Rückblick 2022

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.

Die vier Präsidenten beim Unterzeichnen der überarbeiteten Kooperationsvereinbarung am 21. November 2022. Linke Seite: Prof. Dr. Kai Fischbach, Präsident der Universität Bamberg, Prof. Dr. Dr. h.c. Jürgen Lehmann, Präsident der Hochschule Hof, rechte Seite: Prof. Dr. Stefan Leible, Präsident der Universität Bayreuth, Prof. Dr. Stefan Gast, Präsident der Hochschule Coburg.

Rückblick 2022

Die Sars-COV-2-Epidemie hat auch das Jahr 2022 in Teilen geprägt. Präsenzveranstaltungen waren in der ersten Jahreshälfte weiterhin kaum möglich, in der zweiten Jahreshälfte konnte eine Rückkehr ins normale Leben erfolgen. Entsprechend waren die ersten sechs Monate weitgehend von digitalen Formaten geprägt.

Das interdisziplinäre Symposium „Wenn die Technik gewinnt: Erfinden moderne Technologien den Sport neu?" im Rahmen des TAO-Themenjahrs „Technologie und Sport" fand am 28. und 29. April als Präsenzveranstaltung in der HUK-Arena in Coburg statt. In vier verschiedenen Panels und zwei Diskussionsrunden wurden die diversen Chancen und Risiken von Technologie-Einsatz im Sport aus unterschiedlichen Blickwinkeln beleuchtet.

Drei Wochen später, am 21. Mai, fand die Feierstunde „Raum für Wissenschaft" im TAO-Gebäude der Universität Bayreuth statt. Der Vormittag war geprägt durch den Besuch des Bayerischen Staatsministers für Wissenschaft und Kultur, Markus Blume. Der Nachmittag gehörte der interessierten Öffentlichkeit: Viele Labore waren geöffnet, an verschiedenen Stationen wurde vorgestellt, an was im TAO-Gebäude geforscht und gearbeitet wird. Auch das TAO-Schülerforschungszentrum war mit Versuchen für Kinder und Jugendliche aller Altersgruppen am Tag der Offenen Tür beteiligt.

Parallel zum laufenden TAO-Themenjahr wurden die Vorbereitungen für das folgende Themenjahr getroffen. Das Themenjahr „Gesundheit" begann am 30. November mit einer Clusterkonferenz, um mit den beteiligten TAO-Hochschulen sowie einigen externen Teilnehmer*innen die Schwerpunktbereiche für das Veranstaltungsjahr zu definieren.

Des Weiteren wurden einige langfristige Überarbeitungen an der TAO Homepage gestartet. Dabei handelt es sich zum einen um eine Auffrischung der Teilseiten für das TAO-Schülerforschungszentrum, um die jungen Menschen besser ansprechen zu können.

Außerdem soll die Homepage bezüglich der Barrierefreiheit überarbeitet werden.

Zusätzlich ist das Thema „Datenschutz im Schülerforschungszentrum" ins Blickfeld gerückt. Die persönlichen Daten von Minderjährigen müssen besonders geschützt werden.

Schlüsselübergabe bei der Feierstunde, von links nach rechts: Prof. Dr. Stefan Leible, Präsident der Universität Bayreuth, Markus Blume, Bayerischer Staatsminister für Wissenschaft und Kunst, Christof Präg, Bereichsleiter Hochbau des Staatlichen Bauamts Bayreuth, Dr. Nicole Kaiser, Kanzlerin der Universität Bayreuth.

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 2022 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.

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 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 verankerte Verarbeitungsmethode des Elektrospinnens 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. In statischen Filtrationsmessungen konnte eine gute Filterwirkung von Antikörpern erfolgreich gezeigt werden.

EU-FORSCHUNGSPROJEKT MIT DEM TITEL „BIOKOMPATIBLE UND BIOLOGISCH ABBAUBARE KLEBSTOFFE“

Im Rahmen des Programms zur grenzübergreifenden Zusammenarbeit ETZ 2014-2020 (INTERREG V) wurde das im Jahr 2021 bewilligte EU-Forschungsprojekt mit dem Titel „Biokompatible und biologisch abbaubare Klebstoffe“ zusammen mit der Tschechischen Akademie der Wissenschaften in Budweis/CZ erfolgreich abgeschlossen. Im Projekt erfolgte der Extraktion/Isolierung von biologischem Material für die Erstellung einer RNA-Datenbank und Zustands-Vorhersage von Klebeproteinen durch Proteomics-Methoden. Wesentlich für das Gelingen des Projektes trug die Infrastruktur und die Expertise des TAO-Keylabs „Fasertechnologien“ sowie die Laborausstattung des Lehrstuhls Biomaterialien für die Analyse von Proteinzuständen durch FT-IR Spekroskopie und Massenbestimmung mittels MALDI-TOF bei.

PROJEKTVERBUND „BAYÖKOTOX – ÖKOTOXIKOLOGIE IN BAYERN“ (02/2020-05/2023, GEFÖRDERT VOM STMUV BAYERN)

Im Forschungsprojekt „BayÖkotox“ beteiligte sich der Lehrstuhl Keramische Werkstoffe zusammen mit dem Lehrstuhl Pflanzenphysiologie auch im Jahr 2022 sehr erfolgreich an der Durchführung des Forschungsvorhabens innerhalb des stark interdisziplinär geprägten bayerischen Projektverbundes zur Untersuchung von verkehrsbedingten Emissionen und deren ökotoxikologische Auswirkungen. Dem Konsortium gehören neben weiteren vier Lehrstühlen der Universität Bayreuth auch die HAW Coburg an. Vor allem luftgetragene Emissionen (Verschleiß- bzw. Bremspartikel) und deren Auswirkungen auf die Vitalität von Pflanzen und Insekten wurden bereits untersucht und teilweise auch veröffentlicht.

BMBF-PROJEKT: ADDITIVE FERTIGUNG VON NANO DIAMANT SILICIUMCARBID „NANODIASIC“ (01/2019-06/2022, FÖRDERKENNZEICHEN 03XP0193F)

In diesem Verbundprojekt entwickelten unter anderem die oberfränkischen Partner der KYOCERA Fineceramics Precision GmbH aus Selb und der Lehrstuhl Keramische Werkstoffe der Universität Bayreuth neue, additiv gefertigte Diamanten Siliciumcarbid-Komponenten. Dabei fand gleichzeitig eine Prozess- und Werkstoffentwicklung statt. Zum einen wurde die Schlickertechnologie für die innovative Umsetzung im 3D-Druck-Verfahren erarbeitet. Andererseits wurde auch ein völlig neuer Diamant-SiC Werkstoff entwickelt, der durch die Diamanten eine höhere Härte und Wärmeleitfähigkeit als vergleichbare SiC Werkstoffe aufwies. Durch die additive Fertigung der Grünkörper war darüber hinaus auch die Realisierung komplexer Bauteile mit besonders geringem Ressourcenaufwand und der Verringerung notwendiger Endbearbeitungsschritte möglich. Somit leistete dieses Projekt auch einen Beitrag zur Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung. Das Projekt wurde Ende Juni 2022 erfolgreich abgeschlossen.

TAO-LEHRSTUHL WIRTSCHAFTSINFORMATIK – ENERGIEEFFIZIENTE SYSTEME

Im Jahr 2022 konnte der Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik insbes. Energieeffiziente Systeme von Prof. Dr. Thorsten Staake an der Universität Bamberg umfassende Drittmittel einwerben. In dieser Berichtsperiode lag der Fokus auf der Umsetzung der Projekte und der Publikation der Forschungsergebnisse. Mitarbeiter des Lehrstuhls konnten Resultate in hochrangigen Journalen veröffentlichen, und die Arbeiten werden bereits jetzt intensiv im wissenschaftlichen Diskus aufgenommen bzw. von Praxispartnern umgesetzt. Die Arbeiten lassen sich in die Bereiche Organisation des Einsatzes von KI in Unternehmen, Verbrauchsdatenanalysen mit Maschinellen Lernverfahren und IT-basierte Verhaltensinterventionen für ein nachhaltiges Handeln einteilen.
In der Arbeit „Organizational implementation of AI: Craft and mechanical work" beschreiben Hopf und Kollegen, wie Methoden der KI in Zusammenarbeit zwischen Management und Fachabteilung umgesetzt sind und welche Kooperations- und Innovationsprozesse für einen produktiven Einsatz gelingen müssen. Die Arbeit erscheint in California Management Review. Ein verwandtes Thema greifen Shollo und Kollegen in ihrer Arbeit auf, die Prozessmodelle für die Wertgenerierung von Maschinellen Lernverfahren identifizieren. Das Papier wurde im Journal of Strategic Information Systems veröffentlicht und mit dem JSIS 2022 Best Paper Award ausgezeichnet. Eine Arbeit von Hopf et al., welche sich speziell an mittelständische Unternehmen mit ihren häufig kleinen Datensätzen richtet, erschien im Journal of Decision Systems.
Ähnlich produktiv gestalteten sich die Arbeiten zu Maschinellen Lernverfahren für Energieverbrauchsdaten. Weigert und Kollegen konnten in einem hochaktuellen Papier erstmals aufzeigen, welches energetisches Potential durch einfache Wartungen und Adjustierungen von Wärmepumpen gehoben werden kann und wie sich relevante Wärmepumpen mit Hilfe von Smart-Meter-Daten vorab identifizieren lassen. Die Arbeit erschien in Energy Policy.
Veröffentlichungen zu IT-unterstützten Verhaltensinterventionen befassten sich mit Maßnahmen zur Unterstützung der Handhygiene in Kindergärten (erschienen in PLOS ONE), und Arbeiten zum Themenfeld Gewohnheitsbildung und Komplementaritäten von Interventionen am Beispiel des Energieverbrauchs sind im Social Science Research Network erschienen.

TAO-PROFESSUR ANGEWANDTE INFORMATIK, INSBESONDERE SMART ENVIRONMENTS

Die Arbeitsgruppe Smart Environments am Lehrstuhl von Prof. Dr. Diedrich Wolter war an der erfolgreichen Antragstellung des BMBF-geförderten Verbundprojektes „VoLL-KI: Von Lernenden Lernen" zusammen mit dem TAO-Partner HS Coburg sowie der FAU Erlangen beteiligt. Seitens der Bamberger TAO-Gruppen ist ebenfalls der Lehrstuhl für mobile Softwaresysteme (Prof. Nicklas) beteiligt. Das im Rahmen eines Förderprogrammes für KI in der Hochschullehre durchgeführte Projekt ist auf vier Jahre angelegt (Laufzeit 2022–2025). Im Rahmen des Projektes wird unter anderem ein Studiengangsmonitoring aufgebaut (konzipiert durch AG mobile Softwaresysteme), wie auch eine digitale Assistenz in der individuellen Studienplanung. In der AG Smart Environments wird ein intelligentes Tutorsystem als Teil des digitalen Lehrangebotes in der Informatiklehre entwickelt. Zudem findet ein enge Austausch über Lehre in der KI an den beteiligten Standorten statt.
In der Forschung hat die AG Smart Environments einerseits zur methodischen Weiterentwicklung der KI durch Untersuchung hybrider Techniken beigetragen, die Lernverfahren mit logikbasierten Schlussfolgerungstechniken vereinen[1]. Dies ist insbesondere relevant für die verlässliche Anwendung von maschinellen Lernverfahren[2]. Andererseits wurden anwendungsorientierte Fragestellungen mit Bezug zur Verarbeitung räumlichen Wissens adressiert, insbesondere das Verstehen von Ortsbeschreibungen[3]. Im Rahmen des VoLL-KI-Projektes wurde ein Diagnosesystem umgesetzt, welches automatisiert Studierenden während der Bearbeitungszeit zu Übungsaufgaben Hilfestellung geben kann. Das Verfahren wurde 2022 entwickelt und im Sommersemester 2023 erstmalig in der Lehre eingesetzt; die wissenschaftlichen Publikationen befinden sich in Begutachtung.

---

[1] *Mena Leemhuis, Özgür L. Özçep, Diedrich Wolter: Learning with cone-based geometric models and orthologics. Annals of Mathematics and Artificial Intelligence, 90(11-12): 1159-1195 (2022); Mena Leemhuis, Özgür L. Özçep, Diedrich Wolter: Knowledge Graph Embeddings with Ontologies: Reification for Representing Arbitrary Relations. KI 2022: 146-159*

[2] *Jin Woo Ro, Gerald Lüttgen, Diedrich Wolter: Reinforcement Learning With Imperfect Safety Constraints. SafeAI@AAAI 2022*

[3] *Madiha Yousaf, Diedrich Wolter: A reasoning model for geo-referencing named and unnamed spatial entities in natural language place descriptions. Spatial Cogn. Comput. 22(3-4): 328-366 (2022)*

PARKPLATZBELEGUNGSVORHERSAGE

Eine große Herausforderung für Städte ist der zunehmende Verkehr und die Knappheit der Parkplätze. Um den innerstädtischen Verkehr zu reduzieren, werden deshalb im Parkplatzmanagement Parkplatzsensoren eingesetzt. Diese Sensoren geben Aufschluss über den aktuellen Belegungszustand von Einzelstellplätzen. In Bamberg haben wir in Kooperation mit unserem lokalen Projektpartner Smart City System Parking Solutions GmbH und der Stadt Bamberg zwei Parkplätze mit Magnetfeldsensoren ausgestattet. Diese Parkplätze sind P+R Brennerstraße und P+R Heinrichsdamm. Aufgrund des installierten Sensorsystems kann man über ein Parkplatz-Dashboard die belegten und verfügbaren Einzelstellplätze der beiden Parkplätze sehen. In Abbildung 1 ist das Parkplatz-Dashboard für den Parkplatz P+R Brennerstraße zu sehen. Die grün hervorgehobenen Parkplätze sind belegt und die grauen sind frei.

Abbildung 1 - Parkplatz-Dashboard

Wenn man sich bereits in Bamberg befindet und das Dashboard verwenden, um die Verfügbarkeit des Parkplatzes zu überprüfen funktioniert das sehr gut. Ist man allerdings noch weiter entfernt, z.B. 1 Stunde von Bamberg, kann sich die Verfügbarkeit des Parkplatzes während der Anreise verändern. Aus diesem Grund haben wir uns an der Universität Bamberg 2022 mit dem Thema der Parkplatzbelegungsvorhersage beschäftigt.
Mit Hilfe von klassischen Machine-Learning-Ansätzen und Deep-Learning-Ansätzen sind in zwei Masterarbeiten Modelle trainiert worden, welche die Parkplatzbelegung für einen bestimmten Zeitpunkt in der Zukunft vorhersagen. Dabei sind unterschiedliche Vorhersagehorizonte definiert worden. Wir sprechen von einem kurzen Vorhersagehorizont, wenn wir die Parkplatzbelegung in 10 Minuten vorhersagen wollen, von einem mittleren Vorhersagehorizont bei 30 bzw. 60 Minuten und einem langen Vorhersagehorizont bei einem Tag. Als Features für den Trainingsprozess sind Zeitdaten, wie der Wochentag und die Uhrzeit und die Parkplatzbelegungsdaten verwendet worden. Außerdem kam noch ein Kontext-Datensatz zum Einsatz, welchen wir vom Deutschen Wetterdienst bezogen haben. Das Wetter kann einen großen Einfluss auf das Mobilitätsverhalten der Menschen haben. Deswegen haben wir Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsdaten als Features berücksichtigt. Außerdem haben das Verkehrsaufkommen an nahegelegenen Verkehrspunkten und externe Ereignisse, wie Feiertage, Ferien und Events (z.B. Sandkerwa) auch einen großen Einfluss auf die Parkplatzauslastung. Die zuletzt genannten Einflüsse haben wir allerdings zunächst nicht berücksichtigt.
In der Kategorie der klassischen Machine-Learning-Ansätze kamen Decision Tree, Random Forest und Linear Regression zum Einsatz. Für kurze und mittlere Vorhersagehorizonte (10 – 60 Minuten) lieferten die Random-Forest-Modelle die geringsten Fehler und für lange Vorhersagehorizonte hatten die Linear-Regression-Modelle die geringsten Fehler, wie in Abbildung 2 zu sehen ist. Als Fehlermaße kamen Mean Square Error (MSE), Root Mean Square Error (RMSE) und Mean Absolute Error (MAE) zum Einsatz.
In der Kategorie der Deep-Learning-Ansätze kamen Deep Neural Network (DNN), Long Short Term Memory (LSTM) und auch ein

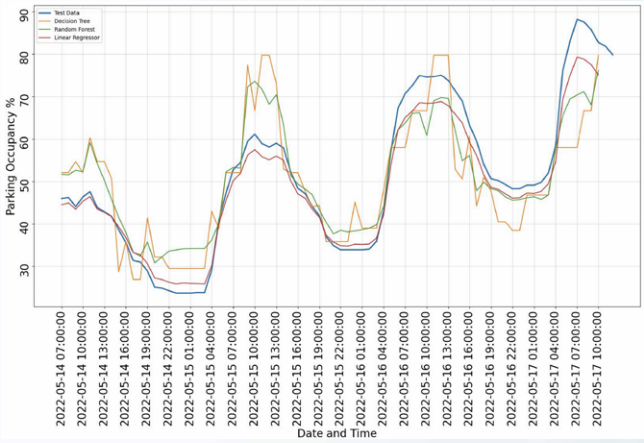


Abbildung 2 - Parkplatzbelegungsvorhersage für P+R Brennerstraße (Vorhersagehorizont = 1 Tag)

statistischer Ansatz Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) zum Einsatz. Für alle Vorhersagehorizonte lieferte LSTM die geringsten Fehlerwerte, wie in Abbildung 3 zu sehen ist. Hier kamen ebenfalls MSE, RMSE und MAE zum Einsatz. Der statistische Ansatz ARIMA konnte leider für diesen Anwendungsfall und unsere Daten nicht überzeugen.

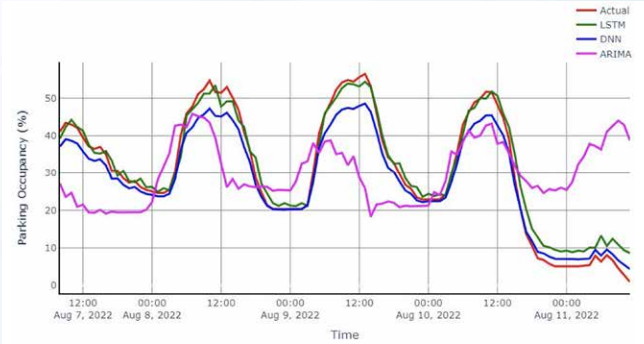


Abbildung 3 - Parkplatzbelegungsvorhersage für P+R Brennerstraße (Vorhersagehorizont = 60 Minuten)

ZUSAMMENARBEIT LEHRSTUHL MECHATRONIK (UNIVERSITÄT BAYREUTH) MIT HAW COBURG

Im Rahmen der Kooperation mit der TAO Hochschule Coburg wurde ein Projekt angebahnt zur „Applikation von GaN-Leistungshalbleitern in einem neuartigen elektrischen Kältemittelverdichter". Das Projekt ist dem Schwerpunktfeld „Mobilität" der Technologieallianz Oberfranken zuzuordnen und nutzt die Fördermöglichkeiten des Programms FH-Kooperativ.

KEY-LAB FASERTECHNOLOGIEN

Ende 2021 wurde eine 2-Kopf-Elektro-Zentrifugenspinnanlage aus einem erfolgreichen DFG-Großgeräteantrag von der Firma Dienes Apparatebau ausgeliefert. Die 800.000 € teure Anlage wurde u.a. mit TAO-Mitteln für das Keylab „Fasertechnologien" co-finanziert. Die nach Nutzervorgaben konfigurierte und entwickelte Anlage vereint die Methoden des Zentrifugen-Elektrospinnens mit additiver Fertigung durch einen 3D-Drucker, sowie eine Nachbehandlungsstrecke. Mittels eines Rheometers und einer Hochgeschwindigkeitskamera sollen der Einfluss der Spinnlösungen und der Faserbildung direkt bei der Herstellung analysiert werden können. Die Anlage wurde im Rahmen des „Tag der offenen Tür" im Mai 2022 der Öffentlichkeit erstmals präsentiert, und die Bedienbarkeit wurde im Laufe des Jahres 2022 durch die Firma Dienes optimiert.
Die 2019 mit Hilfe von TAO-Mitteln installierten Mikroskope der korrelativen Mikroskopie-Plattform (CLEM) am Lehrstuhl Biomaterialien sind ein wichtiges bildgebendes Analyse-Werkzeug für verschiedene Drittmittelgeförderte Verbundprojekte, z.B. der DFG Transregio TRR225 „Biofabrikation" oder der SFB 1347 „Mikroplastik". Sie nehmen eine zentrale Rolle für die mikroskopische Analyse von zellulären Strukturen und oberflächennahen Abläufen sowie Zell-Material-Interaktionen ein, deren Ergebnisse in mehreren Publikationen des Lehrstuhls eingeflossen sind.

KEYLAB CLEAN AIR

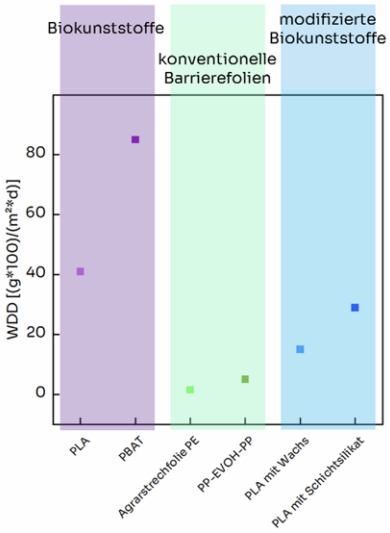
Die Themen Energie- und Klimakrise oder Energiewenden bestimmten die öffentliche Diskussion im letzten Winter. Nachhaltige Technologien zur Wärmeerzeugung sind gefordert. Im Bereich der energetischen Nutzung von Biomasse spalten sich aber die Meinungen: Einerseits wird Biomasse als regenerativer Energieträger in Frage gestellt, da bei der Verbrennung natürlich CO2 entsteht und zusätzlich auch Feinstaubemissionen eine Gesundheitsgefahr darstellen; Andererseits trägt Biomasse bereits jetzt schon wesentlich dazu bei, fossile Energieträger zu ersetzen und damit den Neueintrag von Treibhausgasen in die Atmosphäre zu senken. Keylab-Verantwortlicher Dr.-Ing. Gunter Hagen (Lehrstuhl für Funktionsmaterialien) war eingeladen zum Zukunftsworkshop am Deutschen Biomassezentrum (DBFZ) in Leipzig, einem Treffen aller Branchenvertreter rund um die Holzfeuerung inkl. Vertretern von Hochschulen und dem Umweltbundesamt. Die Ziele sind klar definiert: Energieeffizienz und Emissionsminderung. Hier spielt die Analyse des Rauchgases eine entscheidende Rolle. Geeignete Sensoren (die sowohl kostengünstige als auch verlässliche Messinstrumente in diesen besonderen Umgebungsbedingungen mit hoher Temperatur und vielen verschiedenen Abgasbestandteilen sein müssen) können zur Überwachung dienen, aber auch für eine automatisierte Verbrennungsluftregelung zur Steigerung der Effizienz und Senkung der Emissionen eingesetzt werden. Die Aktivitäten in Bayreuth umfassen eigene Entwicklungen im Bereich der Sensorik und die Zusammenarbeit mit Firmen und dem DBFZ in geförderten Projekten.

Beim „Gegenbesuch" der Workshop-Initiatoren (Dr. Johannes Gerstner, Geschäftsführer der Europäischen Feuerstätten Arbeitsgemeinschaft e.V. (EFA) und Prof. Ingo Hartmann, Gruppenleiter am DBFZ) zeigte man sich beeindruckt von der Ausstattung im Keylab Clean Air.

PERMEATIONSMESSGERÄT GINTRONIC GRAVITEST 9300

Kunststofffolien müssen in vielen Anwendungen Meisterleistungen vollbringen, so z.B. im Bereich der Landwirtschaft als Agrarstretchfolie oder für Lebensmittelverpackungen. Es müssen mechanische Eigenschaften erfüllt werden, die Prozessfähigkeit muss gegeben sein und es muss eine möglichst hohe Barrierewirkung gegenüber Gasen und Wasserdampf neben anderen Anforderungen aufgewiesen werden. Um solche Folien präzise, bedarfsgerecht und effizient entwickeln zu können, müssen alle diese Eigenschaft am Institut einfach prüfbar sein. An der Hochschule Hof besteht durch die Förderung durch TAO-Mittel die Möglichkeit die Permeation von Wasserdampf (WDD-Wert) durch Folien, Platten sowie alle weiteren flächigen Werkstoffe kontinuierlich und präzise zu messen. Dafür wurde das Permeationsmessgerät Gintronic GraviTest 9300 beschafft. Mit diesem Gerät können bis zu 9 Proben gleichzeitig bei definierten Bedingungen auf deren Permeationseigenschaften überprüft und so Entwicklungsfortschritte oder Produkteigenschaften schnell und effektiv bestimmt werden. Die Prüfung läuft dabei vollautomatisch ab und es können die Prüfparameter wie Luftfeuchte, Temperatur, Luftstrom oder Wägeintervall individuell und normgerecht angepasst werden.

Im angefügten Diagramm ist ersichtlich, weshalb der Zugriff auf ein solches Permeationsmessgerät bei der Entwicklung von nachhaltigen Lösungen für die Kunststoffbranche so entscheidend ist. Biokunststoffe sowie Rezyklate aus konventionellen Kunststoffen weisen oftmals deutlich schlechtere Barriereeigenschaften als konventionelle Kunststoffe auf. Die Werkstoffe müssen daher gezielt modifiziert und die Fortschritte durch die Modifizierung anschließend geprüft werden, um eine zielgerichtete Entwicklung durchführen zu können. Die Ausgangswerte für die Wasserdampfdurchlässigkeit (WDD) sind bei reinen Biokunststoffen hoch, weshalb die Werkstoffe für Barriere- oder auch oftmals bereits recht einfache Verpackungsanwendungen nicht in Frage kommen. Durch gezielte Modifizierung gelingt es jedoch die Werte der Wasserdampfbarriere zumindest deutlich zu senken, was mittels des GINTRONIC GraviTest 9300 nachgewiesen werden konnte.



DSC-AUTOSAMPLER FÜR NETZSCH POLYMA DSC 214

Dank aktiver und erfolgreicher Forschung sowie durch die Unterstützung durch TAO konnte das Institut für die Kreislauffähigkeit der Bio:Polymere an der Hochschule Hof sowie weitere Forschergruppen mit Arbeitsbereichen im Bereich der Polymere in den vergangenen Jahren stark wachsen. Damit steigt kontinuierlich der Bedarf an technischen sowie analytischen Labor- und Technikumsversuchen. Im Labor stellte die Durchführung von Differential scanning calorimetry Versuchen, kurz DSC, immer ein Engpass dar. Die DSC ermöglicht es charakteristische Gebrauchs- und Verarbeitungstemperaturen von polymeren Werkstoffen wie Glasübergangs-, Kristallisations- und Schmelztemperaturen zu bestimmen. Außerdem stellt das Gerät die Grundlage zur Bestimmung der Kristallinität und der thermisch-oxidativen Beständigkeit von Kunststoffen dar. Alle dieser Eigenschaften sind essentiell für die Entwicklung von nachhaltigen Lösungen für die Kunststoffbranche. Entsprechend resultierten lange Wartezeiten bevor Messungen für die Projekte durchgeführt werden konnten. Mit den durch TAO gestellten Mitteln konnte die bestehende DSC Polyma DSC 214 von NETZSCH um einen Autosampler upgegraded werden und ermöglicht es jetzt 24/7 Messungen durchzuführen. Der Autosampler bietet Platz für insgesamt 19 Proben und eine Referenz, erspart somit unseren Mitarbeitern viel Arbeit beim Bestücken der Anlage und sorgt allgemein für bessere Forschungsbedingungen an der Hochschule Hof.

RESSOURCENSCHONENDES MONOMATERIAL SANDWICH (REMOSA)

Partikelschaumstoffe sind aufgrund ihres Leichtbaupotenziales im gesamten Mobilitätssektor weit verbreitet. Ein limitierender Faktor dieser Werkstoffe (z.B. expandiertes Polypropylen) sind deren geringe Temperaturbeständigkeit und Flammwidrigkeit. Die rasante Entwicklung im Bereich der Air Mobility mit zudem steigenden Anforderungen an eine ressourcenschonende und nachhaltige Produktion erfordert ein fundamentales Umdenken in der Herstellung von strukturellen Bauteilen. Das zentrale Ziel des Projektes ist daher die Entwicklung eines ressourcenschonenden Sandwichkonzeptes auf Basis eines thermoplastischen Partikelschaumkerns auf Polysulfon-Basis mit faserverstärkten Deckschichten.

Die Projektpartner sind das Zentrum für Materialwissenschaften der Universität Bayreuth sind die Neue Materialien Bayreuth GmbH. Der Projektstart ist den 1. Januar 2024 geplant, die Laufzeit beträgt zwei Jahre. Die Mittel werden vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie und der Holistischen Air Mobility Initiative Bayern zur Verfügung gestellt.

Außerdem wird die bestehende Kooperation mit der Uni Bayreuth derzeit stark intensiviert. Prüfaufträge wurden gegenseitig abgeschlossen. Im Bereich Textilien für keramische Verbundwerkstoffe und textile Verarbeitung von Nanofasern finden derzeit Gespräche für gemeinsame Projekte statt.

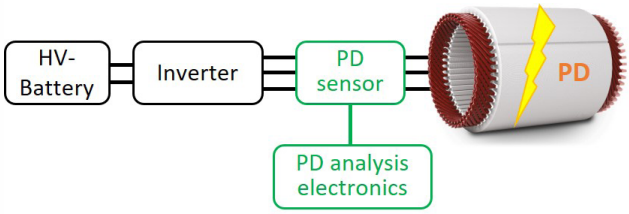
Partikelschaumgranulat

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.

ZUSAMMENARBEIT MIT ZF-SCHWEINFURT

Der Lehrstuhl Mechatronik an der Universität Bayreuth erforschte gemeinsam mit der ZF-Schweinfurt ein System, welches im Betrieb frühzeitig Isolationsprobleme bei Elektromotoren für e-Autos identifizieren kann. Auf diese Weise können Systeme gleichzeitig zuverlässiger gemacht werden und höher ausgenutzt werden.



Neuartiges Sensor- und Auswertungssystem für Teilentladungen bei Traktionsmotoren für die Elektromobilität

INDUSTRIEPROJEKT AUF DEM GEBIET TECHNISCHER KOHLENSTOFFE

Im Rahmen eines bilateralen Forschungs- und Entwicklungsprojektes unterstützte der Lehrstuhl Keramische Werkstoffe ein oberfränkisches Unternehmen in der Analyse und Prozessierung von Kohlenstoffbasierten Filtersystemen. Dabei kamen Spezialöfen zum Einsatz die bei bis zu 1000 °C unter Stickstoff betrieben wurden und Aussagen zu Qualitäten und Recyclingfähigkeit der Filtersysteme erlaubten.

UNTERSTÜTZUNG EINES OBERFRÄNKISCHEN START-UP IM BEREICH DER ENTWICKLUNG UND FERTIGUNG VON HOCHLEISTUNGSKERAMIKEN

Nach 2021 unterstützte der Lehrstuhl auch 2022 ein in der Gründungsphase befindliches Start-Up, was eine Ausgründung aus dem Lehrstuhl Keramische Werkstoffe darstellt. Das Unternehmen beschäftigt sich mit der Entwicklung und dem Vertrieb spezieller Hochleistungskeramiken mit Faserverstärkung. Anwendungsgebiete sind die Luft- und Raumfahrt aber auch Friktionswerkstoffe für Betriebs- und Notbremssysteme. Schwerpunkte der Firma liegen aktuell im Bereich Refurbishment und damit der Steigerung der Nachhaltigkeit der kostenintensiven keramischen Materialien. Im Rahmen eines Kooperationsvertrages hat das junge Unternehmen die Möglichkeit die Infrastruktur des Lehrstuhls Keramische Werkstoffe zu nutzen. Mit Hilfe dieser Dienstleistungen wurde dem Unternehmen der Einstieg in den Markt deutlich erleichtert.

GEMEINSAME PROJEKTE VOM LEHRSTUHL BIOMATERIALIEN UND INDUSTRIE

In einem Industrie-finanzierten Projekt untersuchte der Lehrstuhl Biomaterialien der Universität Bayreuth zusammen mit dem Projektpartner FILK Freiberg Institute gGMbH Lederbeschichtungen für biostatische Oberflächen, mit dem Anwendungsfokus auf Lenkräder im Automobilbereich. Im Rahmen des Projektes wurden Lederoberflächen mit Spinnenseidenproteinen beschichtet und die bakterienabweisende Wirkung charakterisiert. Zudem wurde ein computergestützter Fahrstand aufgebaut, um die Wirksamkeit und Haptik der Beschichtung auf Lenkrädern anwendungsnah zu testen. Das erfolgreiche Projekt griff auf die analytische und bildgebende Ausstattung des TAO-Keylabs „Fasertechnologien" und „Elektronenmikroskopie" zu.

In einem weiteren Industrie-finanzierten Projekt untersuchte der Lehrstuhl Biomaterialien im Zeitraum 2021 bis Mai 2022 die Eignung von Spinnenseidenfasern für den Einsatz in Gummimischungen für industrielle Anwendungen. Speziell wurden der Einfluss von Temperatur-, Dampf- und Druckbehandlungen auf die mechanischen Eigenschaften von nass- und elektrogesponnenen Seidenproteinfasern unter¬sucht. In dem Projekt konnte ein Bereich der Behandlungen definiert werden, bei dem die Performanz der Seidenfasern für einen Einsatz in Gummi-Verbundmaterialien sinnvoll erscheint.

In einem in 2022 gestartetem Industrie-finanzierten Projekt untersucht der Lehrstuhl Biomaterialien die Eignung von elektrogesponnenen Nanofaser-Vliesmaterialien aus rekombinanten Spinnenseidenproteinen für die photo-katalytische Spaltung von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff als Energieträger. Dabei sollen mit Gold beschichtete Titandioxid-Partikel an modifizierte Faseroberflächen gebunden werden, um so ein großes Oberflächen–Volumenverhältnis für eine effiziente Photokatalyse zu erhalten. Es konnte bereits gezeigt werden, dass die so generierten Hybrid-Fasermaterialien photokatalytisch aktiv sind. Eine effiziente Ausbeute ist Gegenstand der aktuellen Forschung.

In einem weiteren Industrie-finanzierten Projekt untersuchte der Lehrstuhl Biomaterialien im Jahr 2022 die Herstellung von nass¬-gesponnen Fasern aus rekombinanten Spinnenseidenproteinen mit neuen Lösungsmitteln. Es konnten kontinuierliche Fasern als Monofilament hergestellt werden.

In einem im Jahr 2022 gestarteten ZIM-Projekt wird die Produktion von elektrogesponnenen Nanofaservliesen aus Biopolymeren für die Anwendung in Luftfiltern verfolgt. Als Material wird Insektenseide verwendet, welches mit PEO zur verbesserten Spinnbarkeit verblendet und auf Filtersubstrate des Industriepartners gesponnen wird. Das Ziel des Projektes ist es, eine grüne, nachhaltige und kontinuierliche Produktionsroute von Feinstaubfilter-Materialien auf Wasserbasis zu etablieren.

INDUSTRIEFORSCHUNGSPROJEKT AUF DEM GEBIET TECHNISCHER KERAMIKEN

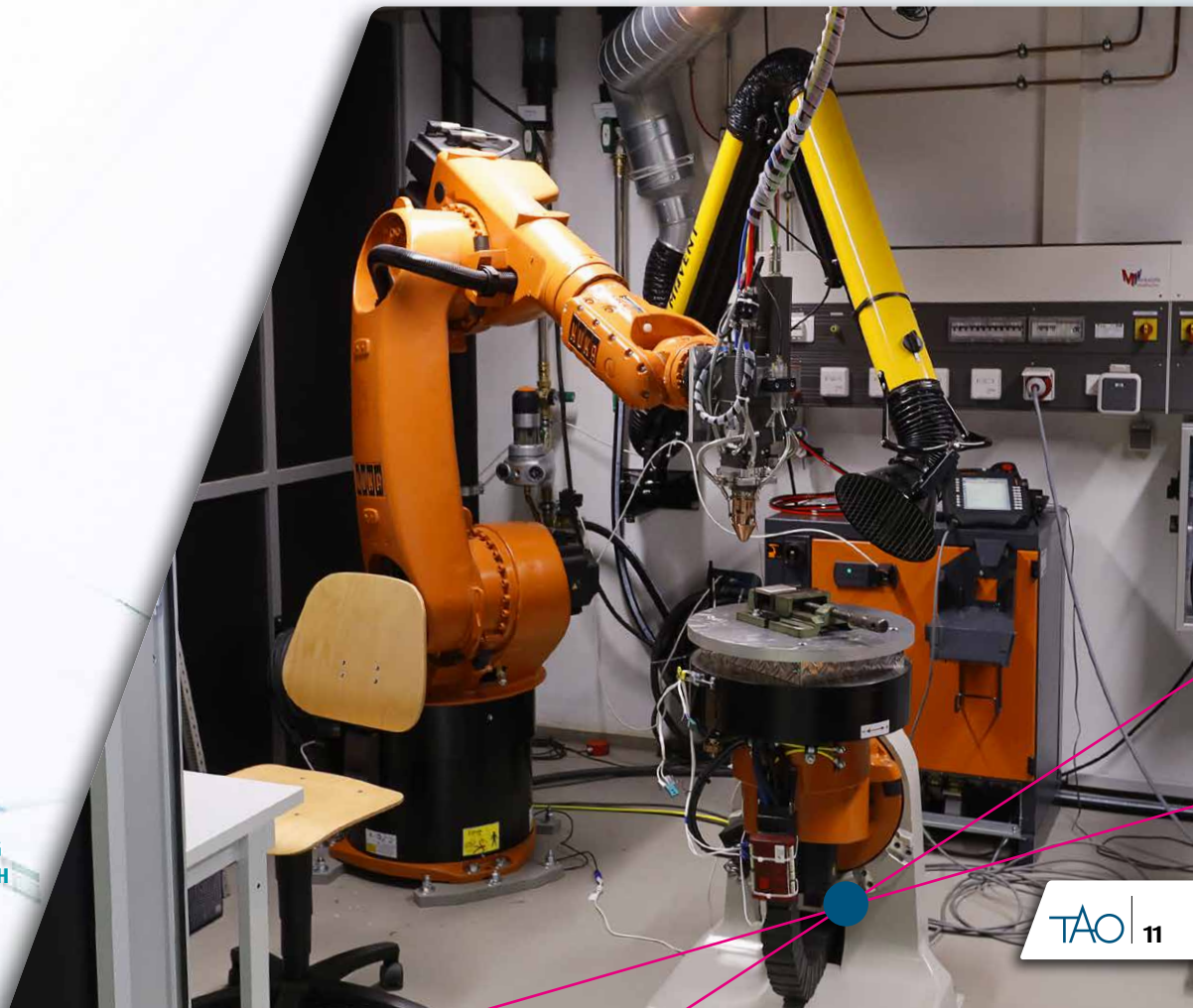
Im Rahmen eines bilateralen Forschungs- und Entwicklungsprojektes unterstützt der Lehrstuhl Keramische Werkstoffe ein oberfränkisches Unternehmen in der anwendungsgerechten Material- und Prozessentwicklung auf dem Gebiet der technischen Keramik

PROJEKT IM RAHMEN DES BAYERISCHEN VERBUNDFORSCHUNGSPROGRAMMS (BAYVFP)

„Energieoptimierte Galette mit keramischen Komponenten für die Verarbeitung von Hochleistungsgarnen (CeraGo HiT)"; Kooperationspartner sind die Firmen Rauschert GmbH, Erhart GmbH sowie die TH Nürnberg

Zusammenfassung

Galetten sind Schlüsselkomponenten bei der Filamentgarnherstellung. Sie sind beheizbare rotierende Zylinder, welche die Filamente durch die Textilmaschinen bewegen. Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer neuen Generation von Galetten, die sich durch eine höhere Lebensdauer, bessere Ausfallsicherheit, thermische Stabilität und Energieeffizienz auszeichnen, um somit auch die anspruchsvolle Fertigung von neuartigen technischen Hochleistungsgarnen, wie z. B. Aramidgarnen, zu gewährleisten. Aus dieser Zielstellung heraus liegen die Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls Keramische Werkstoffe insbesondere im Bereich der Entwicklung neuartiger Beschichtungssysteme über die Precursortechnologie, da diese vielversprechenden Ansätze zur Lösung der genannten Probleme bieten. Bisher erfolgt die Beschichtung der Galettenmäntel beim Projektpartner, Fa. Rauschert, mittels thermischer Spritzprozesse (APS bzw. HVOF) unter Verwendung kommerzieller Standardkeramikpulver. Die Auswahlmöglichkeiten sind jedoch sehr beschränkt, so dass sich viele Beschichtungen für spezielle Anwendungen nicht optimal realisieren lassen. Daher sollen neuartige keramische Spritzpulversysteme mittels Precursortechnologie entwickelt und charakterisiert werden. Dies beinhaltet die Herstellung von Multikomponentenmischungen zur besseren Anpassung der Spritzpulver an das Anforderungsprofil, eine einfachere und flexiblere Herstellung sowie Konditionierung der Spritzpulver im Vergleich zu den kommerziellen Spritzpulvern und der Nachweis der Eignung für das thermische Spritzen. Im folgenden Schritt sollen diese neuen Pulversysteme zur Entwicklung maßgeschneiderter keramischer Beschichtungen mit dem thermischen Spritzen genutzt werden.



Symposien, Konferenzen und weitere Veranstaltungen

TAO THEMENJAHR „TECHNOLOGIE UND SPORT“

Das interdisziplinäre Symposium „Wenn die Technik gewinnt: Erfinden moderne Technologien den Sport neu?“ im Rahmen des TAO-Themenjahrs „Technologie und Sport“ fand am 28. und 29. April als Präsenzveranstaltung in der HUK-Arena in Coburg statt. In vier verschiedenen Panels und zwei Diskussionsrunden wurden die diversen Chancen und Risiken von Technologie-Einsatz im Sport aus unterschiedlichen Blickwinkeln beleuchtet.

Prof. Dr. Christian Holtorf, Hochschule Coburg, Leiter des Themenjahres, bei der Eröffnung des Symposiums am 28. April 2022.

Parallel zum laufenden TAO-Themenjahr wurden die Vorbereitungen für das folgende Themenjahr getroffen. Das Themenjahr „Gesundheit“ begann am 30. November mit einer Clusterkonferenz, um mit den beteiligten TAO-Hochschulen sowie einigen externen Teilnehmer*innen die Schwerpunktbereiche für das Veranstaltungsjahr zu definieren.

Auch die Kleinen waren sehr interessiert.

TAG DER OFFENEN TÜR IM TAO-GEBÄUDE AN DER UNIVERSITÄT BAYREUTH

Drei Wochen später, am 21. Mai, fand die Feierstunde „Raum für Wissenschaft“ im TAO-Gebäude der Universität Bayreuth statt. Der Vormittag war geprägt durch den Besuch des Bayerischen Staatsministers für Wissenschaft und Kultur, Markus Blume. Der Nachmittag gehörte der interessierten Öffentlichkeit: Viele Labore waren geöffnet, an verschiedenen Stationen wurde vorgestellt, an was im TAO-Gebäude geforscht und gearbeitet wird. Auch das TAO-Schülerforschungszentrum war mit Versuchen für Kinder und Jugendliche aller Altersgruppen am Tag der Offenen Tür beteiligt.
Bei seinem ersten Besuch an der Universität Bayreuth zeigte sich der Bayerische Wissenschaftsminister Markus Blume begeistert von der vorbildlichen Zusammenarbeit der vier oberfränkischen Hochschulen, die sich im TAO-Gebäude manifestiert. „Der Grundgedanke, die Umsetzung, die Perspektiven: Alles am TAO-Gebäude atmet Fortschritt und Zukunft. Hier schlägt schon jetzt das Hightech-Herz der ‚TechnologieAllianzOberfranken‘“, sagte der Bayerische Wissenschaftsminister Markus Blume. „Im engen Schulterschluss von disziplin- und hochschulartübergreifender Spitzenforschung mit der regionalen Wirtschaft entstehen hier Zukunftstechnologien made in Oberfranken.“ Alle im TAO-Gebäude beheimateten Lehrstühle beteiligten sich an der Vorbereitung und Durchführung des Tags der Offenen Tür. Angeboten wurden bspw. Laborführungen und Gerätedemonstrationen, darunter Geräte des TAO-Keylabs „Fasertechnologien“, das Rasterelektronenmikroskop sowie 3D Drucker im Bereich Biofabrikation. Bei der Führung mit dem bayr. Wissenschaftsminister Blume wurde dabei ein Prototyp einer 3D gedruckten Herzklappe mit Matrixkomponenten aus Biopolymeren präsentiert.
Beim Tag der offenen Tür am Nachmittag war der Andrang groß und die Stimmung gut! Die Forscher*innen der Biomaterialen zeigten eine Spinnenfütterung, einen energietechnischen Rundgang gab es von den Ingenieur*innen und auch Informationen zu Hochleistungsdämmstoffen sowie Einblicke in die Hochtemperaturlegierung, die Keramikforschung und der Bereich Glastechnologie kamen nicht zu kurz.

INDUSTRIEUNTERNEHMEN BESUCHEN DAS ZET

Die wissenschaftlichen Mitarbeiter stellten die ZET-Infrastruktur in den gemeinsamen Keylabs vor. Der rege Austausch zu den modernen Messgeräten und Versuchsanlagen führte zu wertvollen Kontakten und neuen Projektideen.

Am „Tag der Industrie" kamen rund 35 Industrievertreter an das ZET der Universität Bayreuth

ZET-Mitarbeiter Zlatan Arnautovic, M. Sc.erklärt das Messprinzip des Dampf-Flüssigkeits-Phasengleichgewichts

BAYREUTHER WASSERSTOFFSYMPOSIUM – HY.EFFICIENT! 2022

Am 28. Juni 2022 veranstaltete die Universität Bayreuth und das Zentrum für Energietechnik (ZET) in der WOCHE DES WASSERSTOFFS SÜD das Bayreuther Wasserstoffsymposium – Hy.Efficient! 2022. Das Symposium brachte über 100 Teilnehmende aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft am Campus zusammen. Im Fokus stand der Austausch über aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der Wasserstoffforschung und -technologien. Das Symposium bot mit Keynotes, Fachvorträgen, einer Podiumsdiskussion und einer Ausstellung einen breiten Querschnitt an Themen von regionalen Energiesystemen über die Potenziale in Afrika bis hin zur Luft- und Raumfahrttechnik.

Bayreuther Wasserstoffsymposium – Hy.Efficient! 2022

ZET ALS AUSSTELLER AUF DER ERSTEN KULMBACHER WASSERSTOFF (H2)-ROADSHOW

Am 30. September und 01. Oktober 2022 wurde die erste Kulmbacher Wasserstoff (H_2)-Roadshow im Rahmen der HyStarter Modellregion Landkreis Kulmbach veranstaltet.

Im Rahmen dieser Veranstaltung trafen sich interessierte Unternehmen, Kommunen und Privatpersonen, um sich über die neusten Entwicklungen rund um das Thema Wasserstoff auszutauschen. Die Besucher konnten sich durch eine Vielzahl an interessanten Kurzvorträgen sowie der Besichtigung der Ausstellung einen Überblick über den momentanen Stand der Technik und aktuelle Forschungsvorhaben verschaffen.

Für das ZET nahmen Nicolas Oppmann, Matthias Welzl und Tim Herrmannsdörfer mit einem Stand über die Forschungsarbeiten im laufenden Projekt „ZET-Reallabor Energiezukunft Wunsiedel" teil.

ZET AUF DEN WUNSIEDLER WASSERSTOFFTAGEN

Jeweils über 100 Teilnehmende tauschten sich Donnerstag und Freitag in Wunsiedel zum Thema Wasserstoff im Rahmen der „Woche des Wasserstoffs Süd" aus. Die vier Forschenden des „ZET-Reallabor Energiezukunft Wunsiedel" informierten in der Fachausstellung über ihre Arbeiten. Diese reichen von der nachhaltigen Wasserstofferzeugung bis hin zur lokalen und regionalen Wasserstoffnutzung. Ausgehend vom PEM-Elektrolyseur und dem Batteriespeicher in Wunsiedel entwickeln die Forschenden dynamische Simulationsmodelle zur technischen und wirtschaftlichen Optimierung des gesamten Energieparks. Weiterhin untersuchen sie den potenziellen Einsatz des Elekrolyse-Sauerstoffs in der Kläranlage sowie die Erzeugung von synthetischen Kraftstoffen aus Wasserstoff.

In der Podiumsdiskussion beschrieb Prof. Dr.-Ing. Dieter Brüggemann, Direktor des ZET, die Chancen, die Wasserstoff bei der Dekarbonisierung von Industrie und Kommunen bietet. Der Wunsiedler Weg, unter stetiger Mitwirkung der Universität Bayreuth, ist hierfür ein Musterbeispiel.

Podiumsdiskussion mit Andreas Schmuderer (Siemens Energy), Marco Krasser (SWW Wunsiedel), Dr. Werner Schnappauf (Rat für Nachhaltige Entwicklung), Dr. Hans-Peter Friedrich (MdB), Prof. Dr.-Ing. Dieter Brüggemann (ZET) und Dr. Stefan Kaufmann (BMBF)

NACHHALTIGE KÄLTETECHNIK: UNIVERSITÄT BAYREUTH ÜBERGIBT NEUE CO_2-KLIMAANLAGE AN BERUFLICHES SCHULZENTRUM KULMBACH

Das Zentrum für Energietechnik (ZET) der Universität Bayreuth hat dem Beruflichen Schulzentrum Kulmbach (BSZ) eine mit CO_2 betriebene Klimaanlage zur weiteren Nutzung übergeben. Die auf dem Campus der Universität Bayreuth entwickelte Anlage setzt im Vergleich mit herkömmlichen Klimaanlagen erheblich weniger Treibhausgase frei. Sie zeigt beispielhaft das große ökologische Potenzial dieses Anlagentyps. Als Demonstrator wird sie der beruflichen Ausbildung auf dem Gebiet der Klima- und Kältetechnik in Kulmbach dienen. Das Projekt wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz gefördert.

Der Bau der Anlage auf dem Campus der Universität Bayreuth war Teil des Projekts „ZukunftKlima - Entwicklung zukunftsfähiger Klimatisierungskonzepte" am Zentrum für Energietechnik (ZET) der Universität Bayreuth Das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz förderte dieses Projekt für drei Jahre mit insgesamt rund 240.000 Euro. Die Forschungsarbeiten konzentrierten sich dabei auf den Einsatz umweltfreundlicher Kältemittel für die Klimatisierung von Gebäuden. Im Fokus stand die Verwendung von CO_2 als Arbeitsmedium in dezentralen Klimaanlagen.

Im Vergleich mit dem herkömmlichen Kältemittel R410a fällt die Ökobilanz von CO_2-Klimaanlagen überzeugend aus: Setzt man die für Deutschland typischen Wetter- und Klimaverhältnisse voraus, können die Treibhausgas-Emissionen von Klimaanlagen durch den Einsatz von CO_2 um rund 26 Prozent gesenkt werden. Wird der derzeit prognostizierte Ausbau von erneuerbaren Energien im Stromsektor zugrunde gelegt, ermöglicht die CO_2-Klimaanlage im Jahr 2050 sogar eine Senkung von Treibhausgas-Emissionen um 49 Prozent gegenüber dem heutigen Stand der Technik. Überdies ergaben die Untersuchungen am ZET, dass die beim Betrieb von Klimaanlagen angewendeten Regelungsstrategien die Treibhausgas-Emissionen signifikant beeinflussen können.

Offizielle Übergabe der Anlage an das BSZ Kulmbach durch das ZET, v.l. Geschäftsführer Dr.-Ing. Florian Heberle und Schulleiter OStD Alexander Battistella. Foto: UBT.

Schule, Studium, berufsbegleitend: 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.

HOCHSCHUL-KOOPERATION

Der gelebte Austausch zwischen den oberfränkischen Universitäten und Hochschulen zeigte sich im Jahr 2022 auch durch die mehrfache Unterstützung des Labors für Leistungselektronik der Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg bei der Präparation keramischer Komponenten durch Mitarbeiter des Lehrstuhls Keramische Werkstoffe der Universität Bayreuth.

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 Dozent*innen der einen auch an einer anderen TAO-Hochschule in der Weiterbildung mitwirken. Geplant ist, den Teilbereich „Weiterbildung" auf der TAO-Homepage gemeinsame neu zu gestalten. Ebenso wird aktuell diskutiert, sich gemeinsam um das TAO-Themenjahr 2024 zu bewerben.

GRADUIERTENKOLLEG „ENERGIEAUTARKE GEBÄUDE"

Das TAO-Graduiertenkolleg „Energieautarke Gebäude" befindet im Jahr 2022 nun nahezu vollständig in der zweiten Förderphase. Das heißt die Promotionsprojekte der ersten Förderphase sind abgeschlossen einschließlich Verteidigung und Veröffentlichung der Dissertation. Dieser Statusbericht liefert eine Übersicht der laufenden Projekte im TAO-Graduiertenkolleg. Im Sinne des Wissenstransfers unter den Promovenden erfolgt weiterhin ein regelmäßiger, wissenschaftlicher Austausch und die Diskussion von Forschungsergebnissen innerhalb des Kollegs in Form von regelmäßigen Seminaren. Darüber hinaus werden die Ergebnisse in Form von Konferenzbeiträgen und Artikeln in internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht. Zusammenfassend können für das Jahr 2022 folgende Ergebnisse und Zahlen festgehalten werden:

- Aus der ersten Förderphase sind elf Promotionen erfolgreich abgeschlossen und veröffentlicht.
- Aktuell sind aktuell 16 weitere Doktoranden im TAO-GradKo aktiv. Darunter sind elf direkt über das TAO-Graduiertenkolleg finanziert und fünf assoziierte Mitglieder.
- Die Promovenden des Graduiertenkollegs haben nun bereits mehr 30 wissenschaftliche Zeitschriftenartikel in internationalen Fachzeitschriften (alle Peer-Review-Verfahren) als Erstautor veröffentlicht. Darüber hinaus wurden rund 70 Tagungsbeiträge auf nationalen und internationalen Veranstaltungen durch die Doktorand*innen vorgetragen und veröffentlicht. Alle Veröffentlichungen und Tagungsbeiträge werden auf der TAO-Homepage aufgeführt: (https://www.tao-oberfranken.de/forschung/graduiertenkolleg-energieautarke-gebaeude/publikationen/)

Graduiertenkollegseminar im Sommer 2022

Nach über zwei Jahren virtueller Treffen fand am 26.07.2022 das Statusseminar des TAO-Graduiertenkollegs „Energieautarke Gebäude" endlich wieder auf Schloss Thurnau statt. Die spannenden Fachvorträge der Promovend*innen wurden intensiv mit den betreuenden Professorinnen und Professoren diskutiert. Auch der Austausch unter den Doktorand*innen der Universitäten Bayreuth und Coburg sowie der Hochschulen Coburg und Hof kam nicht zu kurz.

Gruppenbild des TAO-Graduiertenkollegs „Energieautarke Gebäude" im Sommer 2022

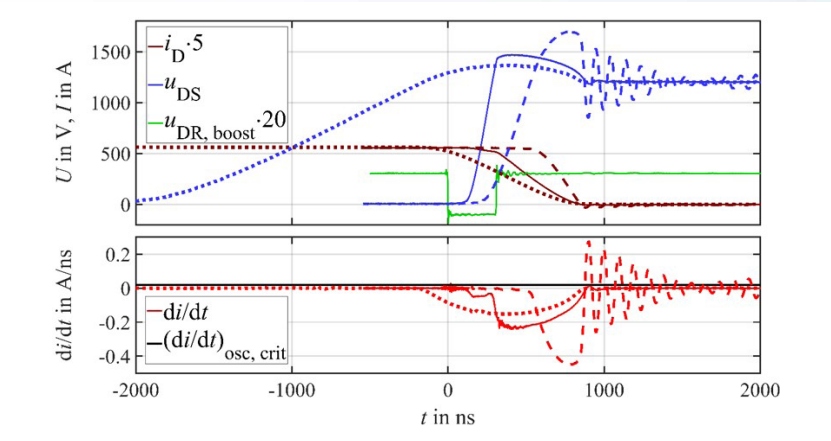
Die teilnehmenden Promovenden aus Bamberg, Bayreuth, Coburg und Hof und Dr.-Ing. Florian Heberle (Koordinator des TAO-Graduiertenkollegs) im TAO-Gebäude

Graduiertenkollegseminar/Workshop im Winter 2022

Neben dem fachlichen Austausch ist die Kompetenzerweiterung der Promovend*innen im TAO-Graduiertenkolleg „Energieautarke Gebäude" ein wichtiger Aspekt in der Vernetzung der oberfränkischen Hochschulen. So fand auch in diesem Jahr am 07.12.2022 ein Workshop unter Leitung von Frau Dr. Issa (Saminworld) am Zentrum für Energietechnik statt. Unter dem Titel „Projekt Promotion" lernten die Teilnehmer insbesondere effektive Methoden kennen, mit denen auch in kleinen Zeitfenstern produktiv Fortschritte an der Dissertation erreicht werden können.

Aktivitäten Lehrstuhl Mechatronik im Rahmen TAO im Kalenderjahr 2022

Am Lehrstuhl Mechatronik an der Universität Bayreuth lag ein Arbeitsschwerpunkt im Rahmen des Graduiertenkollegs. Unter dem Arbeitstitel „Zellulares Stromversorgungskonzept mit verlustminimal betriebenen SiC MOSFET Schaltern" wurde ein neuartiges Ansteuerverfahren für schnelle Halbleiterschalter aus Silizium-Karbid erforscht. Es konnte in der letzten Projektphase gezeigt werden, dass auch im Dauerbetrieb eines Wechselrichters wie er zum Beispiel für die Photovoltaik eingesetzt wird, die elektromagnetische Störstrahlung massiv reduziert werden kann bei gleichzeitig gesenkten Schaltverlusten. Damit wurden die Schaltverluste um über 50% reduziert, was eine deutliche Wirkungsgradverbesserung bedeutet.



Schaltvorgang eines SiC-MOSFET
- - - = Schnelles Schalten mit hoher Störung, ... = langsames Schalten mit wenig Störung
___ = Schnelles Schalten mit wenig Störung aus Projektergebnis

TAO-SCHÜLERFORSCHUNGSZENTRUM OBERFRANKEN

Das Schülerforschungszentrum konnte die meisten Workshops wieder in Präsenz anbieten. Insgesamt fanden 86 ein- bis mehrtägige Workshops statt, 53% der Teilnehmenden waren Mädchen. Die Jahresakademie ist im Berichtsjahr aufgrund der Unsicherheit des Pandemieverlaufs und daraus resultierender Einschränkungen noch einmal ausgefallen.

ASSET-TRACKING-WORKSHOP FÜR SCHÜLER:INNEN "TRACK ME IF YOU CAN"

In Kooperation mit unserem Projektpartner Safectory GmbH ist in einem studentischen Projekt ein 3-stündiger Asset-Tracking-Workshop für Schüler:innen der Oberstufe entwickelt und zwei Mal (Burg Hoheneck und Universität Bamberg) durchgeführt worden. Ziel des Workshops ist es, Theorie zum Thema Bluetooth-basiertes Asset-Tracking zu vermitteln, Chancen und Möglichkeiten dieser Technologie aufzuzeigen und für Risiken, wie z.B. Eingriff in die Privatsphäre, zu sensibilisieren. Das finale Workshopkonzept beinhaltet eine 20-minütige Kennenlernrunde, einen 40-minütigen Theorieteil, eine 30-minütige Kreativ-Phase, eine 60-minütige Aktiv-Phase und einen 30-minütigen Ethikteil. In Abbildung 4 ist die erste Durchführung des Workshops auf Burg Hoheneck zu sehen.

Asset-Tracking-Workshop für Schüler:innen "Track me if you can" auf Burg Hoheneck

Wie es weitergeht

TAO wird den Arbeitsschwerpunkt weiterhin auf die jungen 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 Schüler*innen eigenständige Forschung zu ermöglichen, sondern auch, Schüler*innen an die MINT-Themen heranzuführen und ihr Interesse zu wecken, um frühzeitig Berührungsängste mit diesen Fächern abzubauen, soll weiter gestärkt werden. Dem Fachkräftemangel im MINT-Bereich soll auch durch diese Maßnahmen begegnet werden.

Über die Fortsetzung des TAO-Themenjahrs wird erst in der zweiten Jahreshälfte 2023 entschieden. Zwei Themengebiete stehen zur Auswahl: zum einen das Thema „Nachhaltigkeit", zum anderen der Bereich „Weiterbildung". In beiden Fachgebieten haben die vier Hochschulen große Expertise. 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.

TAO
TechnologieAllianzOberfranken

Universität Bamberg

UNIVERSITÄT BAYREUTH

HOCHSCHULE COBURG

Hochschule Hof

- **4** Standorte
- **33.990** Studierende
- **352** Studiengänge
- **180** Masterstudiengänge
- **658** Professor*innen
- **3** 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 Fotos wurden von den vier TAO-Partnerhochschulen zur Verfügung gestellt.
Zusätzlich: Pixabay und Shutterstock

www.tao-oberfranken.de

GMK – Medien. Marken. Kommunikation. www.gmk.de

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

Projekt 19:	Untersuchung und Bewertung von Eis-Energiespeichersystemen für die Versorgung von Nicht-Wohngebäuden
Projekt 21:	Akustische Manipulation von elektrochemischen Prozessen an strukturierten Elektroden
Projekt 23:	Entwicklung von digitalen und energieautarken Armaturen für Feedback-Interventionen
Projekt 24:	Intelligente Benutzerschnittstelle zum Navigieren und Explorieren von Wissen und Dokumenten zu energieautarken Gebäuden
Projekt 25:	Optimization of Soil Microbial Fuel Cells for Stable Power Production and Bioremediation
Projekt 26:	Untersuchung neuartiger Halbleiter zur effizienten Energiewandlung in 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 31	„Energieeffiziente Gebäude durch Nutzung Additiver Fertigungstechnologien – Konzepte in den Denkmaltechnologien“
Projekt 32:	Optimierung fluiddurchströmter Glasfassaden
Projekt 34:	Effizienzsteigerung thermischer Energiespeicher mittels simultaner Ladevorgänge

Projekt 19: Untersuchung und Bewertung von Eis-Energiespeichersystemen für die Versorgung von Nicht-Wohngebäuden

Projektbearbeiter: Marco Griesbach, M.Sc.
Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Brüggemann (Lehrstuhl für Technische Thermodynamik und Transportprozesse, Zentrum für Energietechnik, Universität Bayreuth)

Sachstand des Projektes

Das Projekt beschäftigt sich mit der Energieversorgung von Gebäuden mit hoher Versorgungssicherheit. Dies ist insbesondere wichtig, um in zukünftigen energieautarken Gebäuden des öffentlichen Bereichs die Energieversorgung effizient zu gestalten. Da Gebäude wie Krankenhäuser oder Forschungsinstitute neben einem hohen Strom- und Wärmebedarf zudem einen hohen Kältebedarf aufweisen können, erscheint eine Kombination der Erzeugerbereiche als vielversprechende Lösung.
Eine besonders innovative Schnittstelle zur kombinierten Wärme- und Kältebereitstellung wird dabei Eis-Energiespeichern zugesprochen, welche im Fokus der Betrachtungen liegen.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Eine detaillierte Untersuchung und Validierung des entwickelten Speicher- und Anlagenmodells konnte mit einem Vergleich mit realen Langzeitmessdaten in einem Journal-Paper veröffentlicht werden (siehe unten). Darüber hinaus wurde eine detaillierte Untersuchung der Auswirkungen unterschiedlicher Betriebsweisen durchgeführt und diverse Ansätze zur Optimierung analysiert. In einem weiteren Schritt wurden unterschiedliche Anlagenkonfigurationen und Dimensionierungen numerisch mittels eines Downhill-Simplex-Optimierungsalgorithmus untersucht. Dabei wurde der Einfluss unterschiedlicher Randbedingungen auf die Optimierung und die Sensitivität der Ergebnisse detailliert betrachtet.

Nächste Schritte/Ausblick

In einem weiteren Schritt sollen unterschiedliche Lastprofile von anderen Nichtwohngebäuden herangezogen werden, um die Eignung von Eis-Energiespeichersystemen in anderen Bereichen zu untersuchen. Beispielsweise können somit unterschiedliche Anlagendimensionierungen und -konfigurationen für ein Bürogebäude numerisch untersucht werden. Hierdurch sollen Handlungsempfehlungen für zukünftige Gebäude entwickelt werden.

Veröffentlichungen

Paper:
Griesbach M, König-Haagen A, Brüggemann D. Numerical analysis of a combined heat pump ice energy storage system without solar benefit – Analytical validation and comparison with long term experimental data over one year. Applied Thermal Engineering 2022;213(1):118696. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.118696.

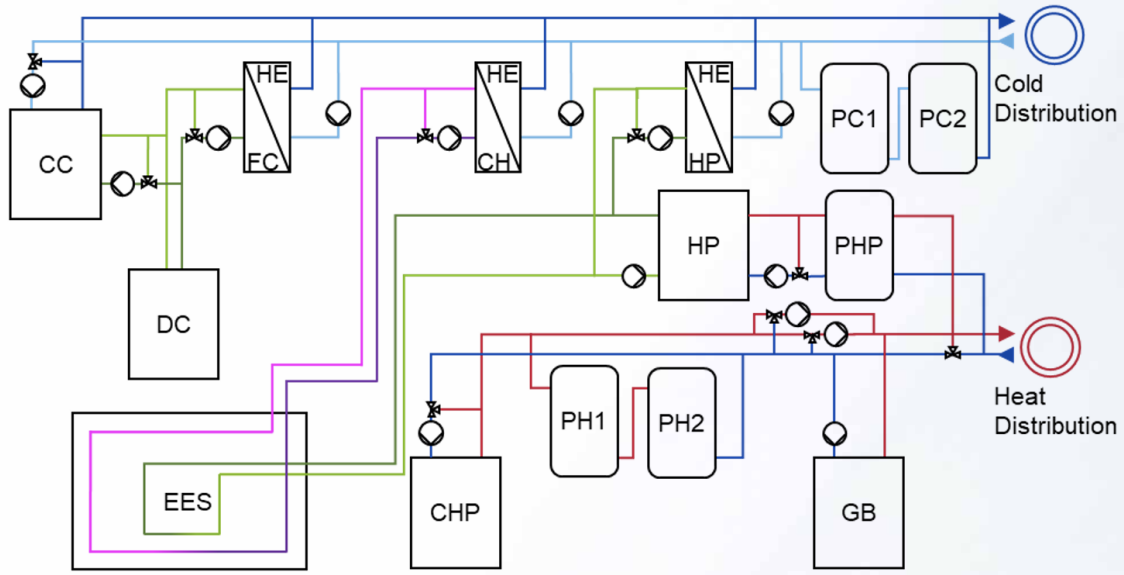


Abb. 1: Schema des Wärme- und Kälteversorgungssystems des TAO-Gebäudes an der Universität Bayreuth

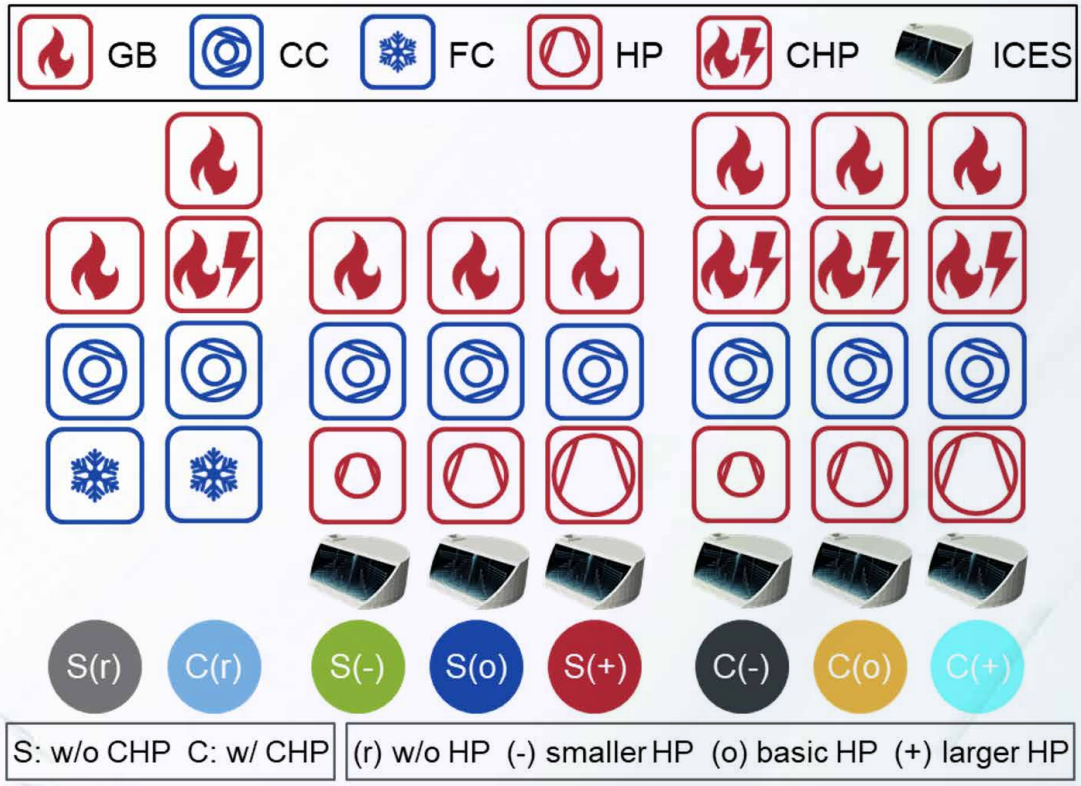


Abb. 2: Simulationsplan

Projekt 21: Akustische Manipulation von elektrochemischen Prozessen an strukturierten Elektroden

Projektbearbeiter/in: 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 An-gewandte Naturwissenschaften, Universität Bayreuth)

Sachstand des Projektes

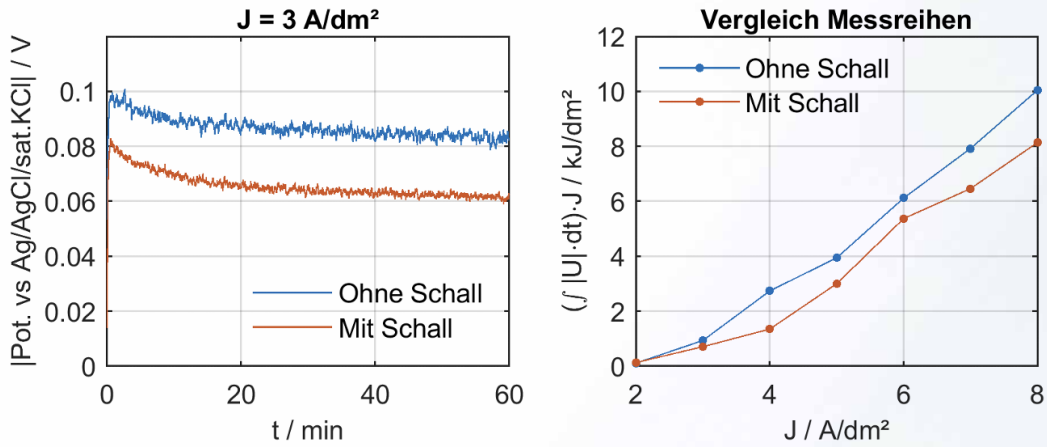
Das Projekt beschäftigt sich mit der gezielten akustischen Beeinflussung von elektrochemischen Prozessen. Durch die selektive Anregung von geführten akustischen Wellen auf Bauteilen werden Mikroströmungen im Elektrolyt induziert. Diese ermöglichen einen verbesserten Elektrolytaustausch am Bauteil, wodurch die Prozesse bei höheren Stromdichten durchgeführt werden können. Dies ist insbesondere wichtig, um elektrochemische Prozesse (z.B. Laden von Akkumulatoren) 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 Aussparungen bei der Herstellung von Lochplatinen verbessert werden.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

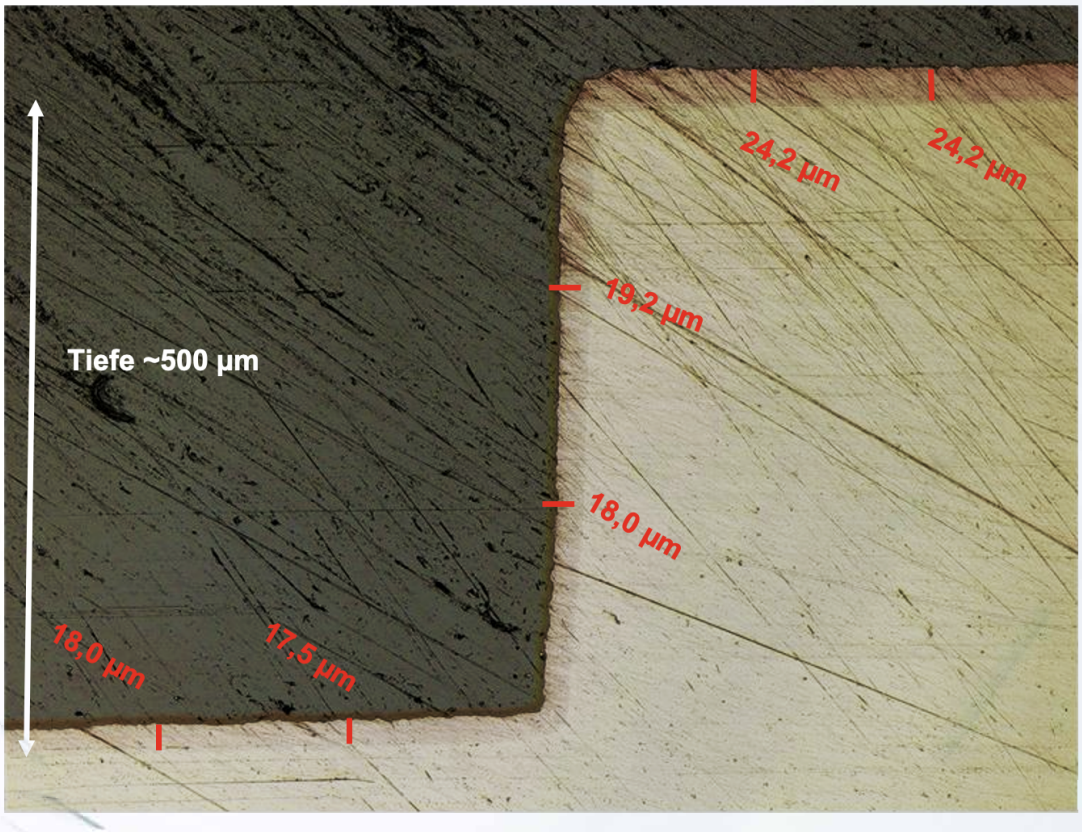
Im Bereich der Simulationen wurden die bestehenden Simulationen kontinuierlich weiterentwickelt. So kann beispielsweise auch das Schichtwachstum auf strukturierten Proben unter Schalleintrag berechnet werden. Eine Rückkopplung der beschichtungsbedingten Geometrieänderung auf das akustische Verhalten der Probekörper steht allerdings zum aktuellen Zeitpunkt noch aus. Experimentell wurden zwei verschiedene Galvaniksysteme hinsichtlich ihrer Tauglichkeit für die Ultraschalltechnologie charakterisiert. Es zeigte sich, dass der untersuchte Kupferelektrolyt deutlich besser auf die akustische Unterstützung anspricht als das Referenzsystem auf Nickelbasis. Zurückzuführen ist dies auf unterschiedliche Limitierungsmechanismen der beiden Systeme. Teilweise ließ sich nach der Beschichtung mit Kupfer sogar das Wellenprofil mit bloßem Auge als Struktur auf den Proben erkennen. Jedoch konnten bisher noch keine welligen Oberflächenprofile messtechnisch erfasst werden.

Nächste Schritte/Ausblick

In den nächsten Schritten müssen die Ergebnisse der durchgeführten Messreihen an strukturierten Blechen und Leiterplatinen ausgewertet werden. Besonderes Augenmerk gilt dabei aktuell den strukturierten Proben, wo eine gleichmäßigere Schichtverteilung unter Schalleintrag angestrebt wird. Basierend auf den Ergebnissen der Experimente sollen die Simulationsparameter final abgestimmt werden, sodass zukünftig eine Vorhersage für die Kupfergalvanik unter Schalleintrag getroffen werden kann. Außerdem sollen in den kommenden Untersuchungen Strukturen mit größerem Aspektverhältnissen (Breite/Tiefe) erforscht werden, bei denen ein effektiver Austausch des Elektrolyten in den Strukturen besonders notwendig ist. Das entwickelte Simulationsmodell und die Ergebnisse der Messreihen sollen anschließend veröffentlicht werden.



Zur Analyse des Einflusses von Schall auf die Effizienz wurden die Spannungskurven von galvanostatischen Versuchen an einem Kupferelektrolyt untersucht (vgl. links). Aus diesen Spannungskurven wurde die in die Beschichtung eingetragene Energie berechnet und in Abhängigkeit der jeweiligen Stromdichte J grafisch dargestellt (vgl. rechts). Die Ergebnisse zeigen, dass unter Schalleintrag weniger Energie für die Abscheidung benötigt wurde als ohne Schalleintrag.



In Schliffbildern wurde die Schichtverteilung auf strukturierten Proben untersucht. Wie auch simulativ vorhergesagt ist die Schichtdicke innerhalb der Struktur geringer als auf der Bauteiloberfläche. Aktuell werden Schliffe zu Proben mit Schalleintrag untersucht. Das Ziel dabei ist es ein gleichmäßigeres Schichtwachstum auf der gesamten Probe unter Schalleintrag zu erzielen.

Projekt 23: Entwicklung von digitalen und energieautarken Armaturen für Feedback-Interventionen

Projektbearbeiter/in: Carlo Stingl
Betreuer: Name Prof. Dr. Thorsten Staake (Fakultät Wirtschaftsinformatik und Angewandte Informatik, Universität Bamberg)

Sachstand des Projektes

Die fortschreitende Digitalisierung und das Internet of Things (IoT) haben bereits viele Bereiche des täglichen Lebens transformiert, sich jedoch im Sanitärbereich und insbesondere bei Armaturen noch nicht durchgesetzt. Das erste Ziel des Projekts ist daher die Entwicklung einer Infrastruktur um energieautarke Armaturen, die durch Sensoren und Vernetzung Nutzungs- und Zustandsdaten übertragen kann. Die Daten der digitalen Armaturen werden im Folgenden dazu verwendet den individuellen Nutzern in Echtzeit Feedback auf ihr Händewaschverhalten zu geben. Anwendungsfälle ergeben sich dabei insbesondere in gesundheitskritischen Bereichen, beispielsweise in Krankenhäusern, sowie beim Erlernen des Händewaschens, beispielsweise in Kindergärten. Die Effekte und Wirkungsweisen dieser digitalen Verhaltensintervention werden mithilfe randomisiert-kontrollierter Studien untersucht.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Die Entwicklung einer IoT-Infrastruktur für digitale und energieautarke Wasserhähne wurde abgeschlossen und in und Feldtests evaluiert. Die Infrastruktur umfasst neben den Armaturen auch die Kommunikationstechnologie, bestehend aus Gateways, Servern und Softwarelösungen und zeichnete bisher über 250.000 Wasserextraktionen auf, die als Grundlage für Datenanalysen zur Handhygiene und zur Wasserqualität dienen. Zwei randomisiert kontrollierte Studien zur Verbesserung der Handhygiene durch Feedback-Interventionen wurden 2021 und 2022 erfolgreich an Kindergärten durchgeführt und konnten die Verbesserung der Handhygiene durch digitales Feedback nachweisen. Ein Manuskript zur Veröffentlichung der Ergebnisse in hochrangigen Fachzeitschriften wurde angefertigt und wird am Anfang nächsten Jahres eingereicht. Bisherige Zwischenergebnisse der Forschung wurden auf zwei internationalen Konferenzen vorgestellt und veröffentlicht.

Nächste Schritte/Ausblick

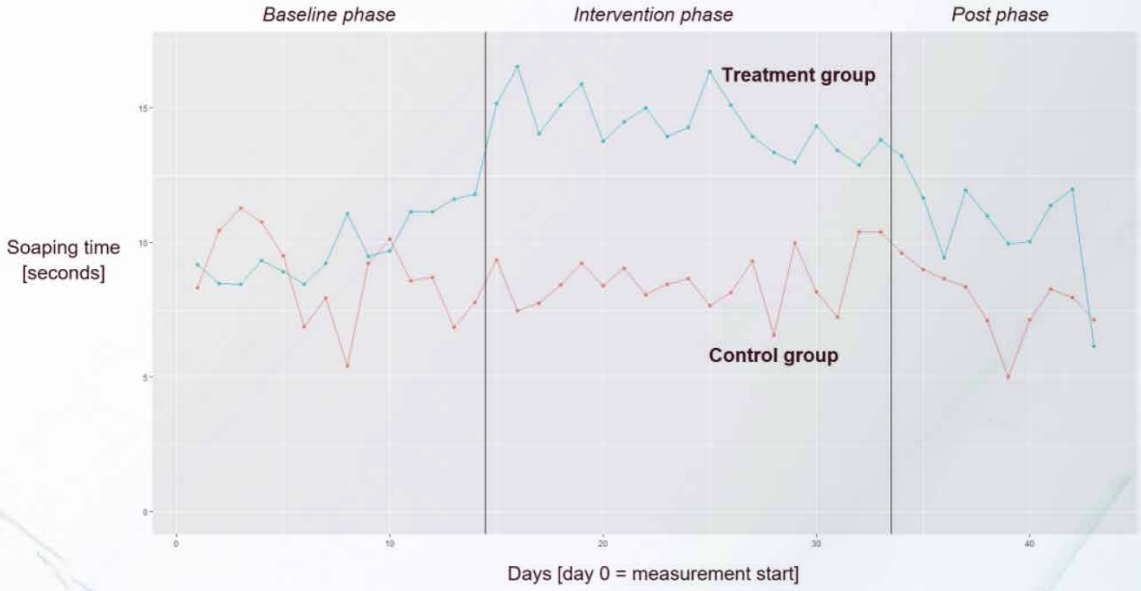
Der nächste Schritt im Projekt ist die Veröffentlichung der bisherigen Erkenntnisse zu Feedback-Interventionen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften. Eine weitere Feldstudie zur Untersuchung der Mechanismen von Verhaltensfeedback in öffentlichen Gebäuden wird gerade durchgeführt.

Veröffentlichungen

Stingl C. Using digital performance feedback for behavior change: a systematic literature review. In Thirty-first European Conference on Information Systems. (Im Review-Prozess)
Stingl, C., Günther, S.A, Staake, T., 2022. The behavioral mechanisms behind feedback – a prelimi-nary model for quantifying causeeffect relationships. In Thirtieth European Conference on Information Systems. (Vortrag mit Paper)
Graichen, J., Stingl, C., Günther, S.A., Staake, T., Pakarinen, A., Rosio, R. and Salanterä, S., 2022. No Longer Without a Reward: Do Digital Rewards Crowd Out Intrinsic Motivation of Young Children? In International Conference on Information Systems 2022 (ICIS). (Vortrag mit Paper)

Abb. 1: Feedback Informationssystems zur Verbesserung der Handhygiene in Kindergärten

Abb. 2: Ergebnisse der Pilotstudie zur Verbesserung der Handhygiene in Kindergärten



Projekt 24: Intelligente Benutzerschnittstelle zum Navigieren und Explorieren von Wissen und Dokumenten zu energieautarken Gebäuden

Projektbearbeiter: Daniel Roßner
Betreuer: Prof. Dr. Claus Atzenbeck (Institut für Informationssysteme, Hochschule Hof)
Betreuer 2: Prof. Dr. Tom Gross (Lehrstuhl für Mensch-Computer-Interaktion, Universität Bamberg)

Sachstand des Projektes

Das Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung einer intelligenten Benutzerschnittstelle, welche das Interagieren und Erforschen von Wissen zu energieautarken Gebäuden erleichtern soll. Im wissenschaftlichen Fokus steht dabei die Nutzung eines 2D-Raumes als Basis von Nutzerinteraktionen und der visuellen Darstellung von kontextbezogenen, systemgenerierten Vorschlägen. In Verbindung mit einer Wissensdatenbank, welche Informationen rund um die Themen Energieeffizienz und energieautarke Gebäude beinhaltet, werden interessierte Menschen in die Lage versetzt, explorativ zu recherchieren und gleichzeitig ihre eigenen Ideen und Assoziationen visuell zu strukturieren.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Die im letzten Jahre generierte Wissensdatenbank zu Themen rund um Windenergie diente als Basis für eine Benutzerstudie. Selbige untersuchte die Effekte verschiedener Visualisierungen auf potentielle Anwender. Als Vergleichsbasis diente eine herkömmliche hierarchische Darstellung, wie sie beispielsweise bei Web-Suchmaschinen geläufig ist. Nun wurden auch die detaillierten Daten ausgewertet und veröffentlicht (s. unten). Die Ergebnisse sind in die Implementierung einer „Perlenketten"-Visualisierung geflossen. Für eine breiter angelegte Nutzerstudie wurde eine Web-Oberfläche umgesetzt, welche den Datenfundus über energieautarke Gebäude (und energetische Nachhaltigkeit im Allgemeinen) für jedermann zugänglich machen soll.

Nächste Schritte/Ausblick

Nachdem beide relevanten Blöcke, die Wissensdatenbank und die Visualisierung implementiert sind, folgt nun die Verfeinerung der Algorithmen und Daten. Daran muss sich eine größere Nutzerstudie mit mehr Teilnehmern anschließen. Die wissenschaftlichen Ergebnisse werden in der Promotionsschrift festgehalten.

Veröffentlichungen

D. Roßner, C. Atzenbeck, T. Gross: The Effects of Spatial Visualization versus Ranked Lists on Quality, Time Efficiency, and Interaction. HT 2022: Proceedings of 33rd ACM Conference on Hypertext and Social Media. ACM, New York (NY) USA.
D. Roßner, J.-S. Cheong, C. Atzenbeck: From Maintenance in Industry to Bibliographic Data: Spatial Hypertext as Communication Medium Between User and Machine. Proceedings of the 5th Work-shop on Human Factors in Hypertext, HUMAN 2022. ACM, New York (NY) USA.
L. Eidloth, D.. Roßner, C. Atzenbeck: User study on linkservice usage and information processing in the context of the world wide web. Proceedings of the 5th Workshop on Human Factors in Hypertext, HUMAN 2022. ACM, New York (NY) USA.

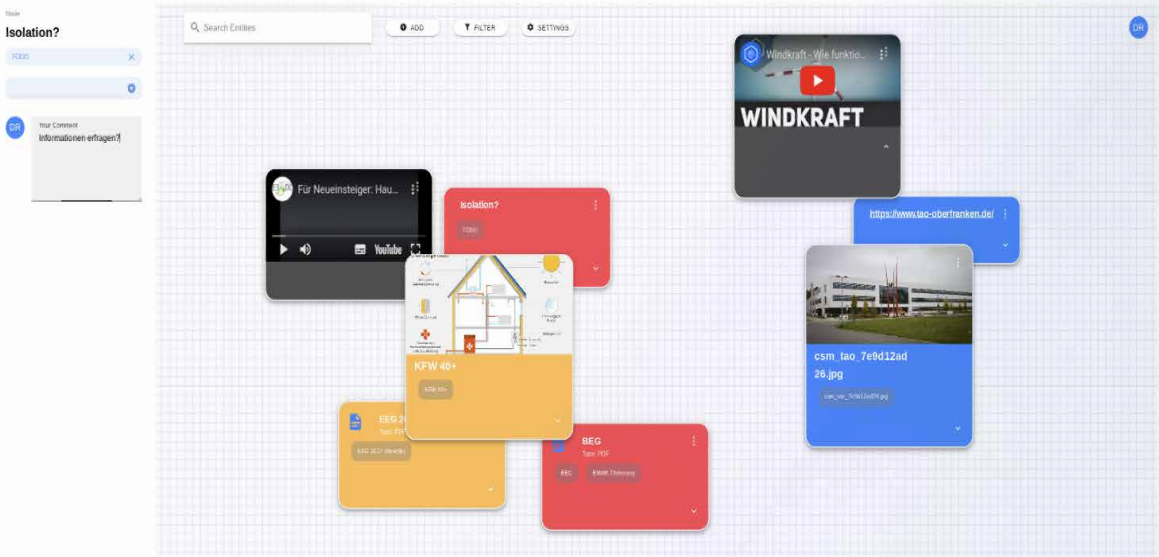


Bild 1: Screenshot Web-Anwendung mit TAO-GradKo-Daten (Demo)

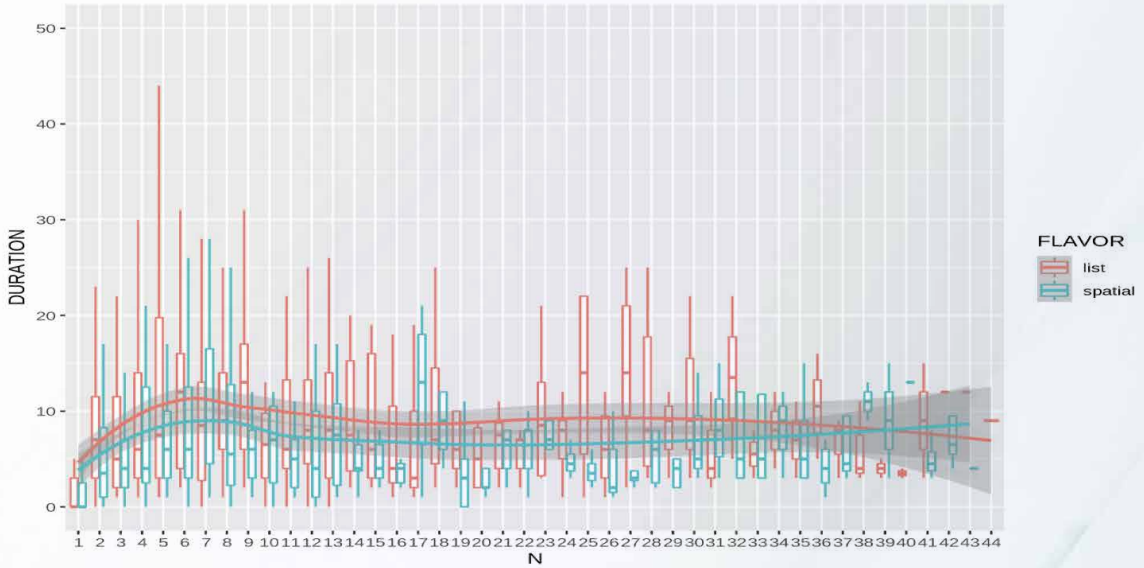


Bild 2: Daten aus der Benutzerstudie: Dauer zwischen den einzelnen Aktionen nach Art der Visualisierung

Projekt 25: Optimization of Soil Microbial Fuel Cells for Stable Power Production and Bioremediation

Projektbearbeiter/in: Meshack Imologie Simeon, M.Sc
Betreuer: Prof. Dr. Ruth Freitag (Lehrstuhl für Bioprozesstechnik, Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Universität Bayreuth)

Sachstand des Projektes

Das Projekt befasst sich mit der Erzeugung von praktisch nutzbarer elektrischer Energie aus Bodenmikroben in mikrobiellen Brennstoffzellen. Neben der Bioremediation kontaminierter Böden ist die Fähigkeit der elektroaktiven Bakterien, häusliche oder industrielle Abwässer als Substrat zu nutzen, von besonderem Interesse. Darüber hinaus stehen die Stabilität der Leistungsabgabe der Zellen und die Entwicklung eines effizienten Elektrodenmaterials im Mittelpunkt der Untersuchungen, um aus den MFCs nutzbare Energie für den Betrieb von Umweltsensoren und für den Einsatz in Haushalten und abgelegenen Gebieten (z. B. Flüchtlingslager) mit begrenztem Zugang zu Elektrizität zu gewinnen.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

- Optimierung der Leistungsabgabe der mikrobiellen Brennstoffzelle
- Entwicklung von effizienten Elektrodenmaterialien, die die bioelektrochemischen Reaktionen der elektroaktiven Mikroben unterstützen.
- Leistungsstabilität von MFCs und Upscaling mit mikroelektronischen Energy Harvestern.
- Bioremediation von mit Erdölkohlenwasserstoffen kontaminiertem Boden mit mikrobiellen Brennstoffzellen.

Veröffentlichungen

I.M. Simeon, Weig, A. & Freitag, R. Optimization of soil microbial fuel cell for sustainable bioelectricity production: combined effects of electrode material, electrode spacing, and substrate feeding frequency on power generation and microbial community diversity. Biotechnol Biofuels 15, 124 (2022). https://doi.org/10.1186/s13068-022-02224-9

I.M Simeon, Herkendell, K., Pant, D., & Freitag, R. (2022). Electrochemical evaluation of different polymer binders for the production of carbon-modified stainless-steel electrodes for sustainable power generation using a soil microbial fuel cell. Chemical Engineering Journal Advances, 10, 100246. https://doi.org/10.1016/j.ceja.2022.100246

M.I. Simeon, R. Freitag: Influence of electrode spacing and fedbatch operation on the maximum performance trend of a soil microbial fuel cell, International Journal of Hydrogen Energy, https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.11.110

M.I Simeon, A. L. Imoize and R. Freitag, „Comparative evaluation of the performance of a capacitive and a non-capacitive microbial fuel cell," 2021 18th International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices (SSD), IEEE 2021, pp. 1076-1082, DOI: 10.1109/SSD52085.2021.9429481

M.I. Simeon, F.U. Asoiro, M. Aliyu, OA Raji, R. Freitag. Polarization and power density trends of a soil-based microbial fuel cell treated with human urine. International Journal of Energy Research. 2020; 44:5968–5976. https://doi.org/10.1002/er.5391

Tagung

M.I. Simeon and Ruth Freitag. "Optimization of soil microbial fuel cell: influence of feeding duration, electrode factors and diversity factor of uncontrolled mixed microbial communities" ISMET8 – 2022 Global Conference, Chania, Greece, Sept 19 – 23, 2022. (Vortrag mit Paper).

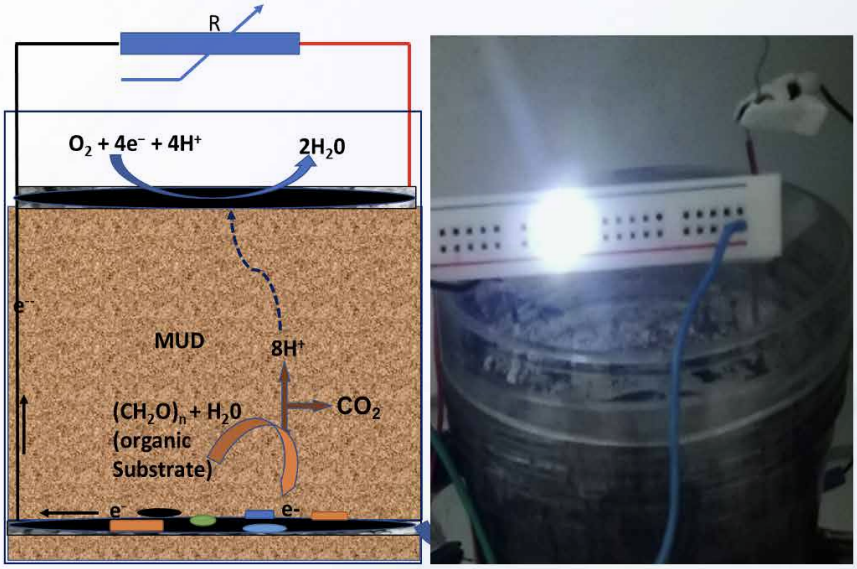
M.I. Simeon, R. Freitag: Bio-electrochemical response to selected experimental treatments of a soiltype microbial fuel cell for sustainable bioelectricity generation. International Conference on Sustainable Technology and Development. 31 October - 2 November 2021, Shenzhen, China (Live and On-demand) (Vortrag mit Abstact).

M.I. Simeon, R. Freitag. The applicability of the Maximum Powerpoint of Microbial Fuel Cells: Influence of Potential Scan rate and realtime external Load. 5th conference and European meeting of the International Society for Microbial Electrochemistry and Technology, 13-15th, September, 2021 (online) (Vortrag mit Papier)

M.I. Simeon. R. Freitag. Influence of electrodes spacing on the maximum power of a soil microbial fuel cell based on stainless-steel-nanocarbon composite electrodes. 1st virtual meeting of The International Society for Microbial Electrochemistry and Technology (ISMET), 7th – 10th.10. 2020. (Vortrag mit Poster).

M.I. Simeon., Imoize A.L., Freitag R. Evaluation of the electrical performance of a soiltype microbial fuel cell treated with a substrate at different electrode spacings. In: International Conference on Energy, Environment and Storage, p. 430–435; 19-21 November 2020, Kayseri-Turkey (Vortrag mit Paper).

Abb.: praktische Anwendung einer neu entwickelten mikrobiellen Brennstoffzelle



Projekt 26: Untersuchung neuartiger Halbleiter zur effizienten Energiewandlung in energieautarken Gebäuden

Projektbearbeiter: Zheming Li, M.Sc.
Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Mark-M. Bakran (Lehrstuhl für Mechatronik, Zentrum für Energietechnik, Universität Bayreuth)

Sachstand des Projektes

Wide-Bandgap-Halbleiter wie SiC-MOSFETs bieten das größte Potenzial zur Wirkungsgrad-Steigerung in leistungselektronischen Energiewandlern. Diese können für PV-Wechselrichter in energieautarken Gebäuden eingesetzt werden. Die Schaltperformance von SiC-MOSFETs kann jedoch durch EMI Probleme eingeschränkt werden. Das Projekt soll die Schaltperformance von SiC-MOSFETs durch neuartige Gate-Ansteuerungsmethoden verbessern, um bei Einhaltung der EMI Vorschriften, d.h. ohne Störung von anderen Geräten, die Schaltverluste zu reduzieren.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Ein selbstregulierendes Gate-Ansteuerungsverfahren, das niedrige EMI und geringe Schaltverluste automatisch im Dauerbetrieb realisieren kann, wurde entwickelt. Dieses Verfahren besteht aus einer Boost-Methode und einer Nachgeführten Methode.
Die Boost-Methode kann zwischen verschiedenen Schaltgeschwindigkeiten umschalten. Mit der Boost-Methode sind je nach Betriebspunkt bei Einhaltung der EMI Vorschriften Einsparungen der Schaltverluste von über 50% möglich. Jedoch ist der optimale Gate-Ansteuerungsparameter stark betriebspunktabhängig. Dazu wurde die Nachgeführte Methode, die den ändernden optimalen Gate-Ansteuerungsparameter nachführen kann, entwickelt.
Zwischenergebnis 1: Implementierung des Verfahrens in einer Phase im Dauerbetrieb
Dieses Gate-Ansteuerungsverfahren wurde erfolgreich in einer Phase im PWM-angesteuerten Dauerbetrieb für SiC MOSFET Ein- und Ausschalten implementiert. Dazu wurde eine Methode für Stromrichtungserkennung entwickelt.
Zwischenergebnis 2: Anpassung des Verfahrens an verschiedene Situationen
Dieses Gate-Ansteuerungsverfahren wurde an verschiedene Spannungsklassen (1,2 kV, 1,7 kV, 3,3 kV) und an verschiedene Anwendungen (Solar-, Traktionsanwendung) angepasst. Die Performance des Verfahrens ist bei allen Fällen hervorragend.

Nächste Schritte/Ausblick

Das Projekt steht kurz vor Abschluss. In der Zukunft lässt sich das Verfahren in realen Anwendungen implementieren.

Veröffentlichungen

Z. Li, R. W. Maier, M. Walter, Mark-M. Bakran: A self-regulating gate control based on the parasitic turn-on effect for low losses and low EMI of SiC MOSFET, PCIM Europe 2022.
Z. Li, R. W. Maier, Mark-M. Bakran: A simulation model for SiC MOSFET switching transients controlled by an adaptive gate driver with the capability of reducing switching losses and EMI across the full operating range, EPE 2022.

Abb. 1: Arbeitsprinzip der Boost-Methode

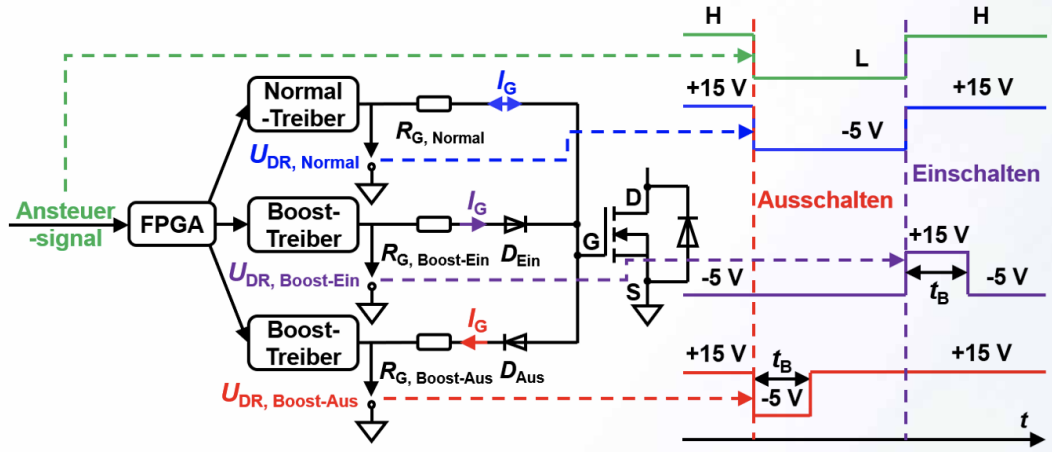


Abb. 2: Arbeitsprinzip der Nachgeführten Methode

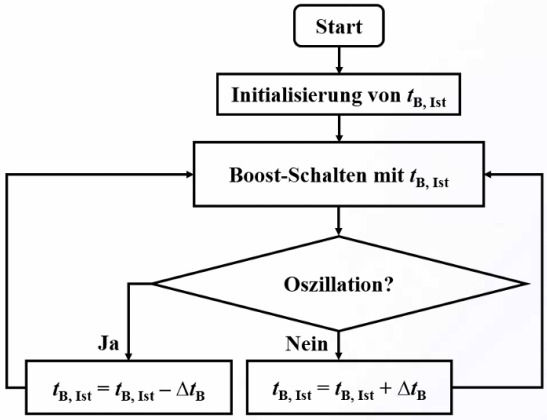
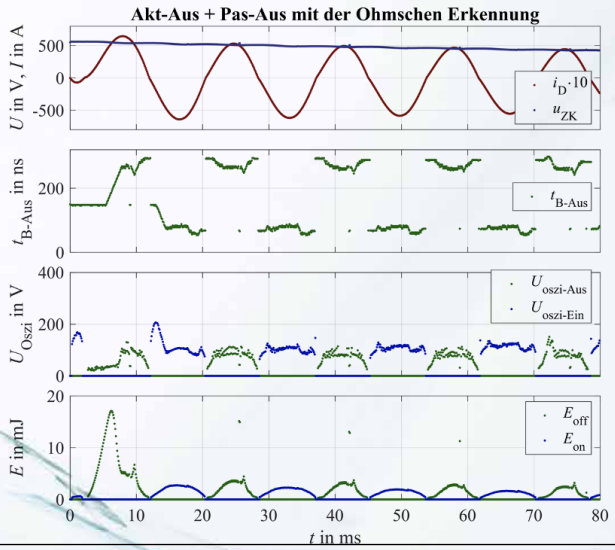


Abb. 3: Gate-Treiber für Implementierung des Gate-Ansteuerungsverfahrens

Abb. 4: Implementierung des Gate-Ansteuerungsverfahrens in einer Phase im PWM-angesteuerten Dauerbetrieb für SiC MOSFET Ein- und Ausschalten



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

Projektbearbeiter/in: Niklas Krug, M.Sc.
Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Fischerauer (Lehrstuhl für Mess- und Regeltechnik, Univ. Bayreuth)

Sachstand des Projektes

Das am 1. November 2022 begonnene 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 bedarfsgerecht zur regeln. Die von Energy-Harvestern gespeisten Funksensoren sollen zukünftig eine Alternative zu batteriebetriebenen und damit wartungsintensiveren Funksensoren darstellen.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Die ersten zwei Projektmonate wurden vorwiegend zur Einarbeitung in die Thematik genutzt. Es wird dabei Hardware verwendet, welche bereits durch J. Spratte beschafft wurde. Sie setzt sich unter anderem aus sechs Mikrocontrollern auf STM32WB55-Basis (drei STM32WB55RGV6 und drei STM32WB55CGU6) zusammen, welche bereits ein vollwertiges Zigbee-kompatibles Funkmodul integrieren. Sie eignen sich aufgrund ihrer Energiesparoptionen für die Anforderungen des Energy-Harvestings. Es wurden bereits Kommunikationsschnittstellen für verschiedene Sensoren (Magnetfeldsensor LSM303DLHC, Beschleunigungssensor ADXL3627) aufgesetzt. Zusätzlich wurden bereits verschiedene Zigbee-Standard-Beispiele in ihrer Funktionsweise untersucht und implementiert. Als Grundlage werden die durch M. Mösch entwickelten kinetischen Energy-Harvester verwendet, welche über einen Adaptionsmechanismus und eine geeignete Energiespeicherung verfügen.

Nächste Schritte/Ausblick

Ziel des Projektvorhabens ist der Aufbau eines Funksensornetzwerks, in welchem mindestens ein Knoten mit Hilfe eines vorzugsweise kinetischen Energy-Harvesters gespeist wird. Dazu soll zunächst von Grund auf ein geeignetes Zigbee-Netzwerk aufgebaut werden. Es muss jede Funktionalität des zugrundeliegenden Zigbee-Funkprotokolls möglichst energieoptimal realisiert werden. So soll der Funksensorknoten stets die geharvestete und damit verfügbare Energie kennen und beispielsweise in einen Sleep-Modus verfallen, bis die zum Senden der Daten notwendige Energie zur Verfügung steht. Später soll damit überprüft werden, ob die kinetischen Energy-Harvester nach M. Mösch genug Energie bereitstellen, um die Funktion des Sensorknotens vollständig und ausfallsicher durchführen zu können bzw. welche Anwendungsszenarien realisierbar sind (Dauerüberwachung, Ereigniserfassung, ...).

Abb. 1: Hardwarekomponenten: USB-Dongle (links, STM32WB55CGU6), Mikrocontroller (Mitte, STM32WB55RGV6), Beschleunigungssensor (rechts oben, ADXL3627) und Magnetfeldsensor (LSM303DLHC)

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. Im Rahmen des Projektes soll die Methanisierung betrachtet werden, welche zur Verwertung unerwünschter CO- und CO2-Anteile beim Betrieb von Brennstoffzellengeräten, der Erzeugung von synthetischem Erdgas aus regenerativem Biogas oder der Herstellung von klimaneutralem Erdgas von großer Relevanz ist. Für den optimalen Reaktorbetrieb ist die Kenntnis der im Inneren herrschenden 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

Die Temperaturabhängigkeit der effektiven Schüttungspermittivität des im Rahmen der Untersuchungen verwendeten, oxidierten Katalysators ist mithilfe impedimetrischer Messungen charakterisiert worden. Darauf aufbauend sind Temperaturversuche mit dem ECT-Reaktoraufbau mit Glaskugel- und Katalysatorschüttungen durchgeführt worden. Die Messergebnisse zeigen, dass mit der ECT in beiden Fällen Temperaturveränderungen innerhalb einer Festbettschüttung detektiert werden können, wobei die wesentliche Herausforderung die Umrechnung auf die absolute Temperaturverteilung darstellt. Daneben sind Optimierungen am Messaufbau, wie bspw. die Realisierung einer Schirmung oder die Einbindung zahlreicher Thermoelemente, vorgenommen worden.

Nächste Schritte/Ausblick

Das nächste Hauptziel stellt die Verbesserung der Rückrechnung auf eine Temperaturverteilung dar. Hierfür muss zunächst die Qualität der ECT-Messdaten verbessert werden, was eine Anpassung des bisherigen Messaufbaus erfordert. Außerdem muss die Temperaturverteilung innerhalb des Messvolumens zu Validierungszwecken über eine andere Messmethode abgeschätzt werden, was über ein in die Schüttung eingebettetes Thermoelement-Führungsrohr realisiert wird. Ein weiterer zu untersuchender Aspekt ist die Charakterisierung des Einflusses des Wandmaterials (Temperaturabhängigkeit, Wandstärke), wofür sich ein eigener Messaufbau bereits in der Umsetzung befindet. Daneben wird die Rückrechnung softwareseitig über die Anpassung des Rekonstruktionsalgorithmus optimiert.

Veröffentlichungen:

Beitrag zur SMSI 2023 in Nürnberg eingereicht.

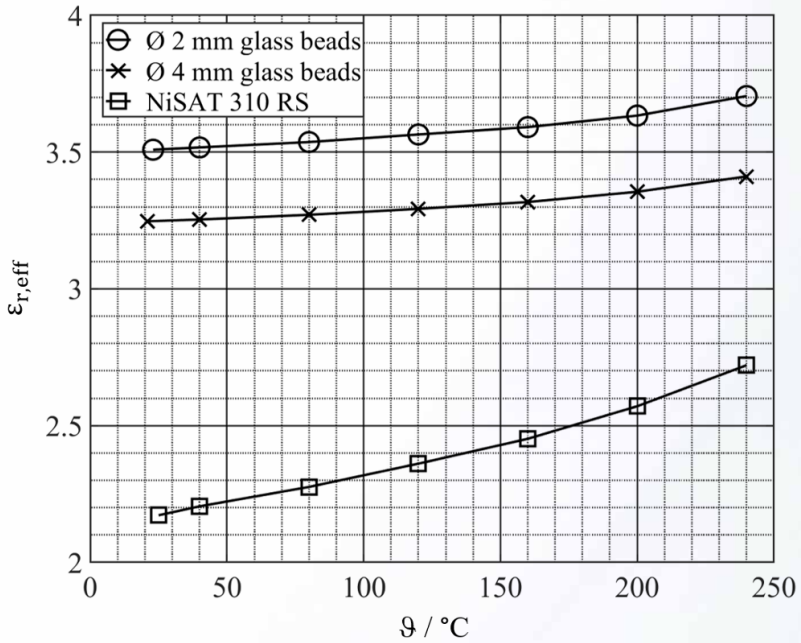


Abb. 1: Temperaturabhängigkeit der effektiven Permittivität für Glaskugel- und Katalysatorschüttungen

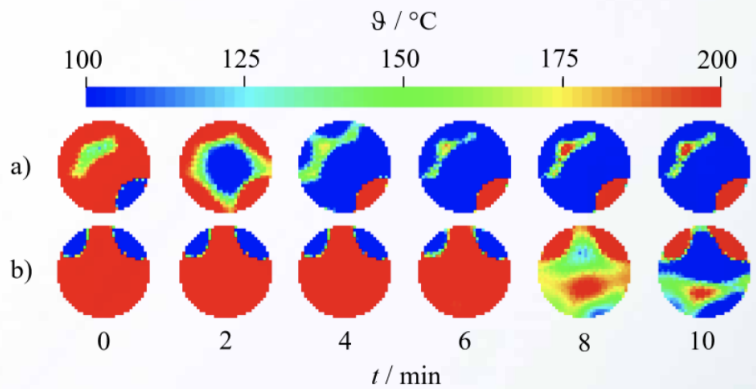


Abb. 2: Rekonstruierte, nach Rekalibrierung in Temperaturprofile umgerechnete Tomogramme für eine aufgeheizte Schüttung aus 4 mm-Glaskugeln, welche mit kalter Druckluft beaufschlagt wird: a) obere Messebene auf Seite des Gaseintritts, b) untere Messebene auf Seite des Gasaustritts

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

Projektbearbeiter/in: Ferdinand Fischer, M.Sc.
Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Andreas Jess (Lehrstuhl chemische Verfahrenstechnik, Universität Bayreuth)

Sachstand des Projektes

In energieautarken Gebäuden der Zukunft könnten wasserstoffbasierende Brennstoffzellen eine tragende Rolle zu kommen. Der Brennstoff (Wasserstoff) wird dabei heutzutage zum größten Teil über das sog. Steamreforming-Verfahren ($CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$) aus Erdgas erzeugt. Das in diesem Prozess entstehende Kohlenmonoxid muss jedoch aus dem Brenngas entfernt werden, da es in höherer Konzentration auf die Brennstoffzelle deaktivierend wirkt. Hierfür wird das CO mit Hilfe der Wassergas-Shift-Reaktion ($CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$) in unschädliches CO_2 überführt. Technisch werden dabei feste Katalysatoren (z. B. Cu/ZnO) bei Prozesstemperaturen von mindestens 200 °C verwendet. Aus thermodynamischen Gründen findet jedoch bei diesen Temperaturen kein vollständiger CO-Umsatz statt (z. B. 94 % bei äquimolarem H_2O/CO-Verhältnis). Daher wird ein weiterer Verfahrensschritt (selektive CO-Oxidation, CO-Methanisierung) bei der Brenngasaufbereitung notwendig, um einen, für Brennstoffzellenanwendungen typischen CO-Gehalt von 100 ppm nicht zu überschreiten.

Eine Lösung des Problems wäre eine Verringerung der Temperatur der WGS-Reaktion durch die Verwendung von sehr aktiven SILP-Katalysatoren auf ca. 120 °C. Hierdurch verschiebt sich das thermodynamische Gleichgewicht und der CO-Umsatz gleicht annähernd einem Vollumsatz (siehe Abbildung 1).

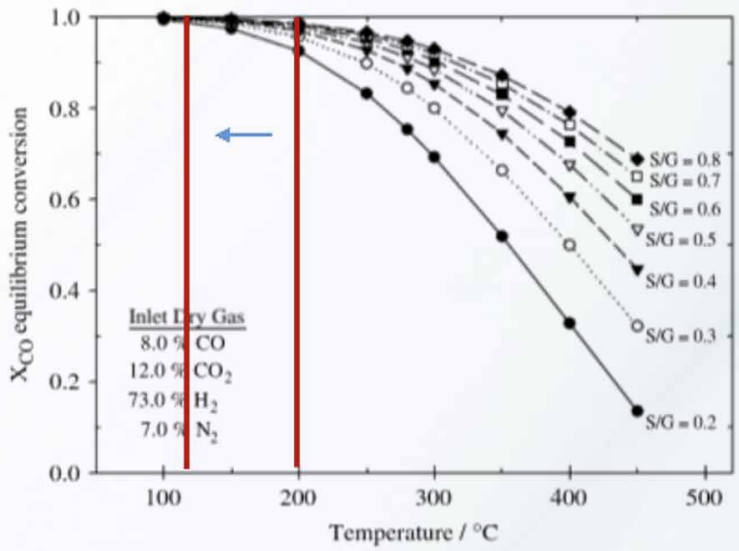


Abb. 1: CO-Gleichgewichtsumsatz der WGS-Reaktion in Abhängigkeit vom S/G (Wasserdampf/trockenes Feed-Gas) mit einem typischen Feed einer Methan-Dampfreformierung

Durch diese Optimierung der WGS-Reaktion kann somit bei der Aufbereitung des Brenngases der zusätzliche Prozessschritt (selektive CO-Oxidation oder CO-Methanisierung) komplett wegfallen, was Brennstoffzellengeräte deutlich vereinfachen bzw. verbessern würde.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Der auf Ruthenium basierende SILP-Katalysator wurde erfolgreich hergestellt, charakterisiert und auf Stabilität (z. B. die thermische Zersetzungskinetik der ionischen Flüssigkeit untersucht.

Es wurde für die jeweils relevanten Katalysatorparameter (α (Füllgrad); π =n_Il/n_Ru =ζ-1; dPartikel) der intrinsisch kinetische Bereich bestimmt. Der intrinsisch kinetische Bereich ist der Bereich in dem der Katalysator ohne Stofftransportlimitierungen jeglicher Art arbeitet.

Es wurde die intrinsische Kinetik des Katalysators bestimmt und modelliert. In Abbildung 2 ist der Parity-Plot für einen formalkinetischen Ansatz (Potenzansatz) des SILP-Katalysators dargestellt.

Die intrinsische Kinetik wurde bereits in einer Veröffentlichung publiziert.

Des Weiteren wurde die effektive Kinetik bestimmt. Hierbei wurde ein Modell entwickelt, dass den in Abbildung 3 dargestellten effektiven Reaktionsrateverlauf abbildet. Es wurde dabei davon ausgegangen, dass sowohl Diffusionslimitierungen im Porenraum bzw. in der Flüssigphase (η(α)) als auch Blockierungsvorgänge (B(α)) für den charakteristischen Verlauf der Reaktionsrate verantwortlich sind. In Abbildung 4 ist der Katalysatorwirkungsgrad über den Füllgrad während der Reaktion für 120 °C dargestellt. Das Modell (durchgezogene schwarze Linie) trifft die experimentell bestimmten Werte zufriedenstellend gut.

Nächste Schritte/Ausblick

Gerade werden Messungen an der Magnetschwebewaage durchgeführt, um den Füllgrad während der Reaktion bestimmen zu können. Der Füllgrad setzt sich zusammen aus dem Volumen der ionischen Flüssigkeit, dem Ruthenium-Komplex und der in der IL gelösten Moleküle (CO, CO2, H2O, H2).

Des Weiteren werden mit Messungen an der Magnetschwebewaage die Löslichkeit der Reaktanden (Henry-Koeffizient) in der IL, sowie die Diffusionskoeffizienten der jeweiligen Gase in der IL bestimmt.

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.

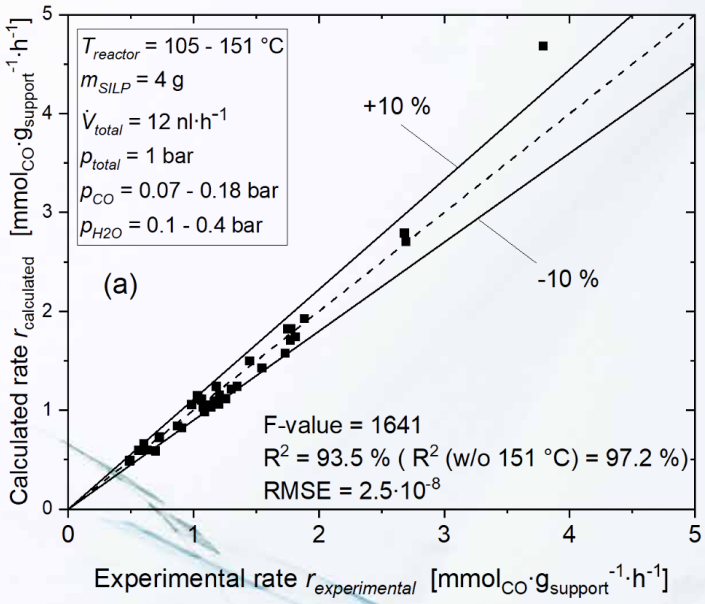


Abb. 2: Parity-Plot für einen formalkinetischen Ansatz (Potenzansatz) des SILP-Katalysators

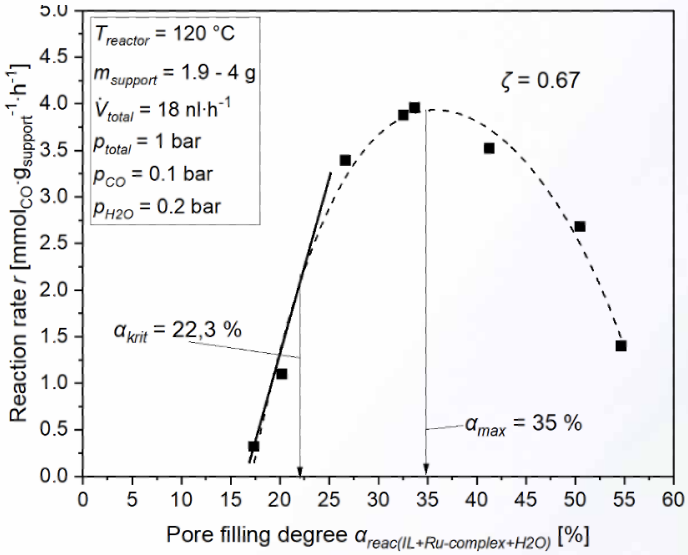


Abb. 3: Effektive Reaktionsrate über Porenfüllgrad

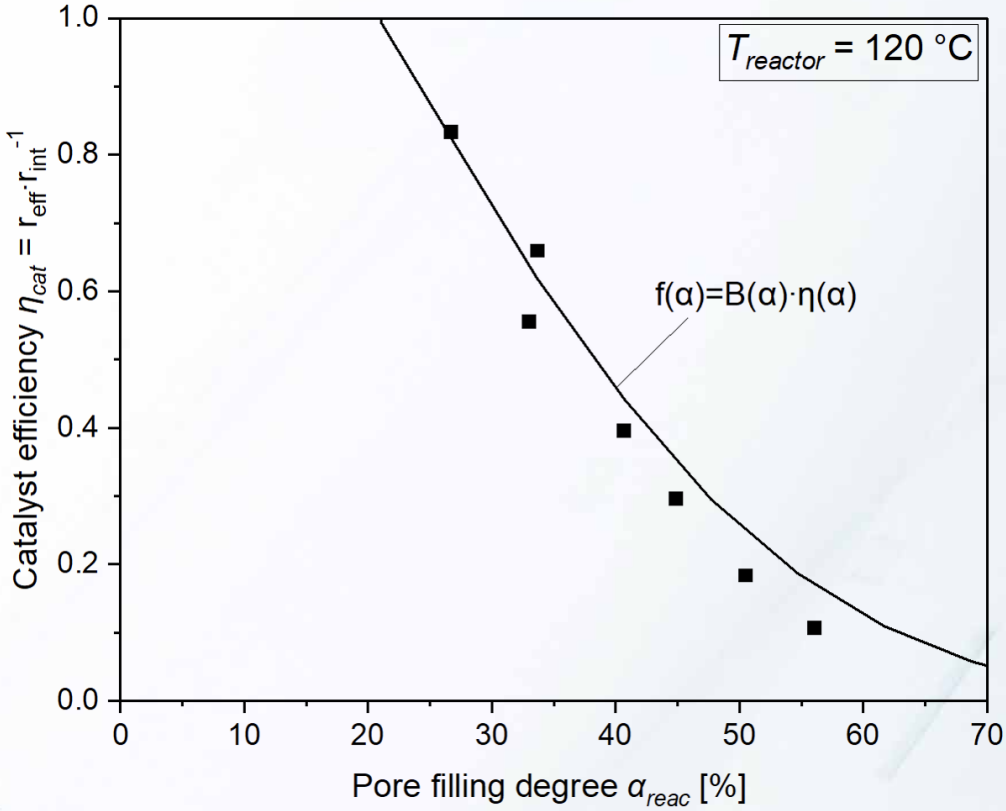


Abb. 4: Katalysatoreffizienz über Porenfüllgrad

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

Projektbearbeiter: Dominik Geier
Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Martin Synold (Hochschule Coburg, Konstruktiver Ingenieurbau)
Betreuer 2: Prof. Dr. Mona Hess (Universität Bamberg, Lehrstuhl für Digitale Denkmaltechnologien)

Sachstand des Projektes

Das Projekt erforscht die Potentiale der Additiven Fertigung im Bauwesen. Anhand eines Bestandsbauwerks, dass im Rahmen der digitalen Denkmaltechnologien untersucht wird, sollen wissenschaftliche Konzepte für den Einsatz der Additiven Fertigung im Bestand erarbeitet werden. Für die Konzepte wurde die Gebäudehülle als Schwerpunkt ausgewählt. Die Fassade soll den bautypischen Beanspruchungen widerstehen und die Möglichkeiten der additiven Fertigung zur Erstellung von filigranen, komplexen, sowie energieeffizienten Fassadenelementen herausarbeiten. Die Konstruktion der Fassade folgt den Prinzipien des Leichtbaus (Topologieoptimierung, innovative Hochleistungswerkstoffe).

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Aufbauend auf dem Stand der Technik der Additiven Fertigung im Bauwesen und das Analysieren der Randbedingungen von Gebäudehüllen wurden die physikalisch-technischen Eigenschaften von Werkstoffen in der Additiven Fertigung untersucht. Das Ziel einer strukturellen Klassifizierung war es, mögliche Einsatzbereiche der unterschiedlichen Werkstoffe und Werkstoffkombinationen aus der Additiven Fertigung zu definieren. Für diesen Zweck wurden in Studien die physikalischen Eigenschaften der Werkstoffe (Abbildung 1) mit den Randbedingungen für das Bauwesen verglichen (UV-Stabilität, (thermo-)mechanische Belastbarkeit etc.) und die Nachhaltigkeit bezogen auf den Verbrauch von regenerativen Ressourcen, die Herstellungsenergie (Abbildung 2) und der CO2-Footprint untersucht. Aus diesen Untersuchungen wurden Konzepte für grundsätzlichen Einsatzmöglichkeiten der Additiven Fertigung im Bauwesen abgeleitet, die die Potentiale der Additiven Fertigung (geometrische Komplexität, Funktionsintegration, Multi-Material etc.) nutzen.

Nächste Schritte/Ausblick

In den nächsten Schritten werden für die Potentiale der Additiven Fertigung im Bauwesen weitergehende Detaillierungen und Grenzen erarbeitet mit dem Ziel, diese in methodische Konzepte umzuwandeln. Unter dem Thema der energieeffizienten Gebäudehülle soll mittels Studien der Einsatz von faserverstärkten Biopolymeren in Multi-Material-Kombinationen, der Einsatz von transparenten/transluzenten Biowerkstoffen, sowie die Möglichkeit der Energieleitung in der Gebäudehülle untersucht werden. Im Ausblick werden die Themen der Nachhaltigkeit der erarbeiteten Konzepte und das Einbetten im Kontext des Bestandes wissenschaftlich untersucht.

Veröffentlichungen

Geplant ist für 2023:

- Journal of IASS (International Association for Shell and Spatial Structures)
- Construction and Building Materials (Elsevier)

Abb. 1: Kombination von thermischen Eigenschaften mit Nachhaltigkeitsaspekten

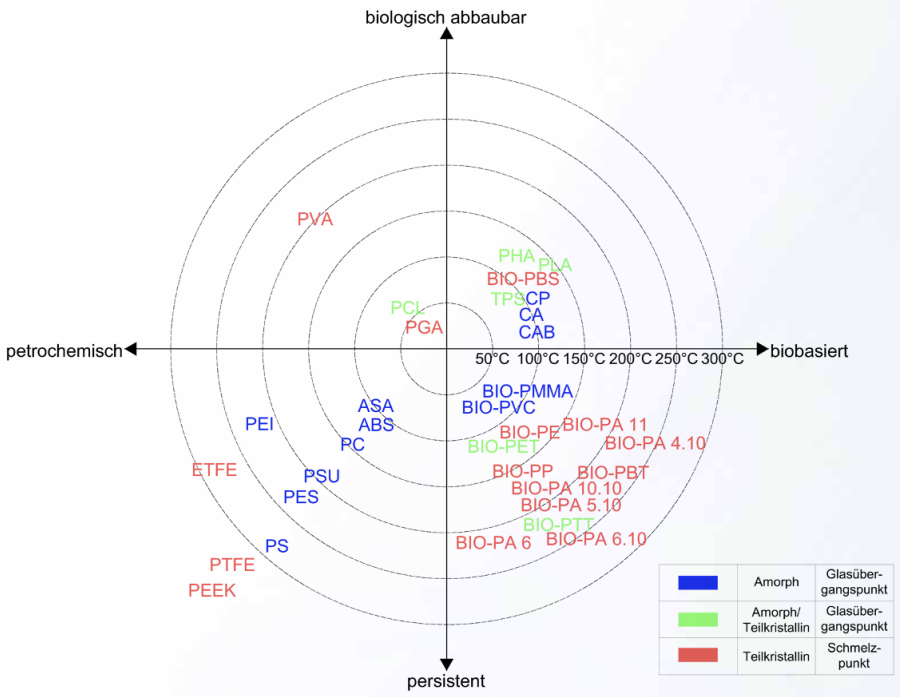
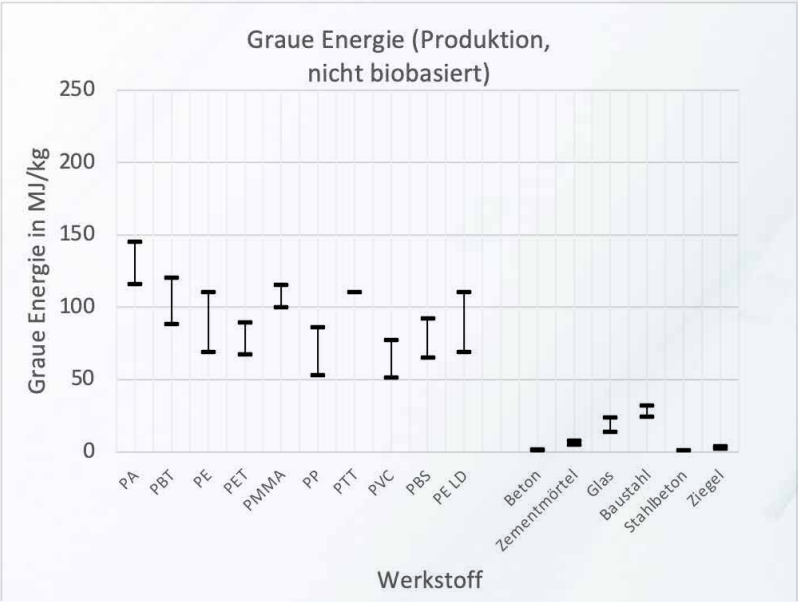


Abb. 2: Energie zur Herstellung von nicht nachwachsenden Werkstoffen



Projekt 32: Optimierung fluiddurchströmter Glasfassaden

Projektbearbeiter/in: Franz Wittmann, M.Sc.
Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Brüggemann (Lehrstuhl für Technische Thermodynamik und Transportprozesse, Zentrum für Energietechnik, 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. Dazu soll eine elektrochrome Folie an der Dreifachverglasung aufgebracht werden, die eine Regulierung der Lichtdurchlässigkeit der Verglasung durch das Anlegen einer elektrischen Spannung ermöglicht. Zusätzlich wird die Auswirkung des Zusatzes von Nanopartikeln in das Basisfluid erforscht. Das im SZR zirkulierende Wasser/Glykol-Gemisch soll den infraroten Anteil des einfallenden Sonnenlichts, nicht jedoch den sichtbaren Anteil absorbieren. Dadurch ist eine optimale Tageslichtversorgung gegeben, ohne dass sich der Innenraum aufgrund von IR-Strahlung aufheizt. Außerdem kann mittels zirkulierendem Fluid Wärme abgeführt werden. Hinsichtlich energieautarker Gebäude bieten optimierte fluiddurchströmte Glasfassadenelemente eine Möglichkeit dem prognostizierten Anstieg des Kühlbedarfs in Gebäuden entgegenzuwirken.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

Wasser mit Glykolzusatz (als Frostschutz) eignet sich aufgrund seiner optischen Eigenschaften optimal für den Einsatz in fluiddurchströmten Glasfassadenelementen. Durch Zugabe von Nanopartikeln konnte durch Transmissions- und Absorptionsmessungen festgestellt werden, dass mit steigender Konzentration an Nanopartikeln die Absorption des Fluids im sichtbaren Bereich steigt. Die Dimensionierung eines Teststands sowie die Beschaffung der Komponenten sind erfolgt. Eine Klimakammer mit Sonnensimulator ist in Betrieb genommen, mit welcher durch Temperatur- und Feuchteregulierung 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 (Abbildung 1). Der Glasprototyp ist fertiggestellt und wird momentan Dichtigkeitsprüfungen unterzogen (Abbildung 2). Mit Hilfe von Comsol Multiphysics sind erste stationäre CFD-Simulationen für das optimale Fließverhalten sowie die mögliche Energieaufnahme des Fluids durch die Sonneneinstrahlung durchgeführt worden (Abbildung 3).

Nächste Schritte/Ausblick

Im nächsten Schritt steht die Integration des Glasfassadenprototyps im Zusammenspiel mit dem Teststand in die Klimakammer aus. Damit sollen die CFD-Simulationen validiert werden. Separat wird die Wärmeleitfähigkeit und die Wärmekapazität von weiteren Nanofluiden und unterschiedlichen Konzentrationen davon experimentell bestimmt und die Fluideigenschaften in den CFD-Simulationen eingepflegt.

Veröffentlichungen

Geplant in Heat and Mass Transfer und Energy and Building

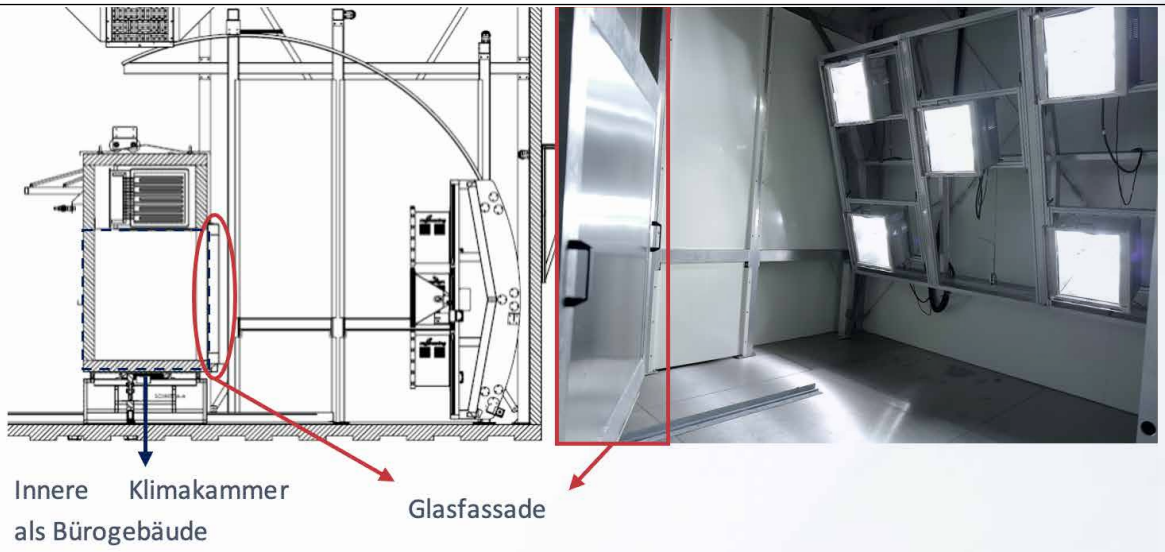


Abb. 1:Klimakammer mit Glasfassade

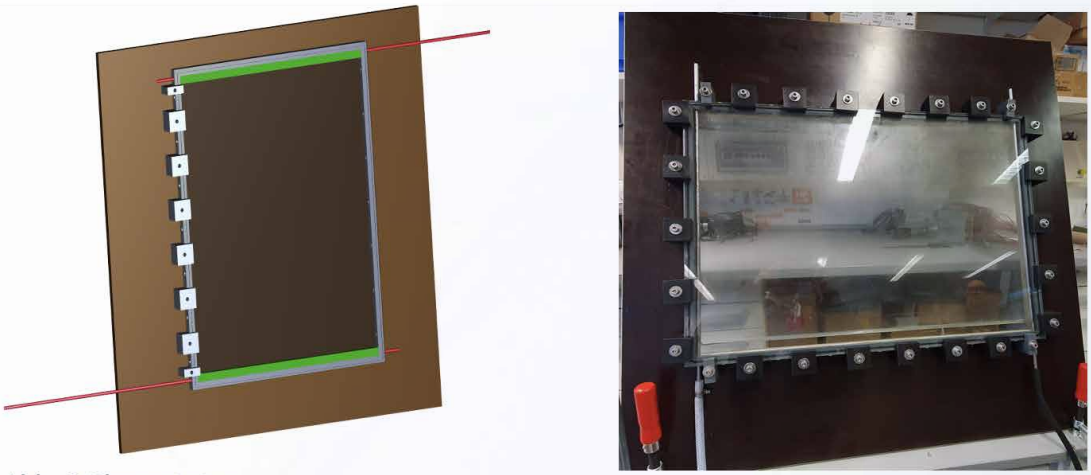


Abb. 2:Glasprototyp

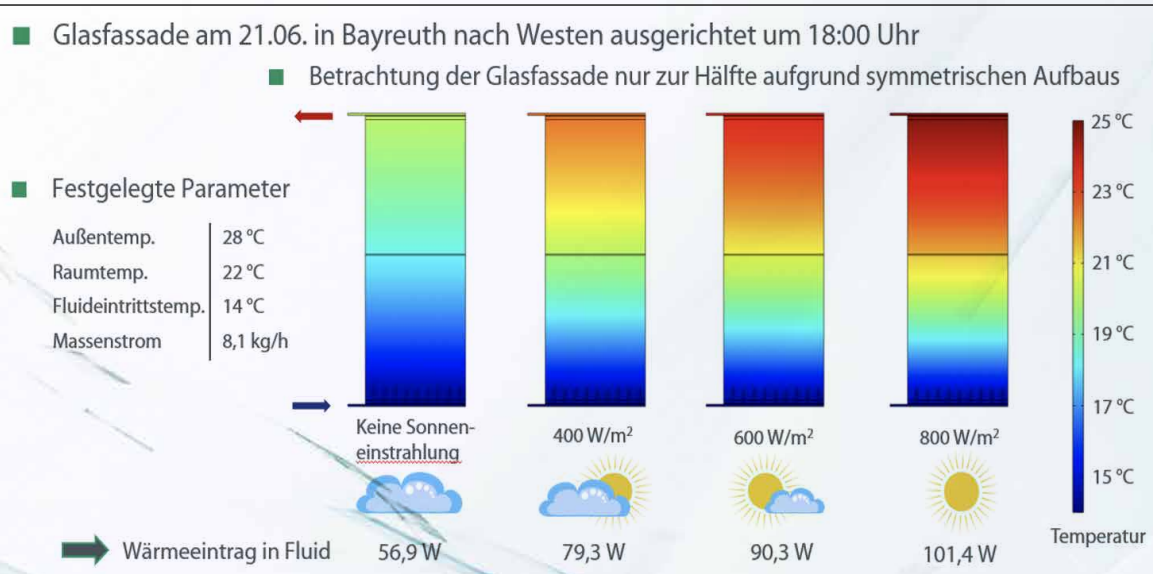


Abb. 3: CFD-Simulationsergebnisse

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 und digitaler 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.

Erreichte Meilensteine/Zwischenergebnisse

- Implementation und Test von drei verschiedenen Realisierungsmöglichkeiten für DCDC-Wandler mit digital konfigurierbarer Regelung oder digitaler Regelung in Bezug auf die Kommunikation der Betriebsdaten.
- Konzeption, Implementation und Evaluierung von Modellen aus dem Bereich des maschinellen Lernens zur Zustandsüberwachung von DCDC-Wandlern und angeschlossenen Verbrauchern.
- Evaluierung und Optimierung der Zustandsüberwachung und Anomalie Erkennung durch Betriebsdatenanalyse an verschiedenen Demonstratoren.

Nächste Schritte/Ausblick

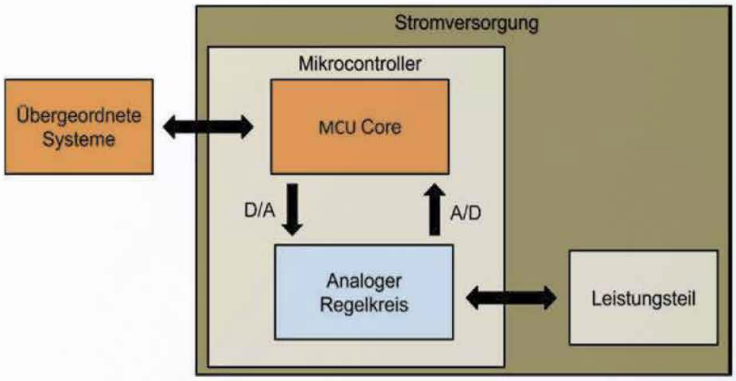
- Evaluierung der Möglichkeiten zur Nutzung von Tiny Machine Learning
- Konzeption und Implementation hinsichtlich der Datenrate skalierbarer Systeme

Veröffentlichungen

Tagung: A. Federl: DC/DC-Wandler mit digital konfigurierbarer oder digitaler Regelung – Zustandsüberwachung durch Analyse der Betriebsdaten, Power of Electronics 2022, Würzburg, Deutschland, 18-19.10.2022 (Vortrag)

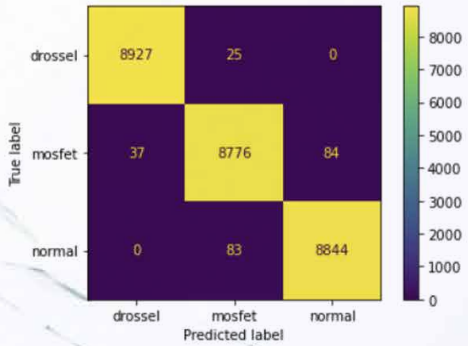
Beitrag in Sammelwerk/Tagungsband:
M. Böhmisch; A. Federl; M. Sulzinger; D. Bauernfeind, Stromversorgungen mit digital konfigurierbarer Regelung für Embedded-Systeme: Anwendungen / Grundlagen / Ausblick, Symposium Elektronik und Systemintegration 2022, Landshut, Seiten 21-30

DCDC-Wandler mit digitaler Regelung



Systemaufbau eines DCDC-Wandlers mit digital konfigurierbarer Regelung und Betriebsdatenkommunikation

```
In [115]: scores
Out[115]: array([0.99085138, 0.99178338, 0.99421102, 0.98991597, 0.99047619])
```



Ergebnis Zustandsüberwachung DCDC-Wandler DEPA Konzept (DecisionTreeClassifier)

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, Zentrum für Energietechnik, Universität Bayreuth)
Betreuer 2: Prof. Dr. Robert Honke (Fakultät für Ingenieurwissenschaften, Institut für Wasser- und Energiemanagement (iwe), Hochschule Hof)

Sachstand des Projektes

Das Projekt beschäftig 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 entwickelte, vereinfachte CFD-Modell (OpenFOAM) zur Simulation simultaner Einströmungen durch mehrere Belademöglichkeiten wurde erfolgreich auf die reale Geometrie des Speichers angewendet. Auf dieser Basis konnten ausgewählte Betriebsszenarien (ermittelt durch Gebäudesimulationen) zur Versorgung des Versuchsträgers mittels Solarthermie simuliert und eine Beeinträchtigung der thermischen Schichtung untersucht werden (s. Abb. 1, 2). Folglich können negative Einflüsse auf eine bereits vorab im Speicher vorhandene Temperaturschichtung quantitativ untersucht, Rückschlüsse auf die Schichtungseffizienz gezogen und anhand unterschiedlicher Beladeszenarien im weiteren Verlauf analysiert werden.

Nächste Schritte/Ausblick

Eine Validierung der CFD-Simulationen ist aufgrund des Bauverzugs aktuell noch nicht möglich. Hierfür wird vorerst auf zusätzliche Literaturquellen zurückgegriffen. Im nächsten Schritt wird das CFD-Modell um zusätzliche Be- und Entladegeometrien erweitert. Mithilfe dieses validierten Modells kann anschließend die Effizienzsteigerung mittels Parameter- und Geometrie-Variationen untersucht werden. Durch die Simulation weiterer, zukünftiger Betriebsszenarien wird so eine Plattform zur Verifikation des zu entwickelnden, vereinfachten Speichermodells geschaffen. Parallel dazu wird mit dem Aufbau des anwendungsgerechten und numerisch vereinfachten Modells begonnen und anschließend mit den vorherigen dreidimensionalen Ergebnissen verifiziert. Hierfür kann ggf. auf bereits bestehende Modelle zurückgegriffen und diese an die speziellen Gegebenheiten im Sinne der Übertragbarkeit angepasst werden.

Veröffentlichungen

Tagung: R. Fick, O. Stark, R. Honke, T. Plessing: Innovatives Versorgungskonzept zur multiplen Nutzung erneuerbarer Energiequellen des Instituts für Wasser- und Energiemanagement. RET.Con 2022, Nordhausen, Germany, 10.-11.02.2022. (Vortrag mit Tagungsbandbeitrag)
R. Fick, O. Stark, R. Honke, T. Plessing: Supply concept for multiple use of renewable energies. 12th Energy Colloquium of the Munich Institute of Integrated Materials, Energy and Process Engineering (MEP), Munich, Germany, 28.07.2022. (Poster mit Abstract)

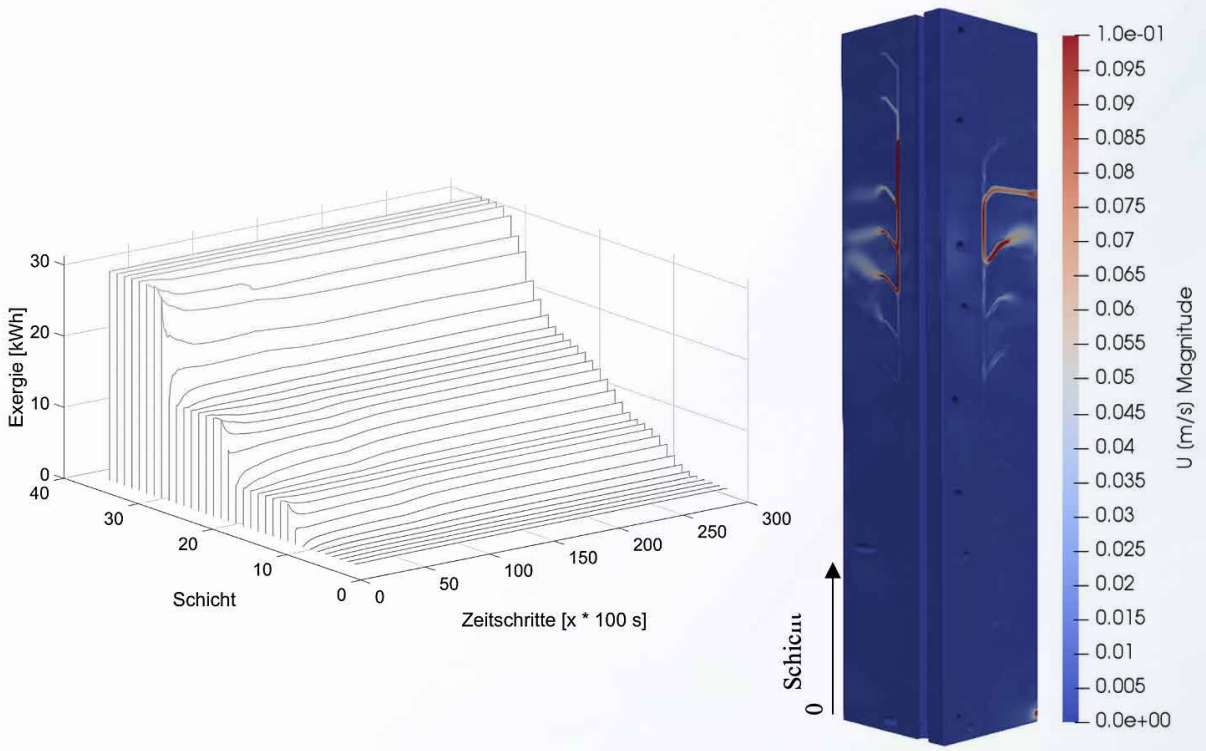


Abb. 1: Simultane Beladung des Versuchsträgers: links Exergie-Veränderung je Schicht über 8 h Beladezeit, rechts entsprechendes Geschwindigkeitsprofil nach 5 h Beladung (bei volatilem Volumenstrom- und Temperaturprofil)

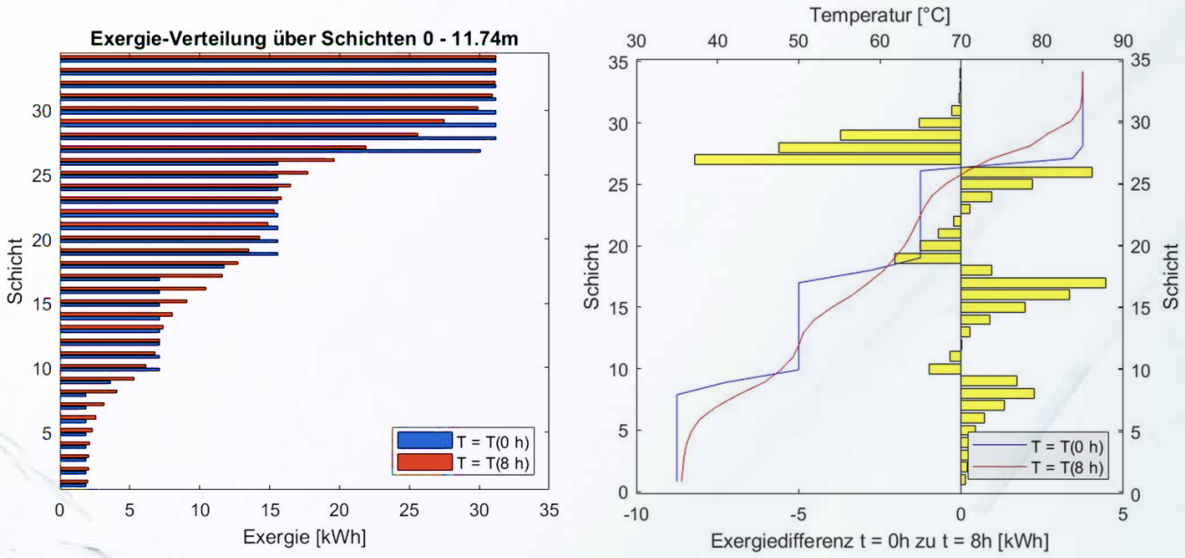


Abb. 2: Auswertung nach 8 h volatiler Beladung (bezogen auf Nutztemperatur von 20 °C): links Exergie je vertikaler Schicht über gesamte Speicherhöhe, rechts resultierende Exergie-Differenzen je Schicht inkl. 1D-Temperaturprofil