Modellen an die jeweilige Hardware, um sowohl Effizienz als auch Leistungsfähigkeit optimal zu gewährleisten.

Nächste Schritte/Ausblick

Abschluss des Projektes und Fertigstellung der Dissertation.

Aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen sind bereits weitere Forschungsaktivitäten in Planung, die sich auf den Energie- und Ressourcenverbrauch von Embedded-KI-Systemen konzentrieren. Im Mittelpunkt steht dabei insbesondere die Anwendung solcher Systeme im Bereich der Zustandsüberwachung und Anomalie-Erkennung. Ziel der zukünftigen Arbeiten ist es, innovative Ansätze zu entwickeln, die eine effizientere Nutzung von Energie und Ressourcen ermöglichen, ohne dabei die Leistungsfähigkeit und Genauigkeit der Systeme zu beeinträchtigen. Diese Forschung soll einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Gestaltung moderner Technologien leisten und deren praktische Einsatzmöglichkeiten erweitern.

Veröffentlichungen

Zeitschriftenartikel:

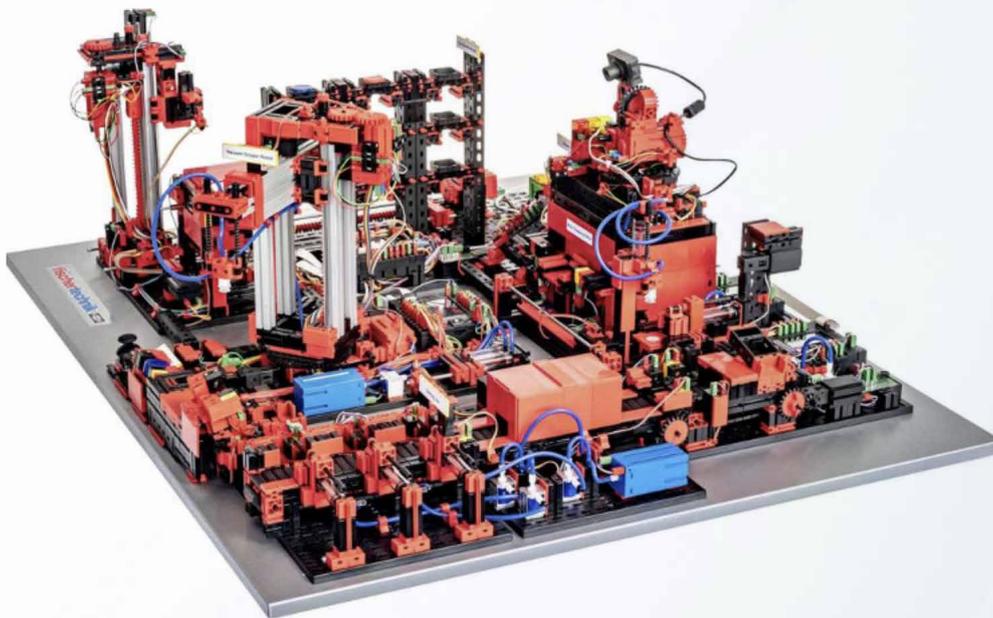
Andreas Federl, Markus Böhmisch: Intelligente DC/DC-Wandler – Innovatives Load-Monitoring in dezentralen DC/DC-Industriernetzen., Elektronik Praxis Online (Vogel Verlag)

Tagungen:

A. Federl: Load-Monitoring mit Embedded-KI Systemen., Elektronik AI Solution Days – Weka Verlag, München, Deutschland, 02-03.07.2024 (Vortrag)

A.Federl: Zwischen analog und digital: Innovation durch hybride DC/DC-Wandler, Forum Stromversorgungstechnik – Power of Electronics (Vogel Verlag), Würzburg, Deutschland, 11.09.2024 (Vortrag)

A.Federl: Load-Monitoring mit Embedded-KI Systemen – Erweiterung des Funktionsumfangs von Stromversorgungen, Forum Stromversorgungstechnik – Power of Electronics (Vogel Verlag), Würzburg, Deutschland, 12.09.2024 (Vortrag)



Fischertechnik education Lernfabrik 4.0



Demonstrator auf Basis des Modells Qualitätssicherung mit KI

Projekt 34: Effizienzsteigerung thermischer Energiespeicher mittels simultaner Ladevorgänge

Projektbearbeiter: Robin Fick, M. Eng.

Betreuer 1: Prof. Dr.-Ing. Dieter Brüggemann (Lehrstuhl für Technische Thermodynamik und Transportprozesse, Universität Bayreuth)

Betreuer 2: Prof. Dr. Robert Honke (Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Hochschule Hof)

Sachstand des Projektes

Das Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung eines anwendungsgerechten und übertragbaren mathematischen Modells für große Schichtenspeicher zur Integration multipler Energiequellen. Dies ist insbesondere wichtig, um in zukünftigen energieautarken Gebäuden den Anteil Erneuerbarer Energien (EE) steigern, deren Speicherung effizienter gestalten und so den Autarkiegrad nachhaltig erhöhen zu können.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Das bereits im letzten Jahr validierte CFD-Modell wurde im weiteren Verlauf auf den ebenfalls zu untersuchenden Institutspeicher angewendet. Durch zusätzliche konstruktionstechnische Anpassungen war es möglich, alle wesentlichen, im Betrieb auftretenden Szenarien zu untersuchen und auf dieser Basis effizientere Betriebsweisen zu identifizieren. Untersuchungen zum Speicherbetrieb, speziell in den Wintermonaten (hohe Entzugsleistungen durch die zu versorgende Gebäudeklimatetechnik in Kombination mit eher moderaten Beladeleistungen durch Solarthermie und power-to-heat-Anlage) weisen grundsätzlich eine hohe Stabilität der Thermoklinen im Speicherinneren auf. Weicht die Temperatur von einströmenden Fluiden (bspw. Rücklauf der Gebäudeklimatisierung) allerdings von bereits im Speicher vorhandenen Temperaturschichten ab, werden diese vermischt und die Exergie-Ausbeute negativ beeinflusst. Für das Sommerszenario wurden ebenfalls Simulationen basierend auf zusätzlichen, vorhergehenden Polysun-Simulationen und den daraus ermittelten Volumenstrom- und Temperaturprofilen durchgeführt. Dabei zeigte sich ebenfalls eine sehr stabile Betriebsweise des Speichers in der Eingangssimulation. Aufbauend auf diesen saisonalen Simulationen wurde zusätzlich die Betriebsoptimierung eines solch komplexen Speichers mittels simultaner als auch sequenzieller Beladung näher untersucht. Hierbei hat sich gezeigt, dass besonders im Winterszenario mit vielen unterschiedlichen Quellen und Senken eine sequenzielle Be- und Entladung anzustreben ist, um hier einen gezielteren Eintrag in die jeweiligen Temperaturschichten zu erreichen und zudem einen verwirbelungsärmeren Betrieb zu gewährleisten (s. Abbildung 1). In Abbildung 2 werden zwar Turbulenzen an den Oberflächen der Schichtentrennung gezeigt. Diese führen allerdings, basierend auf unterschiedlichen Stabilitätskriterien, wie bspw. $Ri > 5$, nachweislich nicht zu einer erhöhten Durchmischung der bereits vorhandenen Temperatur- bzw. Exergieschichten. Für eine genauere Betrachtung der gebäudeinternen Temperaturen im Zusammenspiel mit dem dualen Fassadenkonzept und solarem Energieeintrag wurde zusätzlich ein RC-Gebäudemodell erstellt und mit Hilfe von Modelloptimierungen in Kombination mit einem sog. White-Modell in EnergyPlus für Szenarien hoher solarer Einstrahlung optimiert (s. Veröffentlichung 2).

Nächste Schritte/Ausblick

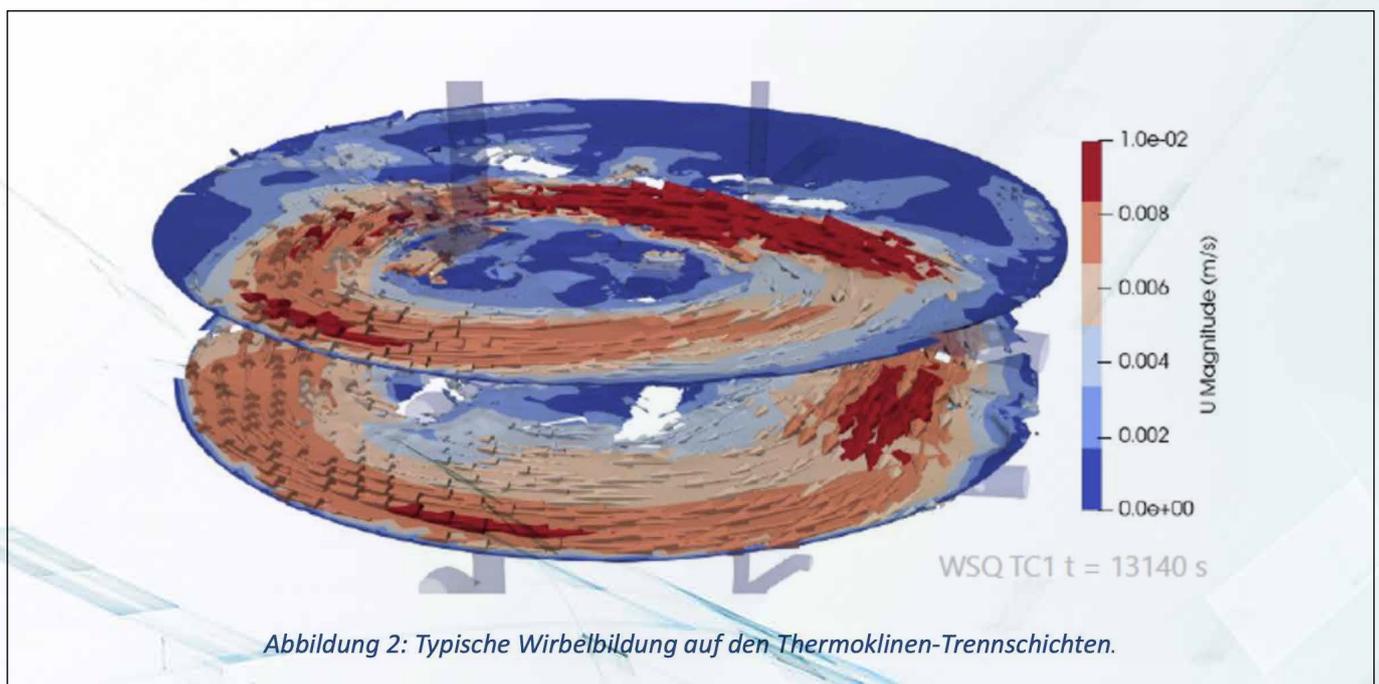
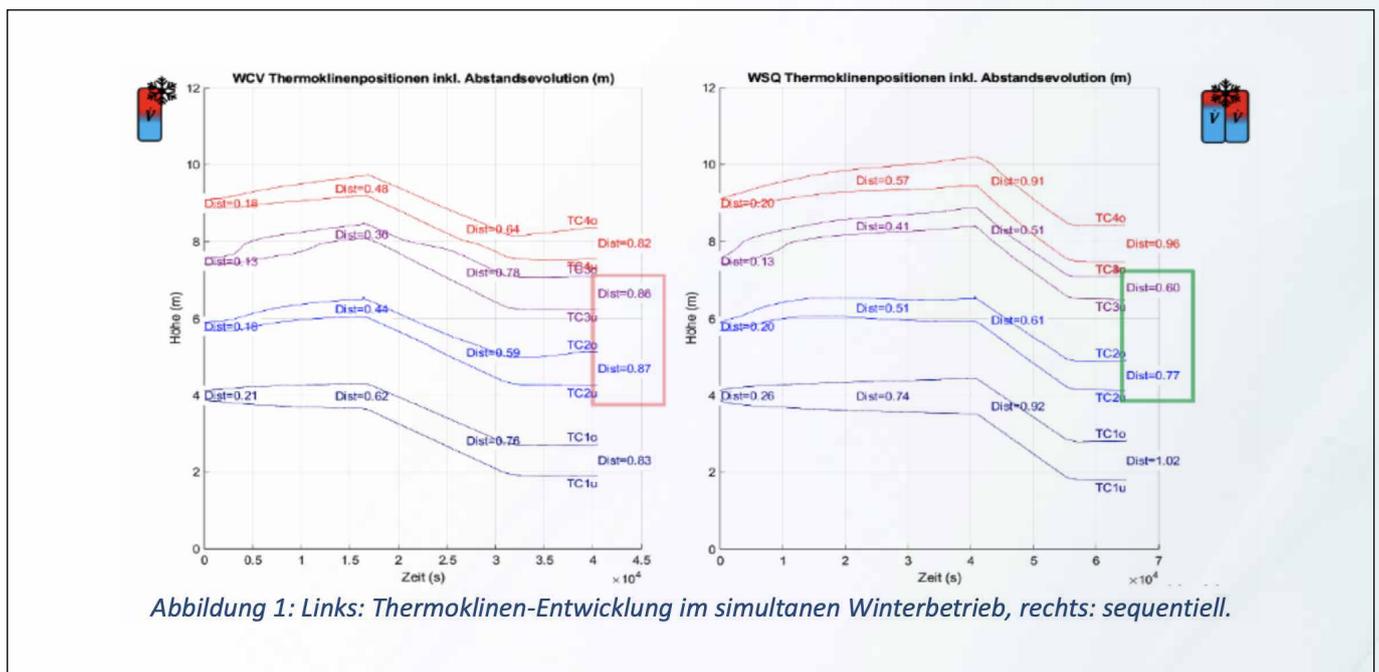
Unter Einbezug der bereits vorhandenen Erkenntnisse zur Thermoklinen-Stabilität und weiterer dimensionsloser Kennzahlen liegt nun der Hauptfokus auf der Weiterentwicklung des übertragbaren und vereinfachten Speichermodells in Matlab. Neben der Integration weiterer/mehrere Be- und Entlademöglichkeiten ist hierfür ebenfalls dessen Anwendung im Bereich der modellprädiktiven Regelung von besonderem Interesse. Grundlage hierfür bildet aktuell das Speichermodell der CARNOT-toolbox, welches speziell für die Berechnung von simultanen Be- und Entladeszenarien adaptiert werden soll.

Veröffentlichungen

Konferenzen:

R. Fick, R. Honke, D. Brüggemann: Numerical and Experimental Investigation of Large Stratified Thermal Storage Systems in transient states. International Renewable Energy Storage and Systems Conference (IRES 2023), Aachen, Germany, 28.-30.11.2023. (presentation incl. paper [am 11.07.2024 in proceedings veröffentlicht])

Fick, R.; Knopp, J.; Honke R.: Modeling and Optimization of Thermal Dynamics for MPC Models in Sustainable Building Energy Systems, 5th International Conference on Environmental Science and Applications, Lissabon, Portugal, 2024, 115, DOI: 10.11159/icesa24.115. (presentation incl. paper)



Projekt 35: Neuartige Schaltungen zur Energiewandlung (DC/AC und AC/DC) in energieautarken Gebäuden

Projektbearbeiter: Sebastian Gick, M.Sc.

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Mark-Matthias Bakran (Lehrstuhl für Mechatronik, Universität Bayreuth)

Sachstand des Projektes

Das Projekt beschäftigt sich mit der Effizienzverbesserung von AC-DC Wandlern und DC-AC Wandlern über den vollen Betriebsbereich, mit Fokus auf den Teillastbereich. Hierbei wird speziell die Verwendung kos-tengünstiger Halbleiter in Betracht gezogen, um die Kosten des Gesamtsystems für Verbraucher niedrig zu halten.

Dies ist insbesondere wichtig, da für zukünftige energieautarke Gebäude/ Kommunen anzunehmen ist, dass sich die Nutzung von DC-Energieversorgungssystemen aufgrund höherer Effizienz und erwartbar geringeren Gesamtkosten etablieren wird und damit über die derzeitig schon hohe Bedeutung hinaus-wachsen wird.

Das Problem des niedrigen Wirkungsgrads moderner Wandler muss daher angegangen werden, ohne enorme Mehrkosten zu verursachen, da diese Mehrkosten sich prohibitiv auf die Etablierung effizienter Wandler am Markt auswirken würde.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

- Sensitivitätsanalyse Umrichterverluste bei Motorantrieben
- Vorschlag weiterer Umrichtervarianten
- Aufbau eines B6 Umrichters zur Verifikation der Simulationsergebnisse

Nächste Schritte/Ausblick

- Aufbau weiterer Hardwareprüfstände
- Absicherung der Simulationsergebnisse
- Prüfung der vorgeschlagenen Ansteuerverfahren

Veröffentlichungen

Sebastian Gick, Markus Pfeifer, Sebastian Nielebock, Mark-M. Bakran. 2024. Cost-Effective Efficiency Enhancement in AC-DC Converters: A Study Across the Full Load Cycle. PCIM 2024.

Sebastian Gick, Markus Fürst, Mark-M Bakran. 2024. High Voltage High dV/dt Pulse Generator for Partial Discharge Testing with Adjustable Slew Rate. SPEEDAM 2024.

Sebastian Gick, Markus Pfeifer, Sebastian Nielebock, Mark-M. Bakran. 2024. Maximizing Efficiency while Managing Semiconductor Costs: Wide Bandgap Semiconductor Integration in T-Type Converters for 3-Phase AC-DC Applications. ECCE 2024

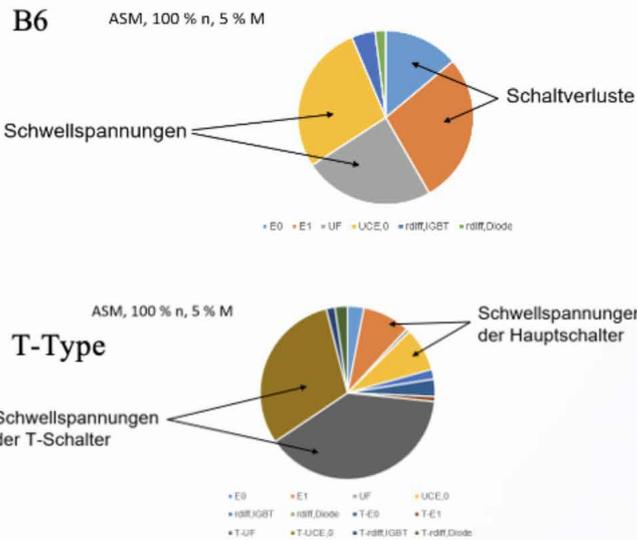


Abb. 1: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse der Verluste von IGBT Motorumrichtern. Es sind die Teillast Verluste beim Betrieb an der Asynchronmaschine aufgetragen. Für den B6 Umrichter sind Schaltverluste und Schwellspannungen relevant für die Gesamtverluste, für den T-Type Umrichter sind die Schwellspannungen der T-Schalter relevant für die Gesamtverluste.

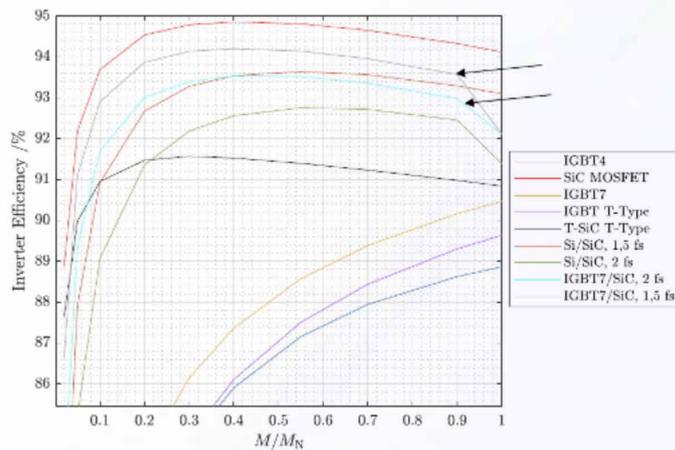


Abb 2: Wirkungsgradkennlinien für einige untersuchte Motorumrichtervarianten beim Betrieb an der Asynchronmaschine. Reine IGBT Umrichter besitzen den niedrigsten Wirkungsgrad, die vorgeschlagenen gemischten Topologien besitzen sehr hohen Wirkungsgrad.

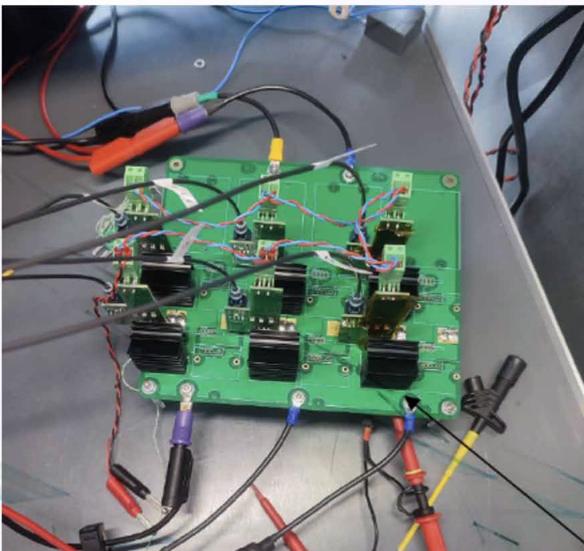


Abb.3 Aufbau des B6 Umrichters zur Validierung der Simulationsergebnisse. Der Umrichter wird an einer passiven RL Last betrieben. Über ein DSPACE System werden die Schalter angesteuert. Verluste werden sowohl elektrisch als auch thermisch über die Kühlkörpertemperatur bestimmt. Die gemessenen Verluste stimmen weitgehend mit den Verlusten aus dem Simulationsmodell überein.

Projekt 36: Project Holzkohle – Application of biogas in decentralized energy supply

Doctoral Candidate: Pooja Girdharbhai Parmar, M.Sc.

Supervisor: Prof. Dr. Ruth Freitag (Chair for Process Biotechnology, University of Bayreuth)

Status of the project

Agricultural products are commonly used as substrates for biogas production. In Germany, 209 million metric ton of manure get produced by agricultural sectors, from which only one-third of its total amount is utilised for the purpose of biogas production (Liebetrau et al., 2021). Increase in manure concentration in biogas plants leads to the higher ammonia concentration in anaerobic digestion (AD), which leads to potential process inhibition. Ammonia inhibition is one of the major issues in the AD of high nitrogen containing substrates, as it negatively impacts on the microbial population in AD (Lv et al., 2019, Mlinar et al., 2022). Biochar is suitable for increasing biogas yield in anaerobic digestion even though there are increased levels of inhibitors such as NH_3 and NH_4^+ (Mumme et al., 2014). Biochar is the solid material with generally large surface area and a porous structure (Zhang et al., 2015). Therefore, the aim of the experiments is to apply biochar to the biogas reactors at laboratory scale, by increasing the ammonia concentration and investigate the effects on biogas production and microbial consortia, compared to a control (wastewater treatment plant Bayreuth-digestate).

Interim results

Experiment was run with corn starch as a substrate and pine (*Pinus sylvestris*) biochar as additive to the biogas reactors. Sludge from the anaerobic digestion of the local wastewater treatment plant Bayreuth was used for this experiment. Moreover, anoxic condition was achieved by nitrogen flushing before starting the experiment. All three reactors (two 0.75 L reactors: R1 and R2, and one 15 L reactor: R3) were fed with 5 g/l starch and 1% pine biochar (particle size <2 mm). Later, in R2 and R3 were used as a test by increase Total Ammonia Nitrogen (TAN) concentration of 5 g/l. Sodium carbonate (Na_2CO_3 - 1.06 g/l), was added to R2 and R3 to increase the buffering capacity. Sludge samples from all three reactors were collected on regular interval and stored at -27 C for physico-chemical analysis and DNA extraction.

After the addition of biochar to the reactors on consecutive batches, R2 and R3 showed increase in the pH concentrations (pH_R2 4.841 to 7.023, pH_R3 5.031 to 7.450). Along with that decrease of 10% in TAN was measured. However, at the initial batches of the experiment, drop of the pH and increased ammonia concentration in the test reactors leads to the inhibition of the anaerobic microorganisms results in possible decrease in the total biogas production comparative to control reactor. Moreover, no significant effect of biogas production was observed during addition of biochar in all three reactors.

Outlook and next steps

To check the inhibition of ammonia and addition of biochar on diversity of microbial population (naïve and adaptive) present in sludge as well as on biochar particles, Next Generation Sequencing (NGS) analysis is required. The primary studies of presence of anaerobic microorganisms present inside the biochar particles were studied and mentioned in below mentioned publication.

Publication

Korte, H.; Sprafke, J.; Parmar, P.G.; Steiner, T.; Freitag, R.; Haag, V. Charcoal in Anaerobic Digestion: Part 1—Characterisation of Charcoal. *C* 2024, 10, 77. <https://doi.org/10.3390/c10030077>

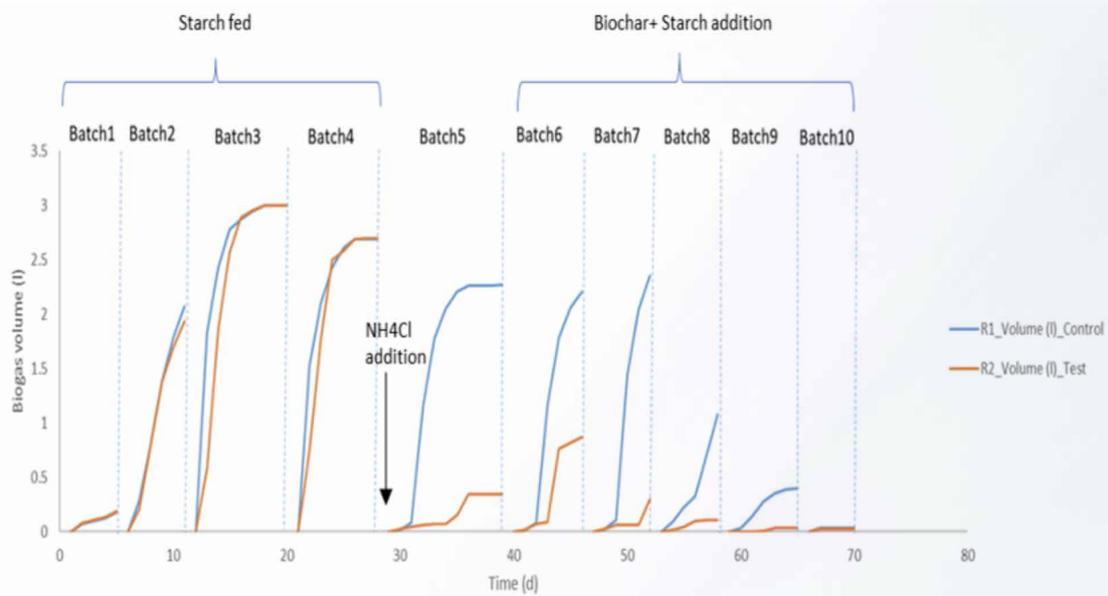


Figure 1: Biogas production in 0.75 L reactors R1 and R2

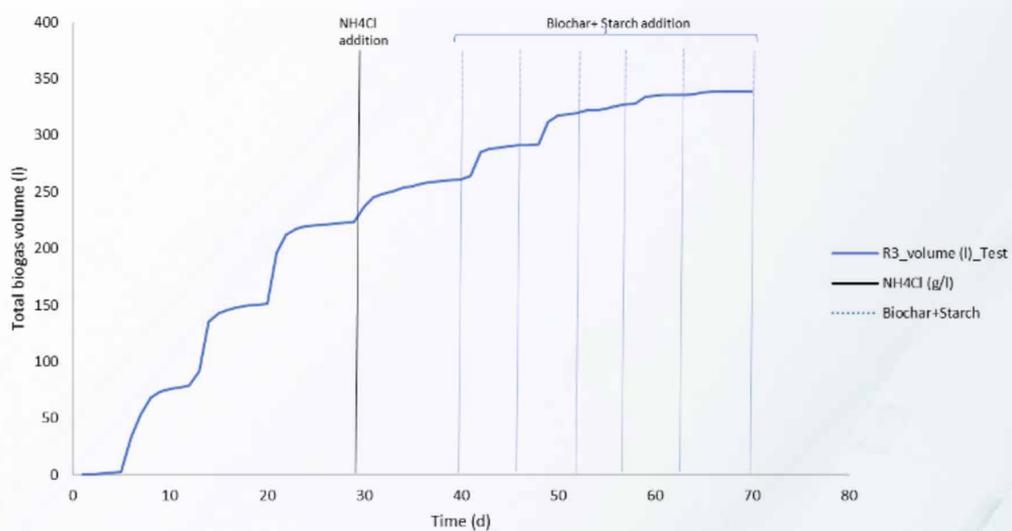


Figure 2: Biogas production in 15 L reactor R3

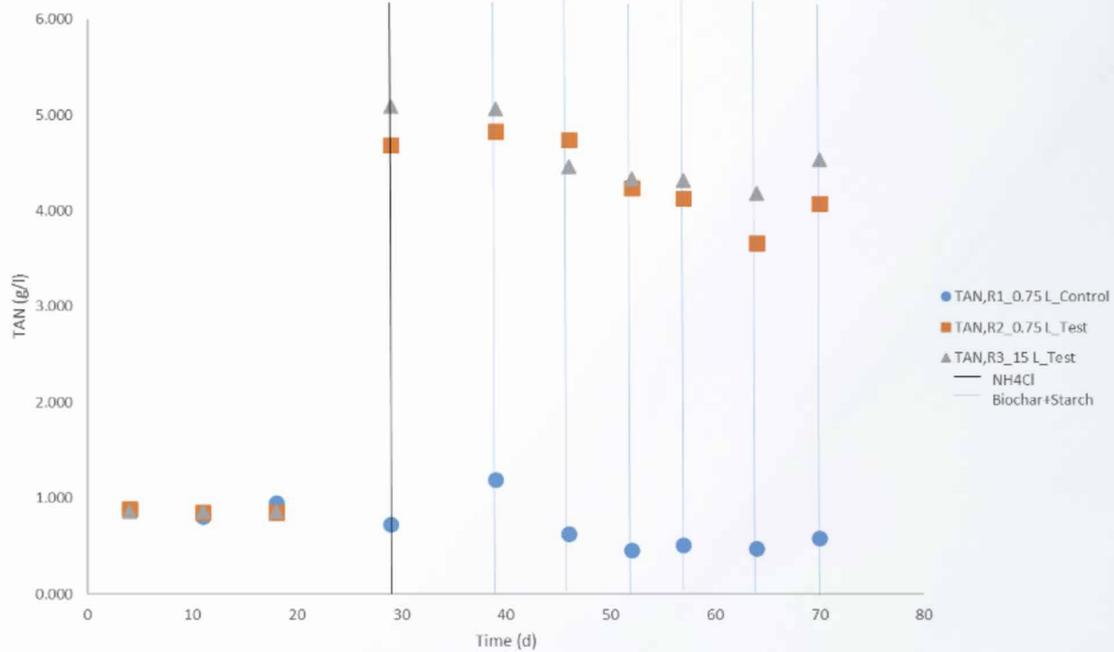


Figure 3: TAN concentration in all three reactors (R1, R2, and R3)

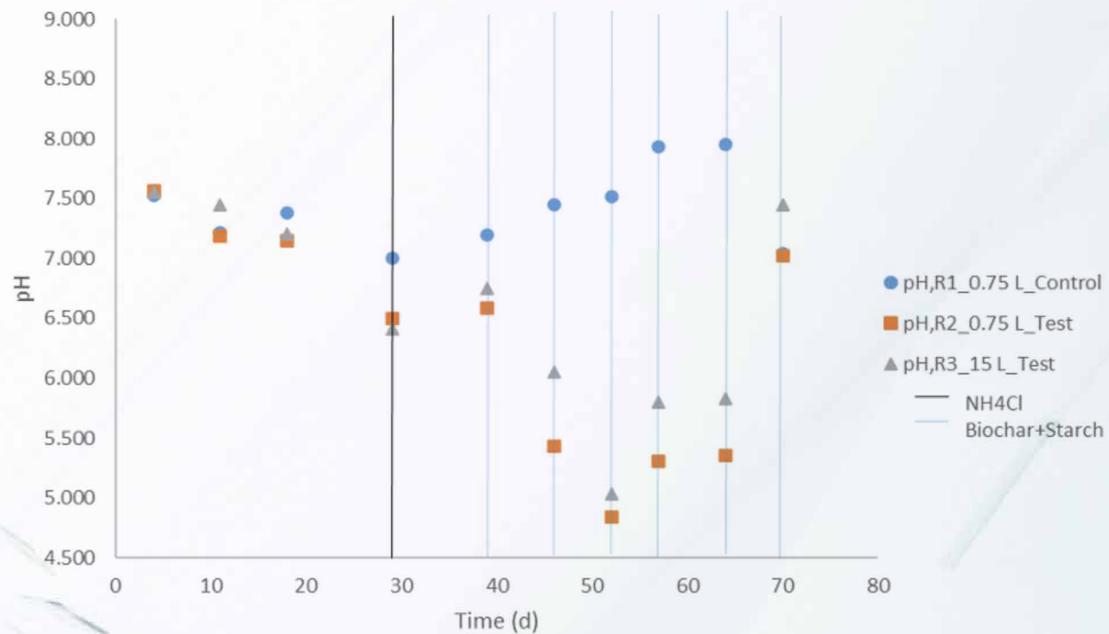


Figure 4: pH of all three reactors (R1, R2, and R3)

Projekt 37: Selektive katalytische Oxidation von Ammoniak aus Spaltgasen zur Extraktion von grünem Importwasserstoff

Projektbearbeiter: Anton Sack

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Tobias Plessing (Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Hochschule Hof)

Betreuer 2: Prof. Dr.-Ing. Andreas Jess (Lehrstuhl für chemische Verfahrenstechnik, Universität Bayreuth)

Sachstand des Projekts

Das Hauptziel des Projektes ist es, die selektive katalytische Oxidation als Möglichkeit zur Verringerung der nach der Spaltung verbleibenden Restkonzentration an Ammoniak im Spaltgas zu erforschen, um die technologische Lücke zwischen der Ammoniakspaltung und der Abscheidung von grünem Importwasserstoff zu schließen. Dies soll dazu beitragen, die Möglichkeit der dezentralen Wasserstoffproduktion aus Ammoniak für verschiedene Anwendungen in Industrie und Versorgung weiterzuentwickeln und in die Fläche zu bringen. Hierfür sollen geeignete Katalysatoren für die selektive Oxidation identifiziert und deren Einfluss auf die Reaktionskinetik in Versuchen im Laborreaktor ermittelt werden. Auf Basis dieser Erkenntnisse soll zusammen mit dem Projektpartner eine Anlage im Technikumsmaßstab bestehend aus Ammoniakspeicher, Spalter und nachgeschaltetem Oxidationsreaktor errichtet und in Betrieb genommen werden.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

- Aufbau und Inbetriebnahme eines Laborreaktors für Kinetikversuche
- Charakterisierung der zu untersuchenden Katalysatoren
- Beschaffung eines Ammoniaksplatters und Erstellung eines Sicherheitskonzept (inkl. Ex-Schutz) für die Technikumsanlage

Nächste Schritte/Ausblick

Im nächsten Schritt sollen die charakterisierten Katalysatoren nach Reparatur der defekten Gasanalyse im Laborreaktor hinsichtlich ihrer Kinetik und Selektivität untersucht werden. Die vielversprechendsten Katalysatoren werden experimentell detaillierter untersucht.

Zu Beginn des neuen Jahres werden der Container für die Technikumsanlage inklusive Umbauten und die Projektierung der Gaswarnanlage + Ex-Schutz-Lüftung in Auftrag gegeben.

Veröffentlichungen

Sack, A.; Gradel, A.; Schmid, H.-P.; Wüning, J.; Plessing, T.; Jess, A.: Selective catalytic oxidation of residual ammonia for purification of green hydrogen from ammonia cracking. Energy and Material Flows in Sustainable Petrochemistry – Opportunities and Implications, Hamburg, Germany, 27.-29.11.2024. (Poster)

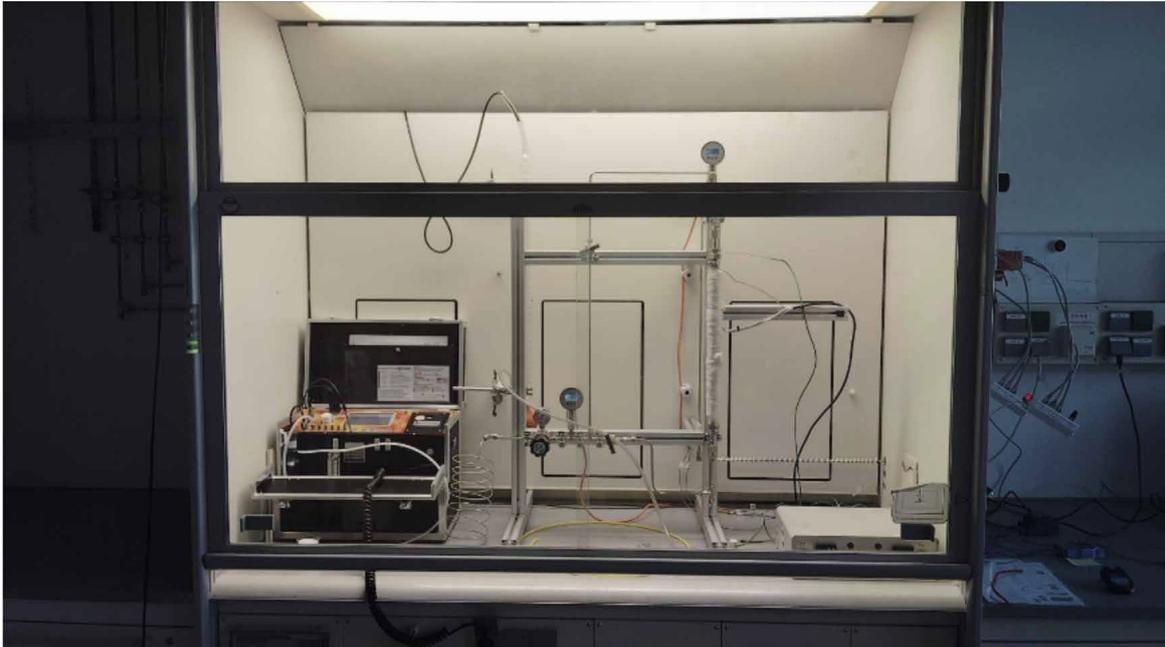


Abbildung 1 - Laborreaktoraufbau im Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik

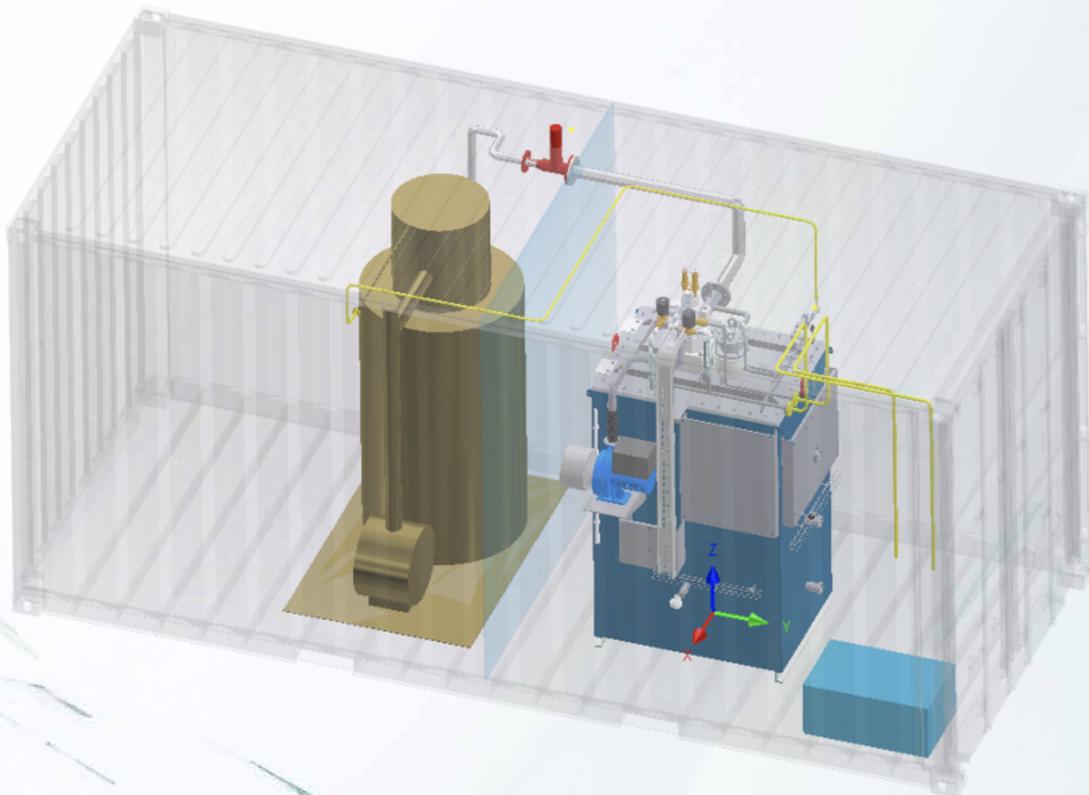


Abbildung 2 - Vereinfachtes Modell des geplanten Technikumscontainers



Abbildung 3 - Ammoniakspalter für die Technikumsanlage

Projekt 38: Entwicklung und Erforschung eines ganzheitlichen Ansatzes zur Restlebensdauerbestimmung von aus dem Feld zurückkehrenden Traktionsbatteriemodulen und zur applikationsspezifischen Kombination von gemischt auf-gebauten stationären Energiespeichern für zukünftige energieautarke Gebäude.

Projektbearbeiter: Lukas Riedelbauch, M. Eng.

Betreuer: Prof. Dr. Christian Weindl (Fakultät Elektrotechnik und Informatik, Hochschule Coburg)

Betreuer 2: Prof. Dr. Marco Denk (Fakultät Maschinenbau und Automobiltechnik, Hochschule Coburg)

Sachstand des Projektes

Das Projekt beschäftigt sich mit der Restlebensdauerbestimmung von aus dem Feld zurückkehrenden Traktionsbatteriemodulen um darauf aufbauend eine Entscheidungsfindung für die weitere Verwendung der Batterien durchzuführen. Der Fokus liegt dabei auf der Entwicklung eines Tools, das mit Hilfe definierter Eingangsdaten eine Handlungsempfehlung für die Nutzung nach der Erstanwendung im Fahrzeug ausgibt.

Zu Beginn des Projekts im Oktober 2024 wurde zunächst ein Projektplan (siehe Abb.1) mit der Firma Lion Smart abgestimmt, welche das Projekt als Hersteller von Traktionsbatterien unterstützt. Dabei wurden jeweils acht Arbeitspakete und acht Meilensteine definiert. Jedes Arbeitspaket wurde zudem in Unterarbeitspakete gegliedert, um die einzelnen Arbeitsschritte genauer beschreiben zu können.

Im ersten Schritt wurde für die Toolentwicklung festgelegt, welche Eingangsdaten für den Entscheidungsfindungsalgorithmus notwendig sind und welche Parameter die Ausgabe beinhalten sollte (siehe Abb. 2). Die Eingangsdaten gliedern sich in Daten, die durch den Nutzenden eingegeben werden, bereits hinterlegte Daten sowie Daten, die automatisiert bezogen werden müssen. Als Ausgabe wird zwischen der Umnutzung als stationärer Speicher, Wiederaufbereitung als Fahrzeugbatterie oder Recycling unter Berücksichtigung der Recyclingtiefe unterschieden und eine Handlungsempfehlung über den aus ökologischer so-wie ökonomischer Sicht optimalen Weg gegeben. Dabei sollen auch Kombinationen mit zeitlichem Verlauf mitgedacht werden und Eintrittswahrscheinlichkeiten zukünftiger Szenarios, wie die Entwicklung der Rohstoffpreise oder technische Weiterentwicklungen, in die Entscheidungsfindung einfließen.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Abgeschlossen wurde bereits der erste Meilenstein, welcher die Anforderungsspezifikation für die Ein- und Ausgabeparameter des zu entwickelnden Tools beinhaltet. Die Parameter wurden definiert und mit dem Projektpartner abgestimmt.

Zwischenergebnisse sind bereits vorhanden im Bereich Stand der Forschung zur Restlebensdauerbestimmung. Hierfür wurde zunächst analysiert, welche Ursachen hinter der Alterung von Batterien steckt und welche Wirkung diese haben [1]. Darauf aufbauend wurden die Alterungsmechanismen innerhalb der Zelle betrachtet, welche auf die zuvor angesprochenen Ursachen zurückzuführen sind [1]. Auf einer übergeordneten Ebene wurde zudem betrachtet, welchen Einfluss die Mechanismen auf die zyklische Lebensdauer einer Batterie haben. Es konnte festgestellt werden, dass sich die Kapazität der Batterie nach 800 Zyklen um circa 20% reduziert und anschließend innerhalb von weniger als 200 Zyklen auf die Hälfte der ursprünglichen Kapazität abfällt [2]. Außerdem konnten bereits die rechtlichen Rahmenbedingungen für Batterien, stationäre Speicher sowie Recycling mittels der Verordnung 2023/1542 über Batterien und Altbatterien geklärt werden.

Nächste Schritte/Ausblick

Die Ausarbeitung des Stands der Forschung ist in dem Bereich Restlebensdauerbestimmung weiterzuführen sowie für stationäre Speicher und Recycling zu beginnen. Die Daten aus der Literatur zur Alterung von Batterien wird um Erkenntnisse aus künstlichen Alterungsversuchen der Firma Lion Smart sowie durch eine Datenanalyse von Batterierückläufern aus dem Feld erweitert. Bei

den Messversuchen sollen Kenngrößen der einzelnen Zellen ermittelt und verglichen werden. Der Aufbau des Messsetups sowie die Beschreibung des Messvorgehens haben bereits begonnen.

Für das Tool wird anhand bestehender Datenblätter ein Dummy-Datensatz aufgesetzt, welcher alle Batterieparameter enthält, die als Eingangswerte benötigt werden. Es wird angestrebt diesen in Form des Batteriepasses zu realisieren, welcher ab 2027 verpflichtend ist.

Für die Daten, welche vom Tool automatisiert bezogen werden, wie beispielsweise aktuelle Rohstoffpreise, werden die Methoden des Web-Scrappings getestet. Hierfür hat sich die Softwareapplikation Python als geeignet herausgestellt. Des Weiteren werden in diesem Zusammenhang rekurrente neuronale Netze betrachtet.

Veröffentlichungen

Keine bisher. Geplant ab Mitte / Ende 2025.

Paper geplant für bspw. für Automotive Battery Conference in Mainz (23.-26. Juni 2025) und 6. Future Battery Forum in Berlin (25.-26. November 2025)

Literatur

[1] C. R. Birkl, M. R. Roberts, E. McTurk, P. G. Bruce, und D. A. Howey, „Degradation diagnostics for lithium ion cells“, Journal of Power Sources, Bd. 341, S. 373–386, Feb. 2017, doi: 10.1016/j.jpowsour.2016.12.011.

[2] T. C. Bach u. a., „Nonlinear aging of cylindrical lithiumion cells linked to heterogeneous compression“, Journal of Energy Storage, Bd. 5, S. 212–223, Feb. 2016, doi: 10.1016/j.est.2016.01.003.

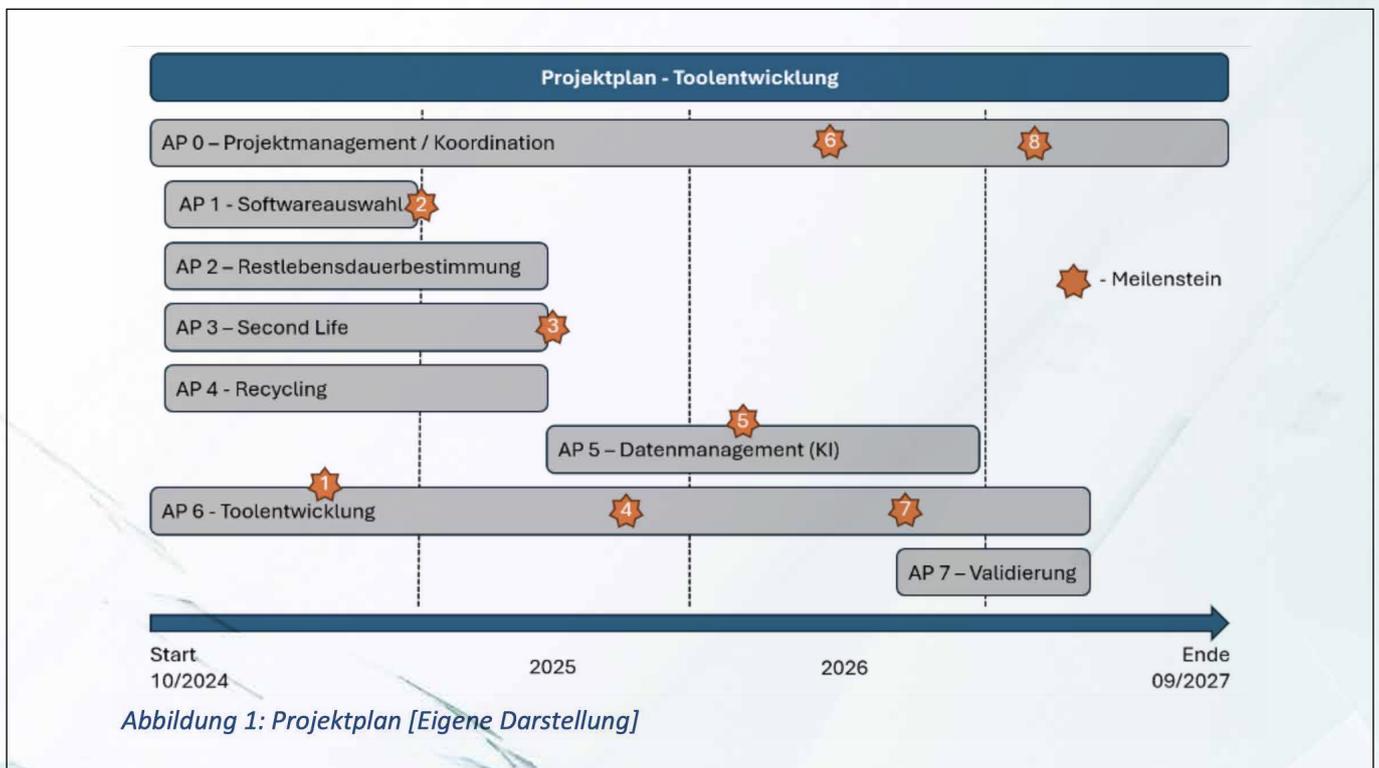


Abbildung 1: Projektplan [Eigene Darstellung]

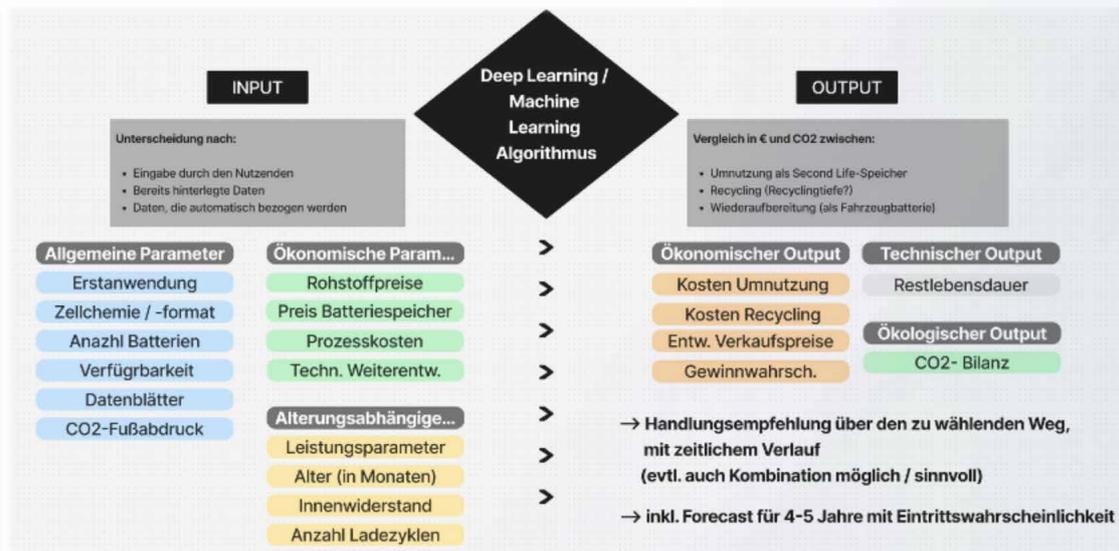


Abbildung 2: Ein- und Ausgangsparameter [Eigene Darstellung]