



Rheinische
Hochschule
Köln

Forschungsbericht 2023

Rheinische Hochschule Köln



Impressum

Forschungsbericht für das Jahr 2023

Herausgeber:
Rheinische Hochschule Köln gGmbH
Schaevenstraße 1 a-b
50676 Köln

Telefon: +49 221 20302-0
Telefax: +49 221 20302-6100
www.rh-koeln.de

Ansprechpartnerin:
Prof. Dr. Susanne Rosenthal
E-Mail: susanne.rosenthal@rh-koeln.de

Inhalt

| | |
|--|----|
| Vorwort | 6 |
| Projekte | |
| Projekt SUSTAIN | 8 |
| Projekt FIXUS | 9 |
| Projekt <ASTOR_ST> | 10 |
| Projekt DrAlve | 12 |
| Projekt AI Village | 13 |
| Projekt MigrAVE | 16 |
| Projekt Startup@RFH | 18 |
| Projekt RütmuS | 22 |
| Erster Tag der Forschung | 24 |
| VR-Lehrpfad Biodiversitätsstrategie – Anschlussprojekt mit RWE | 26 |
| Weiterentwicklung eines evolutionären Algorithmus für die molekulare Optimierung | 28 |
| Flexibilisierung und Digitalisierung von Produktionsprozessen | |
| Additive Fertigung in der Werkzeugtechnik | 30 |
| Werkstoff- und Prozessqualifikation in der additiven Fertigung | 32 |
| Predictive Manufacturing durch KI-basierte Verschleißanalysen | 34 |
| Materialdaten und -modelle für FEM-Simulationen von Produktionsprozessen | 35 |
| Statische und dynamische Modelle für Prozesssimulationen | 36 |

Vorwort

Das Jahr 2023 startete an unserer Hochschule mit einem Meilenstein: der Einführung eines neuen Präsidiums und damit der Berufung unserer Vizepräsidentin für Forschung und Transfer. In den ersten Monaten nach Amtsantritt lag der Fokus darauf, die formalen Abläufe in Bezug auf die Projektantragstellung und Abwicklung zu systematisieren und digitalisieren sowie die Forschungslandschaft der Rheinischen Hochschule neu zu strukturieren. Das Konzept der neuen Forschungslandschaft wurde in einem ersten Schritt erfolgreich beim Gesellschafter vorgestellt, das wir 2024 operativ umsetzen. Ziel der Neustrukturierung ist die Systematisierung von Forschung an unserem Hause sowie die Etablierung von Forschungsschwerpunkten in Form von Forschungsclustern für interne und externe Kooperationen. Im kommenden Jahr möchten wir für die operative Etablierung der Forschungscluster alle Kolleg:innen herzlich einladen, sich an der Gestaltung der Cluster zu beteiligen und diese mit ihren Projektideen mit Leben zu füllen. Insgesamt wurden im Jahr 2023 neun Drittmittelprojekte im Umfang von ca. 1 Mio. Euro an unserem Hause durchgeführt. Unter den Drittmittelprojekten befanden sich sowohl vom Bund geförderte Projekte als auch Auftrags- und Industrieprojekte. Hervorzuheben ist der Start des vom BAFA geförderten größten

Verbundprojekts in unserem Hause, dem AI Village, mit Sitz auf dem euronova Campus in Hürth mit einem Gesamtvolumen von 2,8 Mio. Euro über vier Jahre für unsere Hochschule. Forschung und Entwicklung zusammen mit unseren akademischen Verbund- und Industriepartnern sind das Fundament und das Profil unserer Hochschule. Aus ihnen leiten sich innovative und zukunftsweisende Lehrinhalte ab, sie ermöglichen unseren Studierenden frühzeitig einen Einblick in die Forschungspraxis, sie dienen der gezielten Ausbildung des zukünftigen wissenschaftlichen Nachwuchses, aber auch dem Wissenstransfer in die Industrie und Gesellschaft über die Dritte Mission. Daher stärken neben den drittmittelfinanzierten Forschungsprojekten auch Unternehmensprojekte und Forschungsarbeiten in Form von Abschluss- und kooperativen Promotionsarbeiten das Portfolio unseres Hauses. In diesem Jahr haben wir entscheidende Vorarbeiten zur Etablierung eines Promotionsprogramms über das Promotionskolleg NRW geleistet. Ab Ende des Jahres 2023 sind erstmals Einschreibungen am Promotionskolleg NRW möglich. Zukünftig werden wir für unsere wissenschaftlichen Mitarbeitenden in den Forschungsprojekten Promotionen über das PK NRW anbieten. Eine Einschreibung als

Promotionsstudierende:r an der Rheinischen Hochschule Köln ist voraussichtlich jedoch erst im Laufe des Jahres 2024 möglich. Ein besonderes Highlight des Jahres stellte der erste Tag der Forschung an unserem Hause dar. Dieser fand unter dem Motto „Innovationen präsentieren, Kompetenzen vernetzen und Visionen gestalten“ statt. Zusammen mit externen Gästen bestand die Möglichkeit, einen Einblick in unsere aktuellen Forschungs- und Projektaktivitäten zu gewinnen und in den Austausch zu treten. Bedanken möchten wir uns bei allen Kolleg:innen, wissenschaftlichen Mitarbeitenden sowie studentischen Hilfskräften, die in diesem Jahr ihre Ideen und ihren Beitrag zu den Projekten und zu diesem Forschungsbericht geleistet haben.



Prof. Dr. Claudia Bornemeyer
Präsidentin

A handwritten signature in blue ink that reads "C. Bornemeyer".



Prof. Dr. Susanne Rosenthal
Vizepräsidentin Forschung & Transfer

A handwritten signature in blue ink that reads "S. Rosenthal".

Projekt SUSTAIN

Einführung Batterielabor

Das Batterielabor wurde im Jahr 2016 von Herrn Prof. Dr.-Ing. Simon Schwunk gegründet und ist mittlerweile Teil des im Aufbau befindlichen Labors für nachhaltige Energiesysteme (LNES). Die Leitung des Batterielabors übernahm 2022 Prof. Dr.-Ing. Bugra Turan. Es wurden bereits diverse Industrie- und Studierendenprojekte in Bereichen wie der Simulation, der Algorithmenentwicklung zur Zustandsbestimmung und verschiedener Messverfahren wie der elektrochemischen Impedanzspektroskopie durchgeführt.

Forschungsbericht SUSTAIN

Seit 2022 läuft das vom BMWK finanzierte Forschungsprojekt SUSTAIN. In diesem wird ein Prototyp eines Diagnosegeräts entwickelt, mithilfe dessen gebrauchte Traktionsbatterien aus Elektrofahrzeugen hinsichtlich ihrer Eignung für Second-Life-Anwendungen und das Recycling der enthaltenen Rohstoffe analysiert werden. Zusätzlich sollen mögliche Defekte identifiziert werden, die eine erhöhte Sicherheit im Umgang mit den Batterien erfordern.

Das Projekt ist Teil der Forschung in der Schwerpunktförderung Batteriezellfertigung. In Deutschland soll ein vermehrter Fokus auf zukunftsweisende Technologien im Einklang mit nachhaltigen Konzepten zur Kreislaufwirtschaft gelegt werden. SUSTAIN liefert hierzu einen entscheidenden Beitrag. Die Diagnose alter Batteriepacks aus Elektrofahrzeugen ist bisher eine Nische. Doch bereits Ende des Jahrzehnts werden Millionen Batterien am Ende ihres ersten Lebenszyklus angelangt sein. Dabei kommt es häufig vor, dass weder der Zustand noch der genaue Typ der Batterie, also die verwendete Zellchemie, bekannt sind und diese Charakteristika zunächst identifiziert werden müssen. Die Rheinische Hochschule Köln unterstützt das Vorhaben mit der Entwicklung von Algorithmen, die im

Zusammenspiel mit Batteriemodellen den Zustand von Batterien bestimmen können. Hier kommt auch maschinelles Lernen für datengetriebene Ansätze zum Einsatz. Außerdem werden Messverfahren entwickelt, mithilfe derer die Batteriepacks in einer Zielzeit von 20 Minuten klassifiziert werden können. Hierzu gehört beispielsweise die elektrochemische Impedanzspektroskopie, die mithilfe von überlagerten Messungen für eine beschleunigte Analyse eingesetzt werden kann. Die entwickelten Verfahren werden in Zusammenarbeit mit der Hochschule Aalen einer sogenannten Post-mortem-Analyse unterzogen, bei der die Zellen geöffnet und mit diversen Materialanalysetechniken untersucht werden. So kann validiert werden, ob die entwickelten Algorithmen in der Lage sind, korrekte Aussagen über den Zustand der Batterien zu treffen.

Die Ergebnisse des Projekts wurden im Jahr 2023 auf der Konferenz Advanced Battery Power in Aachen und auf der 18th Conference on Sustainable Development of Energy, Water, and Environment Systems in Dubrovnik präsentiert. Zudem ist eine Publikation im Bereich der Batteriemodellierung im Journal of Energy Storage erschienen (<https://doi.org/10.1016/j.est.2023.107459>).

Das Projektkonsortium wird von der Ferchau Automotive GmbH geleitet. Weitere Projektpartner sind neben der RH die Hochschule Aalen, die Technische Hochschule Ingolstadt, die Accurec Recycling GmbH und die Voltavision GmbH.



Wissenschaftlicher Mitarbeiter Christopher Wett im Batterielabor der RH Köln

Projekt FIXUS

Entwicklung des Laserstrahl-Kunststoffnietprozesses für den industriellen Serieneinsatz

| | |
|-----------------------|--|
| Laufzeit | 01.08.2022 – 31.07.2023 (1. Projektjahr) |
| Projektleitung | M. Mahlberg |
| Mitarbeitende | Florian Breitwieser, Jan Gertler, Gereon Busmann, Prof. Dr. Ulrich A. Russek |

Projektbeschreibung

Zukünftige Produkte müssen Anforderungen z. B. bezüglich Leichtbaues, bedarfsorientiertem Materialeinsatz, Ressourcenschonung, Integrations- und Design-Optionen sowie der Wirtschaftlichkeit erfüllen. Dazu ist u. a. der Einsatz von Fügeverfahren erforderlich, wie z. B. dem Kunststoffnieten, das u. a. in der Elektronik-, Haushaltswaren- und Automobilindustrie Verwendung findet. Allein in der Automobilzuliefererbranche werden jährlich mehrere Milliarden Kunststoffnietungen hergestellt.

Im Gegensatz zu den technisch und wirtschaftlich ausgereizten konventionellen Kunststoffnietprozessen, wie z. B. Heißstempel-, Ultraschall- und Warmgasnieten, erlaubt der innovative an der Rheinischen Hochschule Köln entwickelte Prozess des Laserstrahl-Kunststoffnietens grundsätzlich eine berührungslose, zeitlich-lokal definierte Energieeinbringung durch Strahlungsabsorption. Dies ermöglicht hohe Energiewirkungsgrade, kurze Prozesszeiten sowie geringe thermische und mechanische Belastungen der Bauelemente.

Aufgrund dieser Aspekte besteht hohes industrielles Interesse, das Laserstrahl-Kunststoffnieten zeitnah in der industriellen Serienfertigung einzusetzen. Dazu bedarf es zahlreicher ingenieurtechnischer (Vor-)Arbeiten, Entwicklungen und Optimierungen zur Schaffung sowohl eines grundlegenden Prozessverständnisses als auch serientechnisch umsetzbarer Prozessführungsstrategien.

Erzielte Meilensteine in 2022/23

- Literatur- und Schutzrechtrecherche
- Konkretisierung des Anforderungsprofils und der Werkstoffauswahl
- Probekörper-Definition und -Herstellung

- optische Charakterisierung der Probekörper
- Orientierungsversuche und systematische Experimente
- plastographische Charakterisierung der Wärmeeinflusszonen
- erste Konzepte für ein Lasernietwerkzeug

Experimenteller Stand

Auf dem Labormaßstab ist es möglich, im einstufigen Prozess, ohne Nietstempelanhaltungen, Lunker, Anbindungsfehler oder thermische Zersetzung verschiedene thermoplastische Nietschäfte mit einem Durchmesser von 3,8 mm in Prozesszeiten < 5 s mit einem Freiformkopf zu versehen, der bei reiner Zugbelastung dieser standhält, wobei der Nietschaft bei Zugkräften um 500 N mit einer Standardabweichung < 5 % zerstört wird. Ferner sind die laserstrahlgestützt erzeugten Nietschließköpfe klapperfrei und weisen keine Schmelzaustritte auf.

Konferenzbesuche

DVS CONGRESS (Große Schweißtechnische Tagung GST), 19. bis 21. Sept. 2022, Koblenz

Veröffentlichungen

Konferenzunterlagen DVS CONGRESS (Große Schweißtechnische Tagung GST) 19. bis 21. September 2022, Koblenz
Das LaborLaserTechnik LLT der RH präsentierte auf dem DVS CONGRESS (Große Schweißtechnische Tagung GST) vom 19. bis 21. September 2022 in der Rhein-Mosel-Halle in Koblenz u. a. den Fachvortrag von Herrn Marcel Mahlberg: Laserstrahl-Kunststoffnieten – Prozessgrundlagen

Autoren: Marcel Mahlberg, Christian König, Jan Gertler, Prof. Dr. Ulrich A. Russek

Projekt <ASTOR_ST>

Automatisierung Solar-Thermochemischer Kreisprozesse zur Reduzierung von Wasserstoffgestehungskosten auf einem Solarturm



EUROPEAN UNION
Investing in our Future
European Regional
Development Fund



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

| | |
|-----------------------|--|
| Laufzeit | 01.01.2020 – 30.06.2023 |
| Fördergeber | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung, LeitmarktAgentur.NRW |
| Förderprogramm | Klimaschutzwettbewerb „EnergieSystemWandel.NRW“ |
| Fördersumme | 1,1 Mio. EUR gesamt, davon 310.000 EUR für RH |
| Projektleitung | Jörg Lampe |
| Mitarbeitende | Steffen Menz, Duilio Costa, Sören Henke, Johann Krause, Christopher Wett |
| Projektpartner | Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Stausberg & Vosding |

Kurze Projektbeschreibung

Im Projekt Astor_ST geht es um die Demonstration der grünen, direkten, thermochemischen Wasserstoffherstellung in einem 250-kW-Reaktor auf einem Solarturm. „Grün“ bezieht sich dabei auf die Sonne als eingesetzte Energiequelle. Die direkte, thermochemische Wasserstoffherstellung funktioniert mittels der Spaltung von Wasser, ohne den Umwandlungsschritt von Solarenergie zu Strom. Dafür steht „direkt“. „Thermochemisch“ bedeutet in dem Fall, dass Wasserdampf mithilfe eines metallischen Katalysators, und zwar in diesem Projekt mittels Ceriumoxid, in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt wird. Die Umsetzung dieses Verfahrens im 250-kW-Maßstab ist bisher nur sehr wenig untersucht. Es bietet jedoch enormes Potenzial, so lassen sich damit doppelt so hohe Effizienzen erreichen im Vergleich zur klassischen PV-Elektrolyse, zumindest theoretisch.

Fokus in diesem Projekt für die Rheinische Hochschule Köln war die Entwicklung und Umsetzung von effizienten Steuerungs- und Regelstrategien, einschließlich der Implementierung in Echtzeit laufender virtueller Reaktormodelle, sowie die Untersuchung von Energieflüssen und die Optimierung der Betriebsstrategie für einen vollautomatisierten Prozess auf dem Solarturm in Jülich.

Erzielte Meilensteine in 2023

2023 wurden hauptsächlich die Themen echtzeitfähige Modelle sowie Hardware-in-the-Loop-Tests durchgeführt und abgeschlossen. Daneben wurde das komplette Projekt erfolgreich beendet und es wurden einige Publikationen dazu fertiggestellt bzw. sind noch in Vorbereitung als Nachlese. Kurz vor Weihnachten verteidigte der langjährige wissenschaftliche Mitarbeiter des Projekts, Hr. Steffen Menz, seine Dissertation und darf sich somit bald Dr.-Ing. nennen.

Konferenzbesuche

Innerhalb des Astor_ST-Projektes wurden folgende Konferenzen/Seminare besucht und dort mindestens ein Vortrag gehalten:

- 18th SDEWES conference, 24.–29.9.2023, Dubrovnik, Kroatien.
- 4th Doctoral Colloquium and Summer School of SFERA-III, SOLLAB 2023, 15.9.2023, Köln/Porz.
- RH Tag der Forschung, 9.9.2023, Köln.
- Umweltringvorlesung an der TH Köln, 19.4.2023, online.
- Wissenschaft im Rathaus, Kölner Wissenschaftsrunde, 27.3.2023, Köln.
- RFH Talking Forum, 18.11.2022, Köln.
- 17th SDEWES conference, 6.–10.11.2022, Paphos, Zypern.

- Huckauf Veranstaltungsreihe „Wasserstoff im Dialog“, 9.–11.11.2021, online.
- VDI Netzwerk Sessions des Landesverbandes NRW, Fokusthema 1,5 Grad Innovationen.Energie.Klima, 28.10.2021, online.
- VDI Kölner Bezirksverein, Fokusthema 1,5 Grad Innovationen.Energie.Klima, 22.6.2021, online.

Veröffentlichungen

[1] J. Lampe, S. Menz, K. Akinci, K. Böhm, T. Seeger, T. Fend. Optimizing the operational strategy of a solar-driven reactor for thermochemical hydrogen production. *Intern. J. Hydrogen Energy*, 47/32: 14453 – 14468, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.02.193>.

[2] S. Menz, J. Lampe, J. Krause T. Fend, T. Seeger. Holistic energy flow analysis of a solar driven thermo-chemical reactor set-up for sustainable hydrogen production. *Renewable Energy*, 189: 1358 – 1374, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.03.033>.

[3] V. K. Thanda, T. Fend, D. Laaber, A. Lidor, H. von Storch, J. P. Säck, J. Hertel, J. Lampe, S. Menz, G. Piesche, S. Berger, S. Lorentzou, A. Gonzales, A. Vidal, M. Roeb, C. Sattler. Experimental Investigation of the Applicability of a 250 kW Ceria Receiver/Reactor for Solar Thermochemical Hydrogen Generation. *Renewable Energy*, 198: 389–398, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.08.010>.

[4] J. Lampe, S. Menz. Optimized operational strategy of a solar reactor for thermochemical hydrogen generation. *Optimization and Engineering* (2023). <https://doi.org/10.1007/s11081-023-09855-3>.

[5] S. Menz, J. Lampe, S. Henke, T. Seeger. Physical system behavior and energy flow analysis of a solar driven hydrogen production plant based on two-step thermochemical redox cycles. *Intern. J. Hydrogen Energy*, 48/96: 37564–37578, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.06.112>.

[6] J. Lampe und B. Czikowsky. Wasser ist die Kohle der Zukunft, Regenerative und nachhaltige Wasserstoffproduktion. *Vorsprung, Hochschulmagazin RFH Köln*, 1: 46–55, 2020.

[7] J. Lampe. Grün, grüner, Wasserstoff. So revolutioniert die RFH Köln die Zukunft der Energieversorgung, *UNGLAUBLICH WICHTIG IN NRW – 50 Jahre Hochschulen für Angewandte Wissenschaften, Titelstory*, www.nrw.un glaublich-wichtig.de, 2021.

[8] J. Lampe. Regenerative und nachhaltige Wasserstoffproduktion. *Wissen-scha(f)ft Chancen, Hochschulmagazin RFH Köln*, 1: 28–31, 2023.

[9] J. Lampe. Nachhaltiger Wasserstoff – Solar-thermochemische Kreisprozesse. *hn21 Journal*, Hochschulnetzwerk NRW, p. 1, 2023.

[10] S. Menz. Modellierung, Energieflussanalyse und Prozessoptimierung eines solarthermischen Reaktors zur regenerativen Erzeugung von Wasserstoff, Doktorarbeit, Uni Siegen, 2023.



Konferenz in Zypern

Projekt DrAlve

KI-basierte Fahrerzustandserkennung im Kontext von Übergabesituationen des (teil)autonomen Fahrens: Entwicklung eines Audio-Video-basierten Fahrerassistenzsystems zur Detektion und Prognose sicherheitskritischer „Driver Readiness“



| | |
|-----------------------|--|
| Laufzeit | 01.06.2021 – 31.05.2024 |
| Fördergeber | Bundesministerium für Bildung und Forschung – BMBF |
| Förderprogramm | KMU-innovativ |
| Fördersumme | 324.476,06 EUR inkl. Projektpauschale |
| Projektleitung | Dr. Dunja Storch |
| Mitarbeitende | Laurin Epping, Dimana Balcheva, Julian Schanowski |
| Projektpartner | CanControls GmbH, Institut für experimentelle Psychophysiologie GmbH |

Projektbeschreibung

Im Projekt DrAlve wird ein KI-basiertes Fahrerassistenzsystem entwickelt, um die Bereitschaft von Fahrern in Übergabesituationen des (teil)autonomen Fahrens sicherzustellen und somit eine sichere Übergabe der Fahrzeugkontrolle vom Fahrzeug zur Person am Steuer und umgekehrt zu gewährleisten. Zu diesem Zweck ermittelt ein video- und audio-gestütztes Fahrerassistenzsystem den Zustand der Person am Steuer (z. B. Ablenkung, Verunsicherung, Schmerz) sowie die Fahrzeuginnenraum-Aktivität. Detektiert wird der Fahrerzustand über u. a. Mimik- und Lid-bewegungserkennung, videobasierte Herzraternerkennung, neurophonetische Stimmanalyse und Postur sowie Sitzposition. Zum Zweck der Modellentwicklung werden kognitive, emotionale und physische Parameter sowie Ablenkungsreize im Fahrzeuginnenraum in einer Labor- sowie in einer Test-Trackstudie (im Realfahrzeug) erhoben und analysiert. Die Rheinische Hochschule Köln ist im Rahmen des Projekts zum einen an der Entwicklung des Audiomoduls beteiligt. Die Stimmsignalanalyse soll den emotionalen Zustand des Fahrers anhand akustischer Merkmale wie z. B. Intonation, Frequenz, Artikulation erkennen. Das Audiomodul soll nach Entwicklung mit den Videomodulen (Partnerentwicklungen) zu einem Gesamtsystem fusioniert sowie hinsichtlich der Funktionalität, Nutzerakzeptanz und Nutzererfahrung durch die RH evaluiert werden.

Erzielte Meilensteine in 2023

Im Jahr 2023 wurde vor allem am Datenrecording im Realfahrzeug, an der Qualitätsprüfung und Bereinigung sowie an der Entwicklung einer ersten prototypischen Version des Audio- und Video-Fahrerzustandserkennungssystems gearbeitet.

- Abgeschlossene Datenerhebung im experimentellen Test-Track-Setting (Realfahrzeug)
- Fertiggestellte und qualitätsgeprüfte Audio-Datenkorpora im Realfahrzeug von 51 Teilnehmenden
- Aufbereitete Zusatz-Datenkorpora (Audio) Fahrerzustandserkennung

Konferenzbesuche

Am 21. und 22. November 2023 wurde das DrAlve-Projekt an der „Mittelstandskonferenz 2023 – KMU stärken durch digitale Innovationen“ vorgestellt. Es wurde ein Poster mit dem Titel „KI-basierte Fahrerzustandserkennung im Kontext von Übergabesituationen des (teil-)autonomen Fahrens: Entwicklung eines Audio-Video-basierten Fahrerassistenzsystems zur Detektion und Prognose sicherheitskritischer ‚Driver Readiness‘“ präsentiert.

Veröffentlichungen

Im Jahr 2023 wurden keine Veröffentlichungen vorgenommen.

Projekt AI Village

Aufbau eines Innovationscampus für Künstliche Intelligenz



| | |
|-----------------------|---|
| Laufzeit | 2023–2027 |
| Fördergeber | Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz |
| Förderprogramm | Strukturwandel Rheinisches Revier |
| Fördersumme | 2.529.244,77 EUR |
| Projektleitung | Prof. Dr. Harald Stoffels |
| Mitarbeitende | Prof. Dr. Susanne Rosenthal, Prof. Dr.-Ing. Benedikt Thimm, Prof. Dr.-Ing. Tobias Schwanekamp, B.Eng Madhuri Thamma, B.Eng Niklas Lohmar, cand. B.Eng Kevin Ehlert, cand. B.Eng Andrej Milos, Nicole Zemmin |
| Projektpartner | KI Bundesverband, Stadt Hürth, FhG IAIS, FhG FIT |

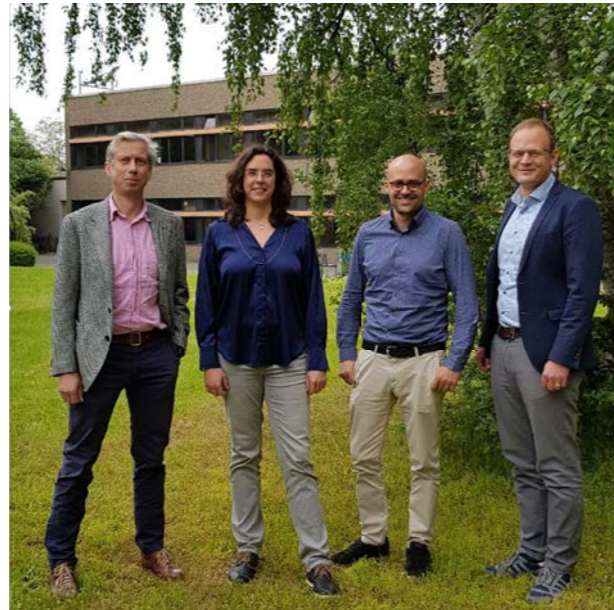


Projektbeschreibung

Ziel des AI Village ist es, eine einzigartige Begegnungsstätte für Vertreter:innen der Wirtschaft, Industrie, Forschung, Bildung und Gesellschaft zum Thema künstliche Intelligenz zu schaffen und erlebbar zu machen. Es soll KI-Entwicklungen für spezifische Anwendungen fördern und aktuelle sowie zukünftige Fachkräfte auf ein Arbeitsumfeld mit KI-Anwendungen durch Aus- und Weiterbildungen vorbereiten. Das AI Village in Hürth liegt am Tor zum Rheinischen Revier und bietet Schlüsselpersonen der Wirtschaft die Möglichkeit, mit dem Thema KI erstmalig in Kontakt zu treten oder aber auch die eigenen Erfahrungen auszubauen, so z. B. KI mithilfe von innovativen Start-ups und Expert:innen aus Forschung und Entwicklung in ihre bestehenden und neuartigen Geschäftsmodelle im Unternehmen zu implementieren. Durch die Vernetzung von Schlüsselpersonen aus Bildung, Forschung und Wirtschaft im AI Village sowie mittels spezifischer Transferangebote zur branchenübergreifenden Zusammenarbeit werden Impulse für innovative Produktentwicklung sowie die Entwicklung neuer Wertschöpfungsketten und Geschäftsmodelle gesetzt. Ein wesentlicher Bestandteil des Exzellenzstandorts ist der offen gestaltete Wissenstransfer.

Die Struktur des AI Village eröffnet einen Gestaltungsort für KI-Technologie, in dem praxisnahe Aus- und Weiterbildung für alle Berufsgruppen aktiv gelebt wird. Beschäftigte der vom Strukturwandel im Rheinischen Revier betroffenen Branchen sollen so für die Tätigkeit in neuen, zukunftssträchtigen Berufsfeldern qualifiziert werden. Neben bedarfsorientierten Angeboten für Berufseinsteiger und -erfahrene sowie für Studierende bieten frei zugängliche Erlebnisflächen und Showrooms Demonstratoren und Prototypen zum Erleben von künstlicher Intelligenz. Niedrigschwellige Informations- und Bildungsangebote für alle Interessierten untermauern die Bestrebungen für einen breit angelegten Strukturwandel.

Die Rheinische Hochschule Köln hat hierbei eine Schlüsselrolle in der akademischen Weiterbildung & Qualifikation: Schwerpunktmäßig im Fachbereich Ingenieurwesen an der RH Köln angesiedelt, sollen im Rahmen der akademischen Weiterqualifizierung vertiefendes Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten in Potenzialanalyse, Konzeption, Steuerung, Wartung und Weiterentwicklung von intelligenten digitalen Produktionstechnologien, Softwareentwicklung und praktische Kompetenzen in der Sensordatenanalyse für die Optimierung der Prozesse und Fehlerreduktion auf akademischem Niveau erworben werden können. Dazu wird ein modularer und projektbasierter didaktischer Ansatz anhand realer Anwendungsszenarien für den Kompetenzerwerb im Vordergrund stehen. Es ist geplant, dass das Programm mit einem CAS (Certificate of Advanced Studies, i. e. 10 ECTS) oder DAS (Diploma of Advanced Studies, i. e. 30 ECTS) abgeschlossen werden kann, was eine internationale Anerkennung der an der RH Köln erworbenen Kenntnisse sicherstellt. Durchführungsorte der Bildungsmaßnahmen sind schwerpunktmäßig im AI Village auf dem euronova-Campus in Hürth sowie an der RH Köln auf dem Campus Vogelsanger Straße in Köln.



Das Startteam des Projektes AI-Village an der RH Köln im April 2023



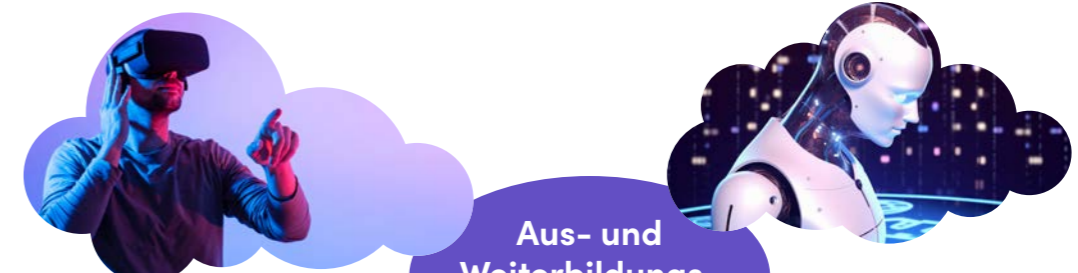
Letzte Vorbereitungen für die Nacht der Technik im Juni 2023

Einige Eckdaten aus 2023

- Juni 2023: Teilnahme an der „Nacht der Technik“ des VDI in Hürth
- August 2023: Kick-off-Meeting des Konsortiums im AI Village auf dem euronova Campus, Hürth
- Oktober 2023: „Meet a Scientist“ – niederschwelliges Angebot der RH für die Industrie des Rheinischen Reviers zur ersten Kontaktaufnahme und Generierung möglicher Projekte. Dieses Format soll regelmäßig wiederholt werden, um den Kontakt mit interessierten Unternehmen herzustellen bzw. zu konsolidieren.
- Dezember 2023: TalkING Forum im Fachbereich Ingenieurwesen an der RH unter dem Titel „Konzept eines Wissenstransfers zur Digitalen Produktion“ durch Harald Stoffels, Tobias Schwanekamp und Benedikt Thimm.



Meet a Scientist an der RH Köln



VR & AR Workshops/Seminare (Zertifikat):

- VR operated virtual twin
- Virtual Tours, Virtual Environment als Lern- und Informationsumgebung

KI & Data Science Workshops/ Seminare (Zertifikat):

- Business Intelligence und Analytics mit Python
- KI/ML für Start Ups
- ML für Digitale Transformation

Aus- und Weiterbildungsportfolio

„Digitale Produktion“ Konzept:

- Entwicklung und Aufbau einer Demonstrationswerkstatt
- Anbindung von Forschungsprojekten
- Interne und externe Aus- und Weiterbildungsangebote

Projekt MigrAVE

Multilinguales Online-Lernportal und transkultureller Roboter-Lernassistent für Autismus-Spektrum-Störungen: Ausbau von sozio-emotionalen und lebenspraktischen Fertigkeiten von Kindern im Migrationskontext



| | |
|-----------------------|--|
| Laufzeit | 01.10.2020 bis 31.12.2023 |
| Fördergeber | Bundesministerium für Bildung und Forschung – BMBF |
| Förderprogramm | Forschung an Fachhochschulen – FH-Sozial |
| Fördersumme | 459.470,40 EUR inkl. Projektpauschale |
| Projektleitung | Dr. Dunja Storch |
| Mitarbeitende | Laurin Epping, Dimana Balcheva, Julian Schanowski |
| Projektpartner | Fachhochschule Münster, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg |

Projektbeschreibung

Das zentrale Ziel des Forschungsprojektes MigrAVE liegt in der Entwicklung eines Roboter-Lernassistenten zum Erlernen von emotionalen, sozial-interaktiven und lebenspraktischen Basisfertigkeiten von Kindern mit Autismus-Spektrum-Störung (ASS). Der Roboter-Lernassistent kann verhaltenstherapeutische Lernübungen spielerisch initiieren, aufrechterhalten und verstärken. Darüber hinaus verfügt er über ein Engagement-Detektions-Modul, das den Aufmerksamkeitszustand des Kindes durch videobasierte Verhaltensmerkmale (z. B. Blickrichtung, Mimik) erkennen kann und bei Ablenkung durch verschiedene Coping-Interaktionen die Aufmerksamkeit wiederherstellen kann. Neben dem Roboter-Lernassistent soll ein multilinguales Online-Informationssystem für Eltern und Betreuungspersonen von Kindern, die mit einer ASS diagnostiziert

wurden, entwickelt werden. Das Informationsportal vermittelt wissenschaftlich fundierte Informationen rund um das Thema ASS, sowie Lern- und Arbeitsmaterialien und weitere pädagogische Inhalte. Die Rheinische Hochschule ist für die Entwicklung und das Design der Online-Portalarchitektur zuständig und entwickelt zudem das Engagement-Detektions-Modul. Darüber hinaus werden im letzten Schritt die entwickelten Systeme evaluiert und auf Basis der Ergebnisse finden Redesign- und Verfeinerungsarbeiten statt. Kinder mit ASS benötigen eine intensive und repetitive therapeutische Begleitung sowie hohe Unterstützung im Alltag. Die entwickelten Technologien sollen Fachkräfte und Familien insbesondere mit Migrationshintergrund in ihrem Alltag entlasten.

Erzielte Meilensteine in 2023

Zum 31.12.2023 wurde das Projekt nach einer dreimonatigen kostenneutralen Laufzeitverlängerung abgeschlossen. Die zentralen Arbeiten und Meilensteine im Laufe des Jahres sind die folgenden:

- Finale und validierte Prototyp-Generation Online-Informationssystem
- Durchgeführte Feldevaluation der Plattform mit 8 Teilnehmenden (5 Therapierende und 3 Elternteile)
- Finale, verbesserte Version der Plattform, zu erreichen unter: <https://migrave.de>
- Finale und validierte Prototyp-Generation des Roboter-Lernassistenten
- Entwickeltes KI-basiertes Engagement-Erkennungs-System
- Durchgeführte Feldevaluation des Roboters mit 22 Kindern mit ASS; Interviews mit 19 Elternteilen
- Finale, verbesserte Version des Roboter-Lernassistenten
- Finale Online-Gesamtevaluation und Projektabschluss

Konferenzbesuche

Am 17.03.2023 hat die Rheinische Hochschule Köln zusammen mit den Projektpartnern von Fachhochschule Münster und Hochschule Bonn-Rhein-Sieg an der Konferenz WTAS 2023 (14. Wissenschaftliche Tagung Autismus-Spektrum) in Freiburg teilgenommen. Ein Vortrag mit dem Titel „Assistenzroboter zur Unterstützung autistischer Kinder: Lern-datenerhebung zur Entwicklung von Coping Reaktionen für ein KI-basiertes Zustands-erkennungssystem auf der Basis von Blickrichtung und Gesichtsmerkmalen“ wurde gehalten.

Veröffentlichungen

Im Jahr 2023 wurde an einer gemeinsamen Veröffentlichung aller Projektpartner mit den wichtigsten Projektergebnissen gearbeitet. Dadurch, dass die finalen Ergebnisse erst gegen Ende des Jahres vorlagen, ist der Beitrag noch in Bearbeitung und wird voraussichtlich im Jahr 2024 eingereicht.

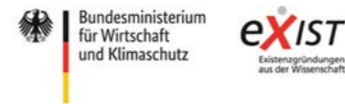


Das MigrAVE-Team

Projekt Startup@RFH

Langtitel Projekt: Verbundprojekt »Fit for Invest«

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

| | |
|-----------------------|---|
| Laufzeit | 01.04.2023–31.03.2024 (kostenneutrale Verlängerung bis 31.12.2024) |
| Fördergeber | Projektträger Jülich |
| Förderprogramm | EXIST – Existenzgründungen aus der Wissenschaft |
| Fördersumme | 894.319,53 EUR |
| Projektleitung | Prof. Dr. Kai Buehler |
| Mitarbeitende | Alina Ley |
| Projektpartner | Fit for Invest Verbundprojekt mit der TH Köln, Universität zu Köln und Deutsche Sporthochschule Köln |

Projektbeschreibung

Im Rahmen des gemeinsamen Verbundprojekts »Fit for Invest« mit der Universität Köln, TH Köln und der Deutschen Sporthochschule hat die Rheinische Hochschule in den letzten Förderjahren die Open Innovation Plattform „project cologne“ erfolgreich aufgebaut, bei der Studierende aller Fachbereiche und Hochschulen an digitalen Fragestellungen mit etablierten Unternehmen aus der Region arbeiten. Hierbei werden Studierende frühzeitig in die Start-up-Welt eingeführt und entwerfen mithilfe von Unternehmensmentor:innen erste Gründungs-ideen. Diese Open Innovation Challenges finden jedes Semester statt und bieten Studierenden die Möglichkeit, sich über einen Zeitraum von 3–4 Monaten mit konkreten Problemstellungen der Unternehmen auseinanderzusetzen. Während der Challenge-Phasen arbeiten die Studierenden im engen Austausch mit Mentor:innen und profitieren vom Fachwissen der Unternehmenspartner als auch von der Hilfestellung rund um Geschäfts- und Vermarktungsmodelle durch das project-cologne-Team. Im finalen Pitch-Event stellt sodann jedes Team seine Lösungen in Form von Konzepten, App-Entwicklungen, Wireframes oder ausgearbeiteten Geschäftsmodellen vor und wird anschließend von einer Fachjury beurteilt.

Erzielte Meilensteine in 2023

Im Jahr 2023 konnte das Team von project cologne, bestehend aus Prof. Dr. Kai Buehler und Alina Ley, wieder zwei erfolgreiche Challenges zu den Themen Sporttech und Insurtech organisieren und durchführen.

Sporttech Challenge im Wintersemester 2022/2023

Bereits 2022 konnte das Team den Schweizer Sportartikelhersteller On für eine gemeinsame Challenge zum Thema Sporttech gewinnen. Nach vier Monaten intensiver Arbeit präsentierten die Teilnehmenden der Movement RevolutiOn Challenge ihre innovativen Lösungen zu neuen Technologien, Produkten und Services rund um das Thema Sporttech im Finale. Um dies zu erreichen, entwickelten neun Teams mit interdisziplinärem Hintergrund hochinnovative Geschäftsmodelle und Prototypen. Unterstützung erhielten sie von Expert:innen von On und in mehreren begleitenden Workshops. Beim abschließenden Pitch-Event am 31. März 2023 in Zürich hatten alle Teilnehmenden die Möglichkeit, einen Rundgang durch die On-Büros zu machen und mit einem der On-Gründer, Olivier Bernhard, zu sprechen. Für die Teilnehmenden war dieses Finale in Zürich ein Highlight und ein toller Abschluss für eine erfolgreiche englischsprachige Challenge.



Kick-Off zur Challenge mit ON

Insurtech Challenge im Sommersemester 2023

Gemeinsam mit dem InsurLab Germany wurden im Sommersemester Studierende zur Insurance Innovation Challenge eingeladen. Das InsurLab Germany ist Deutschlands wegweisende Branchenplattform, die Versicherungsunternehmen, Technologieanbieter, Beratungsunternehmen, Universitäten und öffentliche Einrichtungen mit innovativen Start-ups und Scale-ups zusammenbringt. Die Versicherungswirtschaft ist ein interessanter Arbeitgeber und ideales Umfeld für eigene Gründungen. Nachhaltige Transformation und Digitalisierung sind die Top-Themen dieser Branche. Vier aktuelle Themen standen bei der Challenge im Fokus: „GenZ und Versicherungen“, „Health & Well-being“, „Versicherungen als digitaler Begleiter im Alltag“ und „Technology meets Insurance“. Nach dem Kick-off am 27. April, bei der die Akteur:innen der Versicherungswirtschaft die Challenge-Themen vorstellten, hatten Kölner Studierende bis September Zeit, ihre innovativen Ideen mit Start-up-Potenzial – begleitet von versierten Mentor:innen,

Coachings und Workshops – zu entwickeln. Beim finalen Pitch-Event am 14. September wurden die überzeugenden Lösungen der Studierenden der InsurLab-Jury vorgestellt, und die drei Top-Teams wurden mit insgesamt 10.000 Euro prämiert. Dabei äußerten viele der InsurLab-Teilnehmenden den Wunsch, auch zukünftig mit den Studierenden-Teams weiterzuarbeiten, um die Konzepte einer größeren Anwendungsgruppe zugänglich zu machen und die präsentierten Ideen zur Marktreife zu bringen.

**Neue Challenge im Wintersemester:
Future Veedel**

Zum Wintersemester startet das project-cologne-Team die neue Future Veedel Challenge: Gesucht werden Konzepte, Ideen und Lösungen, um die Stadt Köln klimaneutral zu machen. Klimaneutralität ist eine unabdingbare Notwendigkeit und Köln hat mit seinem Klimaneutralitätsziel einen wichtigen Weg eingeschlagen, um bis 2035 klimaneutral zu werden. Vor diesem Hintergrund sind Kölner Studierende angehalten, Wege zu finden, die Quartiere (Veedel) unserer Stadt zukünftig besser im Einklang mit der Umwelt und den Bedürfnissen ihrer Bewohnenden zu gestalten.

Auch hierfür stehen wieder renommierte Partner parat: GAG Immobilien, RheinEnergie und KölnBusiness Wirtschaftsförderung GmbH. Gemeinsam suchen sie jetzt Kölner Studierende, die unterstützt von erfahrenen Mentor:innen, Coachings und Workshops zukunftsweisende Ideen mit Start-up-Potenzial ausarbeiten und vor einer Jury pitchten.

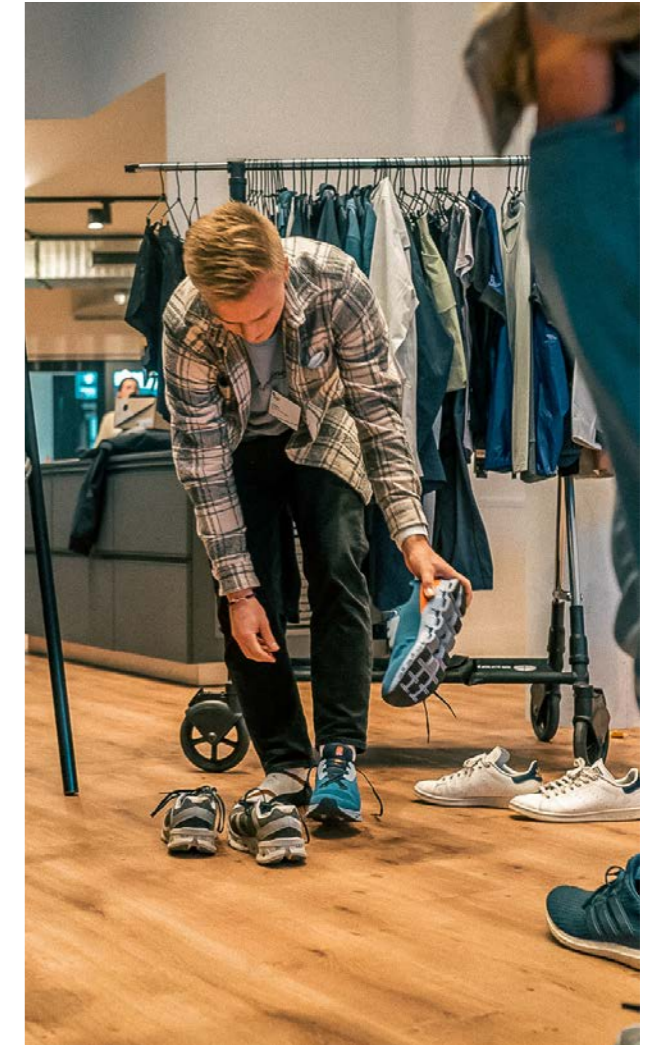
Mit der Future Veedel Challenge richtet sich der Fokus auf vier Schlüsselbereiche: beschleunigte Wärmewende, Nachbarschaftsprojekte, innovative Energiekonzepte und nachhaltige Finanzierungslösungen.

Konferenzbesuche

Im Jahr 2023 konnte das Startup@RFH-Team zahlreiche Events und Konferenzen gemeinsam mit seinen Start-up-Partnern besuchen. So war das Team unter anderem bei themenrelevanten Events in Köln wie der Start-up-Messe RHIVE, die vom Entrepreneurs Club Cologne federführend organisiert wird und vom Verbund mitgesponsert wurde, oder auf dem international bekannten Pirate Summit vor Ort. Daneben besuchten Teammitglieder die Messe der Zukunft in München und den Web Summit in Lissabon, um auch bundesweite und internationale Partner für die Open Innovation Plattform project-cologne zu akquirieren und mögliche Folgeanträge mit Partnern zu koordinieren. Im Rahmen des Verbunds mit den anderen Kölner Hochschulen wurden zudem sogenannte Dock-on-Formate mit Partnern besucht, u. a. die Cologne Masterclass oder die Cologne Investor Events.

Veröffentlichungen

Auch im Jahr 2023 ergaben sich wieder zahlreiche Presseberichte für das Verbundprojekt. Für die Insurtech Challenge gab die Rheinische Hochschule mit ihrem Partner InsurLab Germany eine gemeinsame Pressemitteilung heraus, die in der Versicherungsfachpresse aufgenommen wurde. Weiterhin wurden zahlreiche Social-Media-Posts mit Unternehmens- und Kooperationspartnern wie der Rheinenergie, On Running, Köln-Business, Zürich Versicherung, GAG, etc. herausgegeben, woraus sich über 100.000 Social-Media-Kontakte in den letzten beiden Semestern ergab.



Kick-Off zur Challenge mit ON

»Fit for Invest« Events

Dock-on-Formate mit Partnern mit hoher Reichweite wurden durchgeführt und weitere Veranstaltungen sind geplant. Diese Kooperationen haben einen großen, positiven Hebel für das Kölner Gründungsökosystem.

| | |
|--|--|
| <p>Hochkarätige Dock-on-Veranstaltung am Pirate Summit mit Investors Lunch: Ökosystem-Vorstellung von Fit for Invest und KölnBusiness</p> <p>Artikel PIRATE 2021 Artikel PIRATE 2022 Artikel PIRATE 2023</p> | <p>Interviewreihe „Auf ein Kränzchen“ mit hochkarätigen Partnern (Stadt Köln, BAND, Neoteq, Finalist Gründerpreis / EXIST-Stipendiat SoSafe)</p> <p>zum Nachlesen YouTube</p> |
| <p>»Fit for Invest« der Kölner Hochschulen beim Deutschen Business Angel Tag</p> <p>Artikel BAND Tag 2021 Artikel BAND Tag 2022</p> | <p>Cologne Masterclass: Clusterbildende Kooperation von »Fit for Invest«, KölnBusiness und Partnern</p> <p>Matching Day 2021 Kick-Off 2022 Matching Day 2022 Website Cologne Masterclass</p> |
| <p>TH Köln mit Beiträgen beim HM E'ship Summit 5G Co-Creation Lab: Beispiel für Co-Creation und Transfer der Kölner Hochschulen</p> <p>Artikel E'ship Summit</p> | <p>zum Guide (wird zur Zeit aktualisiert und durch weitere Investoren ergänzt)</p> |

Pressespiegel (VI)

»Fit for Invest« schafft viel mediale Resonanz über Presse, Webseiten und Social Media. Der Arbeitskreis Marketing und Kommunikation und die hohe Reichweite der Hochschulen und Partner machen »Fit for Invest« an den richtigen Stellen zur richtigen Zeit sichtbar. Noch mehr Veröffentlichungen finden Sie auf den Webseiten der Verbundhochschulen

Projekt RütmuS

Rückentherapie mit multimodaler Schmerztherapie



| | |
|-----------------------|---|
| Laufzeit | 01.07.2018 – 30.06.2022 (Abschlussbericht eingereicht) |
| Fördergeber | Innovationsausschuss beim Gemeinsamen Bundesausschuss |
| Förderprogramm | Innovationsfonds zur Förderung von Versorgungsforschung |
| | Förderkennzeichen 01VSF17003 |
| Fördersumme | 867.240,00 EUR |
| Projektleitung | Prof. Dr. Rainer Riedel |
| Mitarbeitende | Dr. Vanessa Jakob, Prof. Dr. Maria Wittmann, Prof. Dr. Katharina Zaglauer, wissenschaftliche Mitarbeitende IMÖV |
| Projektpartner | medicoreha Dr. Welsink Rehabilitation GmbH, BARMER |

Projektbeschreibung

Unter chronischen Rückenschmerzen leiden 15,5 Prozent der befragten Personen nach einer RKI-Studie 2021 in Deutschland. Diese Krankheit schränkt die Lebensqualität ein, bedingt Arbeitsunfähigkeiten und verursacht hohe Gesundheitsausgaben sowie volkswirtschaftliche Folgekosten.

Im Rahmen der RütmuS-Studie wurde ein ambulantes multimodales Therapiesetting für chronische Rückenschmerzpatienten auf eine mögliche therapeutische sowie medizinökonomische Überlegenheit gegenüber der Regelversorgung evaluiert. Das ambulante multimodale Therapiesetting konnten BARMER-Versicherte mit chronischen Rückenschmerzen im Rahmen eines Selektivvertrages therapeutisch in Anspruch nehmen. Die Behandlungsergebnisse der BARMER-Versicherten innerhalb des Selektivvertrages wurden in zwei Studienarmen (retrospektiver und prospektiver Arm) evaluiert. Im retrospektiven Studienarm wurden die

Therapiedaten der medicoreha Dr. Welsink Rehabilitation GmbH der mit der ambulanten multimodalen Schmerztherapie behandelten Patient:innen (2010 bis 2016) auf der Basis der dokumentierten Daten aus Behandlungsakten erhoben und ausgewertet. Die Zielsetzung bestand darin, zu prüfen, inwieweit sich Belege für eine Wirksamkeit dieses ambulanten Therapiesettings auf dieser Datenbasis abbilden ließen. Im prospektiven Studienarm wurden BARMER-Versicherte, die im Zeitraum zwischen 2019 und 2021 innerhalb dieses Selektivvertrages behandelt wurden, der Interventionsgruppe zugeordnet. Während dieses Studienzeitraums wurden ebenfalls BARMER-Versicherte mit chronischen Rückenschmerzen für eine Kontrollgruppe rekrutiert. Diese Teilnehmenden der Kontrollgruppe wurden nach der Regelversorgung behandelt. Der Evaluationszeitraum betrug ab dem Zeitpunkt der ersten therapeutischen Intervention ein Jahr.

Wesentliche Projektergebnisse (retrospektive Studie)

Der primäre Endpunkt der retrospektiven Studie basierte auf der Selbstausskunft der Patient:innen zu ihrer Schmerzstärke. Dieser wurde standardisiert an den drei Evaluationszeitpunkten Anfangsbefund (AB), Zwischenuntersuchung (ZU) und Endbefund (EB) der Studie mittels des NRS-Scores (0-10) in Ruhe erhoben. Insgesamt wurden 3.193 IV-Patient:innen in der Analyse des primären Endpunkts berücksichtigt. Es konnte gezeigt werden, dass der Rückgang des mittleren Schmerz-scores in Ruhe in der IV-Gruppe über den Evaluationszeitraum hinweg signifikant war.

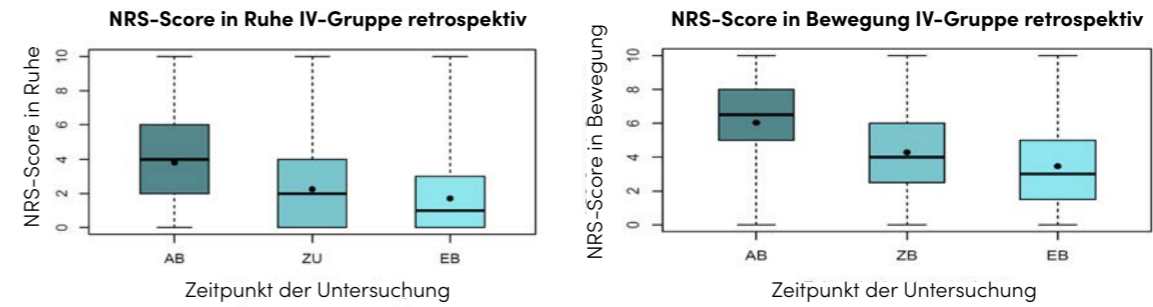


Abbildung 1: NRS-Score in Ruhe (links) und in Bewegung (rechts) der Studienpopulation retrospektiv

Wesentliche Projektergebnisse (prospektive Studie)

Die Datenauswertung des prospektiven Studienarms umfasste 380 Patient:innen, aufgeteilt in eine Interventionsgruppe (IV, 192 Personen) und eine Kontrollgruppe (K, 188 Personen). In der Studie wurden u. a. die Veränderungen des NRS-Scores (Numeric Rating Scale für Schmerz) in Ruhe und in Bewegung zwischen zwei Gruppen (IV und K) über mehrere Bewertungszeitpunkte hinweg verglichen, wobei festgestellt wurde, dass die Reduktion des durchschnittlichen NRS-Scores in Ruhe für die IV-Gruppe signifikant größer war als für die K-Gruppe.

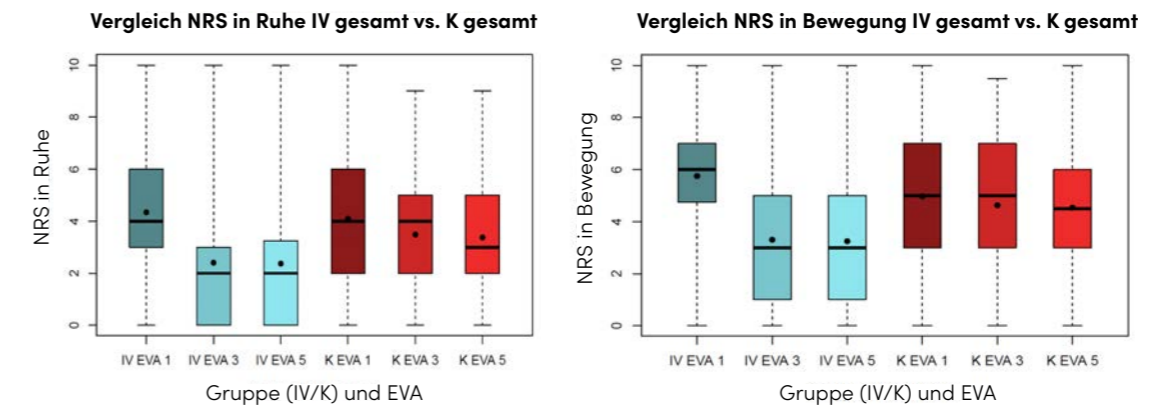


Abbildung 2: Vergleich NRS in Ruhe (links) und in Bewegung (rechts) der IV- vs. K-Gruppe prospektiv

Außerdem wurden die Veränderungen des EQ-5D-5L-Index, einem Maß für Lebensqualität, zwischen zwei Gruppen (IV und K) über mehrere Bewertungszeitpunkte verglichen, wobei die IV-Gruppe eine signifikant größere Steigerung des Index im Vergleich zur K-Gruppe zeigte.

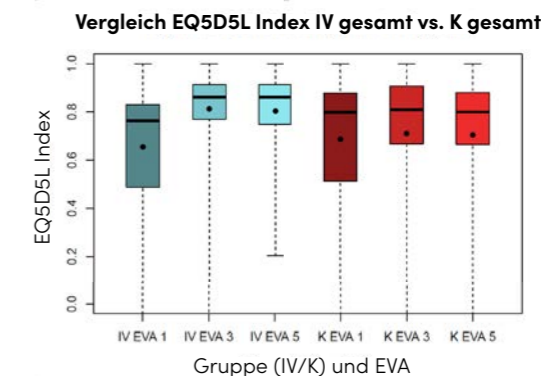


Abbildung 3: Vergleich EQ-5D-5L IV- vs. K-Gruppe prospektiv

Erster Tag der Forschung



Begrüßung durch Prof. Dr. Susanne Rosenthal, die Vizepräsidentin für Forschung und Transfer



Am 6. September 2023 fand in der Aula auf dem Campus Vogelsanger Straße unser erster Tag der Forschung statt. Geladen waren sowohl alle Kolleg:innen als auch Studierende und externe Kontakte unserer Kooperationen aus Industrie, Wirtschaft und Hochschulpartner. Der Einladung folgten mehr als 120 interne und externe Gäste. Der erste Tag der Forschung stand unter dem Motto „Innovationen präsentieren, Kompetenzen vernetzen und Visionen gestalten“. In drei aufeinanderfolgenden Sessions wurden aktuelle Drittmittel- und kooperative Entwicklungsprojekte in Vorträgen und anhand von Demonstratoren vorgestellt. In der letzten Session kam unser wissenschaftlicher Nachwuchs zu Wort, Absolvent:innen präsentierten ihre Abschlussarbeiten.

Der Tag startete nach einer Begrüßung durch die Vizepräsidentin für Forschung und Transfer, in der sie die Bedeutung der Forschung für das Profil einer Hochschule und die Chancen eines solchen Tages für den Austausch mit dem Ziel der Kompetenzbündelung hervorhob.

Im Anschluss startete Gregor Eßer, Leiter der Forschungsstelle Rekultivierung, mit seinem Keynote Talk „Biodiversitätsstrategie für die Rekultivierung im Rheinischen Braunkohlerevier: Chance für eine neue Landschaft“. Die Forschungsstelle Rekultivierung ist ein Kooperationspartner der Hochschule. Für öffentlichkeitswirksame Auftritte der Forschungsstelle wurde ein VR-Lehrpfad Biodiversitätsstrategie generiert, dessen Prototyp gestern auch live in Session 2 „Demonstrator und Poster Präsentation“ begutachtet werden konnte. Im Anschluss folgten in Session 1 „We are up to“ Vorträge zu den aktuellen Drittmittelprojekten: dabei auch aktuelle Themen zur Energiewende, wie der Wasserstoffgewinnung durch Solarenergie durch Professor Lampe, Second-Life-Anwendungen und Recycling für Lithium-Batterien präsentiert von Professor Turan und Entwicklung eines Systems zur Fahrerzustandserkennung für das autonome Fahren vorgetragen von unserem wissenschaftlichen

Mitarbeiter Laurin Epping. Professor Thimm und der wissenschaftliche Mitarbeiter Leon Zimmer vom Institut iWFT stellten die beiden Industrieprojekte zur additiven Fertigung von Strahlenschutzbrillen und Werkzeuggrundkörpern aus kohlenstoffreichen Stählen durch vor. Ein weiteres Highlight des Tages war das Human-Computer-Interaction-Projekt mit einem humanoiden Roboter für den Therapieeinsatz bei Kindern mit Autismus-Spektrumsstörungen, das die wissenschaftliche Mitarbeiterin Dimana Balcheva präsentierte. Während der Mittagspause hatten die Teilnehmenden die Möglichkeit, in Session 2 „Demonstrator und Poster Präsentation“ Beiträge zu den Themen Entrepreneurship, Laserschweißen, Nachhaltigkeit, AI Village und Business Activity Monitoring zu begutachten und mit den Arbeitsgruppen ins Gespräch zu kommen. Praktisch konnte man in Interaktion mit dem humanoiden Roboter für den Therapieeinsatz treten, aber auch den Prototyp des VR-Lernpfads „Biodiversitätsstrategie im Rheinischen Braunkohlerevier“ ausprobieren. Im Anschluss startete die letzte Session „Unser wissenschaftlicher Nachwuchs“. Hier trugen unsere Absolvent:innen u. a. prämierte Abschlussarbeiten insbesondere für unsere aktuellen Studierenden vor. Neben zwei Beiträgen aus dem Fachbereich Medizinökonomie & Gesundheit zu den Themen „Betriebliche Integration bei der Rekrutierung ausländischer Pflegekräfte für den Funktionsbereich OP“ präsentiert durch Hannah Nücken und „GABAerge Rezeptoren der Basalganglien des Makaken“ durch Robin Rocak stellte das Start-up ChargeUnity, die ihre Ausgründung über unsere Hochschule vorgenommen haben, mit Niklas Seitenspinner ihre Grundidee und die Vision ihres Unternehmens vor. Eindrucksvoll war auch die prämierte Abschlussarbeit unserer Absolventin Maike Prengel aus dem Laserlabor. Den Abschluss des Tages bildete ein Vortrag des Absolventen Erhan Akbaba aus dem Fachbereich Wirtschaftsinformatik zum Thema „Nutzung von Informationstechnologie zur Bekämpfung der Altersarmut“.



Humanoider Roboter für den Therapieeinsatz bei Kindern mit Autismus-Spektrumsstörungen

„Wir sind stolz und hocherfreut über den großen Zuspruch zu unserem ersten Tag der Forschung. Ein besonderer Dank meinerseits gilt allen engagierten Kolleginnen und Kollegen sowie Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitenden, die diesen Tag erst möglich gemacht haben. Dieser Tag wird im nächsten Jahr mit Sicherheit fortgesetzt.“

Zitat Vizepräsidentin Forschung und Transfer

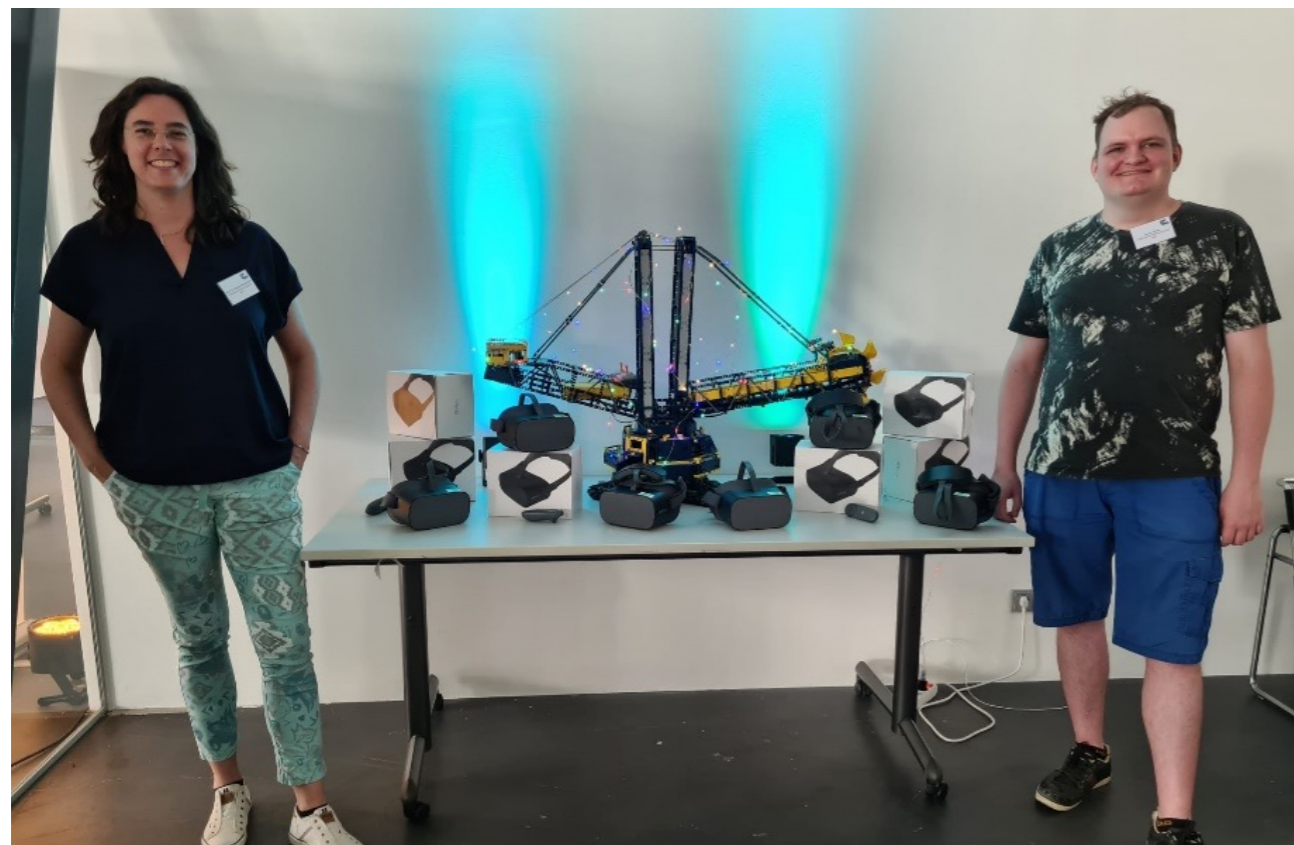
VR-Lehrpfad Biodiversitätsstrategie – Anschlussprojekt mit RWE

Im August 2022 fand das Projekt VR-Ausstellung zum Thema Energiegewinnung, -verbrauch und Strukturwandel rund um das Projektteam von Prof. Dr. Susanne Rosenthal einen erfolgreichen Abschluss (das Hochschulmagazin 2023 berichtete darüber). Die Ausstellung ist seitdem im attraktiven Ambiente auf Schloss Paffendorf bei der Forschungsstelle Rekultivierung der RWE Power AG zu besichtigen. Aufgrund des großen Zuspruchs wurde zusammen mit der Forschungsstelle Rekultivierung ein VR-Lehrpfad zum Thema Biodiversitätsstrategie im Rheinischen Braunkohlerevier konzipiert und umgesetzt. Prof. Dr. Susanne Rosenthal übernahm zusammen mit dem Studierenden Kevin Ehlen die Modellierung und technische Umsetzung des Fortsetzungsprojekts. Ziel

des VR-Lehrpfads ist es, anhand der immersiven virtuellen Umgebung den Gästen der Forschungsstelle Rekultivierung – bestehend aus Vertretenden der Wirtschaft, Politik und Wissenschaft – das spezielle Konzept der Wiederherstellung der Tagebaufolgelandschaften in innovativer Form zu präsentieren, unter den Zielsetzungen des Artenschutzes und der Artenvielfalt sowie der Schaffung von naturnahen Naherholungsgebieten. Dazu konnte auf den bereits gesammelten technischen Erfahrungen des Vorgängerprojekts aufgebaut werden und der Schwerpunkt lag in diesem Projekt auf der Konzeption einer ansprechenden visuellen Gestaltung der Inhalte zur Biodiversitätsstrategie. Die VR-Besuchenden starten dabei wieder virtuell in den Räumlichkeiten von Schloss

Paffendorf, wo sie Informationen zur Geschichte der Biodiversitätsstrategie und den Handlungsfeldern Wald, Offenland und Gewässer erhalten. Weiter geht es in den Schlossgarten, der gemäß den Handlungsfeldern in drei Bereiche eingeteilt ist. Dort erfährt der Gast Wissenswertes über die Leitart eines jeden Handlungsfeldes, die Maßnahmen zur Gestaltung des Handlungsfeldes und das Monitoring der Leitart, das als messbarer Hinweis für den Erfolg der Maßnahmen dient. Das Projekt konnte in einer ersten Version im Sommer finalisiert werden und der Demonstrator wurde am Tag der Forschung im Hause das erste Mal öffentlich gezeigt. Im Rahmen dieses Projekts fanden in diesem Jahr zudem einige öffentlichkeitswirksame

Auftritte statt. So wurde die ursprüngliche VR-Ausstellung auf der Nacht der Technik im AI Village in Hürth präsentiert und erfuhr hier wiederum einen großen Zuspruch beim Publikum. Am 22. Mai, zum internationalen Tag der Biodiversitätsstrategie, organisierte die Forschungsstelle Rekultivierung eine Führung über die Sophienhöhe. Mit dem Bus wurden markante Punkte auf der Sophienhöhe angefahren, die exemplarisch die Maßnahmen und Erfolge der Biodiversitätsstrategie zu den drei Handlungsfeldern zeigen. Als Teamevent nahmen Frau Rosenthal und Herr Ehlen an der mit 50 Personen sehr gut besuchten Tour teil, um sich persönlich einen Eindruck über die Inhalte des derzeitigen Projekts zu machen. Auch dieses Projekt wird nicht das letzte VR-Kooperationsprojekt mit der Forschungsstelle sein: In diesem Jahr wurde zudem eine virtuelle Tour über die Sophienhöhe konzipiert. Dazu wurden in einem ersten Schritt strategische Punkte auf der Sophienhöhe ausgewählt, an denen u. a. spezielle Offenlandflächen, naturnahe Waldränder, aber auch der Blick in den Tagebau aus der Rekultivierung heraus zu sehen sind. In einem weiteren Schritt erfolgten 3D-Aufnahmen mit einer omnidirektionalen Kamera. Anhand dieser Aufnahmen wurde dann ein Konzept eines interaktiven 3D-Rundgangs mit zusätzlichen textuellen, bildlichen und audiovisuellen Beiträgen erstellt. Dieses wird im kommenden Jahr technisch umgesetzt, sodass voraussichtlich zum nächsten Tag der Forschung ein erster Prototyp vorliegt.



Präsentation bei der Nacht der Technik in Hürth



Screenshots des VR-Lehrpfads Biodiversitätsstrategie aus der Entwicklungsumgebung

Weiterentwicklung eines evolutionären Algorithmus für die molekulare Optimierung

Ausgangspunkt für die Entwicklung und Optimierung eines evolutionären Algorithmus (EA) zur Vorhersage physiologischer Eigenschaften von Molekülen für die Wirkstoffentwicklung stellte ein BMBF-Verbundprojekt im Förderschwerpunkt „Biophotonik-Licht für die Zukunft“ im Jahr 2009 dar. Ziel des Projekts war die Entwicklung eines kombinierten In-silico- und In-vitro-Verfahrens, bestehend aus einem äußeren Bioassay-Zyklus und einem inneren genetischen Algorithmus (GA), zur Entwicklung fluoreszierender Sonden zur Krebszellendetektion. Im Rahmen des Projekts wurde ein singulärer genetischer Algorithmus zur Vorhersage optimierter Moleküle entwickelt mit einer besonderen Eigenschaft: Innerhalb der ersten 10 Generationen des GA kann eine exponentielle Fitness-optimierung der physiologischen Eigenschaft beobachtet werden, diese reduziert sich zu linearer Optimierung bei mehr als 10 Generationen. Diese Eigenschaft wird als „early convergence“ bezeichnet. Mit ihrer Dissertation und in den darauffolgenden Jahren hat Frau Prof. Dr. Susanne Rosenthal den GA als In-silico-Verfahren systematisch für mehrkriterielle molekulare Optimierung mit mehr als 4 physiochemischen Eigenschaften optimiert, stets unter Fokus der early convergence.

Im vergangenen Jahr führte Frau Rosenthal eine vergleichende Studie unterschiedlicher Selektionsstrategien für die Auswahl der „besten“ Individuen für die nachfolgende Generation des EA durch. Generelles Ziel eines mehrkriteriellen GA ist eine geeignete Balance zwischen Konvergenz des Algorithmus und Diversität, d. h. gleichmäßige Verteilung der Lösungen über der optimalen Lösungsfront. Selektionsstrategien haben innerhalb eines GA eine besondere Bedeutung, denn sie haben entscheidenden Einfluss auf diese Balance des Algorithmus für ein gegebenes

Optimierungsproblem. Die Konvergenzgeschwindigkeit hängt vom Selektionsdruck der gewählten Strategie ab. So lassen sich die Strategien u. a. in die Kategorien Rangbasierte Selektion, Elitismus-Strategie, fitnessproportionale Selektion und Turnierselktion einteilen.

Das generelle Ziel der Diversität eines GA hat im Kontext eines In-silico-Verfahrens für die molekulare Optimierung eine andere Bedeutung: Im Rahmen ihrer Dissertation zeigt Frau Rosenthal, dass die molekularen Landschaften zugehörig zu den verwendeten Benchmark-Problemen zerklüftete Landschaften darstellen, d. h., geringe Veränderungen in der Primärstruktur des Moleküls führen zu deutlichen Differenzen in den physiochemischen Eigenschaften, mit diversen sogenannten Plateaus – geringe Veränderungen in der Primärstruktur führen zu denselben physiochemischen Eigenschaften. Damit sind die Optima diskret über der molekularen Landschaft verteilt. Im Labor werden nur sehr wenige der GA-Zyklen durchlaufen, üblicherweise weniger als 10, und die vom GA vorgeschlagenen optimierten Moleküle werden im In-vitro-Schritt hinsichtlich weiterer Eigenschaften im Labor getestet und ggf. in die Datenbank der optimierten Moleküle aufgenommen. Wesentliches Kriterium für das Labor ist die Identifikation einer Vielzahl an optimierten Molekülen hinsichtlich der gewünschten physiochemischen Eigenschaften, die eine hohe Diversität in der Primärstruktur aufweisen. Diese Eigenschaft wird als genetische Diversität bezeichnet.

Innovation der jüngsten Forschung war die Optimierung des mehrkriteriellen GA für drei und mehr physiochemische Zielfunktionen durch Erhöhung des Selektionsdrucks unter besonderer Berücksichtigung der genetischen

Diversität. Die Studien umfassten zwei spezielle generierte Selektionsstrategien:

Einerseits eine als Truncation-Selektion klassifizierbare Strategie, die für jedes Molekül eine gewichtete Summation aus zwei Qualitätskriterien berechnet. Diese Summation ergibt sich aus einem Wert für die Güte des Moleküls im Verhältnis zu einem vorgegebenen Lead-Moleküle und aus einem Wert für die genetische Diversität des Moleküls relativ zu den übrigen Molekülen in der Population. Die fittesten Moleküle gemäß summiertem Wert finden ihren Weg in den nächsten GA-Zyklus. Ein Gewichtsparameter bestimmt den Anteil des Einflusses von Qualitäts- und Diversitätskriterium. Die Strategie ist in Abb. 1 dargestellt. Die zweite Selektionsstrategie ist als Pareto-basierte Strategie einzuordnen, die eine Rangordnung unter den Molekülen der Population vornimmt, basierend auf zwei Kriterien, dem Qualitätskriterium und der Metrik für die genetische Diversität. Moleküle für den nächsten GA-Zyklus werden gemäß einer Elitismus-Strategie und einer Turnierselktion ausgewählt.

Beide Selektionsstrategien wurden dem Stand-der-Technik-Verfahren ad-MOEA gegenübergestellt. Die Truncation-Selektion erwies sich hinsichtlich einer geeigneten Balance zwischen Konvergenz und genetischer Diversität als bestes Verfahren. Leider ist diese nicht parameterfrei, d. h., mit steigender Dimension des Optimierungsproblems ist der Parameter anzupassen. Die Ergebnisse wurden auf der Internationalen Konferenz Evolutionary Multi-Criterion Optimization (EMO) im März 2023 in Leiden, Niederlande, präsentiert.

Quelle: Rosenthal, S.: Selection Strategies for a Balanced Multi- or Many-Objective Molecular Optimization and Genetic Diversity: A Comparative Study. 12th Int. Conference on Evolutionary Multi-Criterion Optimization (EMO 2023) Leiden, LNCS 13970, Springer 2023, ISBN 978-3-031-27249-3



Abbildung 3: Gruppenfoto der EMO-Konferenz-Teilnehmenden

Weighted-sum-based Selection of COSEA-MO:

- truncation selection strategy based on a ranking measure

$$FV(i) = a \cdot WSV(i) + (1 - a) \cdot GD(i) \quad \text{default value is } a = 0.5$$

- determination of Winning-Score Value (WSV) for each individual to remaining members of the population

$$WS(i) = \sum_{j=1}^N w_{ij} \text{ with } w_{ij} = \text{sup}_{ij} - \text{inf}_{ij}$$

- calculation of an averaged Genetic Dissimilarity value (GD) of each individual to a predefined reference set according to the dissimilarity matrix of Sneath

Sneath: systematical substitution of 20 canonical amino acids to evaluate the impact of amino acid changes in molecular structure on bioactivity

- WSV and GD value are scaled

Abbildung 1: Verfahren der truncation selection

Aspect-based Selection of COSEA-MO:

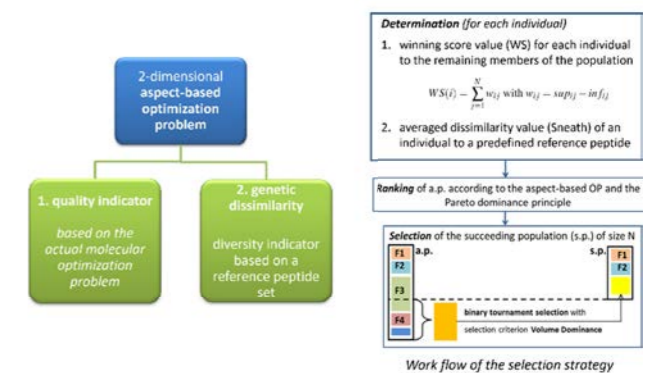


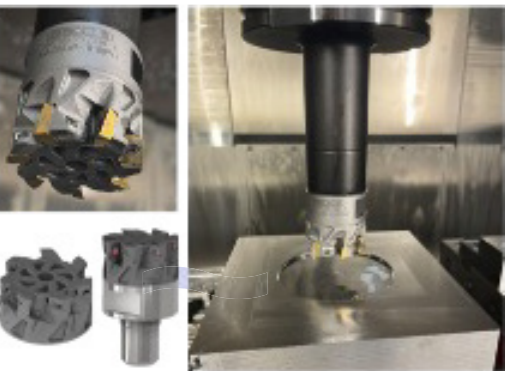
Abbildung 2: Verfahren der Pareto-basierten Selektionsstrategie

Flexibilisierung und Digitalisierung von Produktionsprozessen

Additive Fertigung in der Werkzeugtechnik



Topologieoptimiertes Glockenwerkzeug aus Stahl (X38CrMoV5-1)



Hybrid gefertigter Fräser aus Stahl (X38CrMoV5-1)



Spannpratze aus Hartmetall (WC83Co)

Additive Fertigungsverfahren zur Verarbeitung von metallischen Werkstoffen gewinnen im Produktionsumfeld zunehmend an Bedeutung. Hier ist das pulverbettbasierte Laserstrahlschmelzen (PBF-LB) derzeit das Verfahren mit der höchsten technologischen Reife und der stärksten industriellen Durchdringung. Kontinuierliche Fortschritte entlang der gesamten Prozesskette ermöglichen die Erschließung neuer Einsatzfelder und die Adaption der Technologie im breiten industriellen Umfeld. Ein Industriezweig, der von den Potenzialen der additiven Metallverarbeitung besonders profitiert, ist die Zerspanwerkzeugherstellung.

Motivation

Durch additive Fertigung von Zerspanwerkzeugen lassen sich insbesondere bei der Herstellung anwendungsoptimierter Sonderwerkzeuge und in der Entwicklung neuer Werkzeugkonzepte technologische und wirtschaftliche Potenziale erschließen. Die gegenüber klassischen Technologien deutlich erweiterte Geometriefreiheit ermöglicht beispielsweise die Optimierung der Spanabfuhr, der Kühlschmierstoffversorgung oder des dynamischen Einsatzverhaltens durch Herstellung komplexer Innen- und Außenstrukturen, die konventionell nicht ohne Weiteres herstellbar wären. Durch die endkonturnahe Fertigung können Nachbearbeitungsaufwände und Materialverluste reduziert, eine kosteneffiziente Verarbeitung hochwertiger Werkstoffe und eine schnelle und ressourceneffiziente Herstellung von Prototypen und Varianten ermöglicht werden.

Ergebnisse

Seit 2015 erforscht das iWFT die additive Herstellung von Zerspanwerkzeugen. In den Projekten „NanoMelt (QVK)“, „PräziGen (BMBF)“ und dem 2023 abgeschlossenen „HM-Tool 3D (FKM)“ wurde die additive Fertigung schneidender Werkzeugbereiche aus Wolframcarbid-Kobalt-Hartmetallen untersucht. Die herkömmliche Verarbeitung dieses hochharten Stoffsystems ermöglicht nur einfache Bauteilgeometrien. In den Projekten wurden erfolgreich Vollhartmetall-Bohrwerkzeuge mit komplexen inneren Strukturen additiv hergestellt und in der Stahlzerspannung eingesetzt. Darüber hinaus wurde auch die additive Herstellung verschleißbeständiger Spannvorrichtungen aus Hartmetall erfolgreich demonstriert. Des Weiteren wird am Institut die additive Herstellung von nicht schneidenden Werkzeugkomponenten, wie Werkzeughaltern, Spannmitteln und Grundkörpern, untersucht. Dabei wird die ganzheitliche Optimierung der Prozessroute PBF-LB und Nachbehandlung für Kalt- und Warmarbeitsstähle mit typischen Kohlenstoffgehalten oberhalb von 0,35 % angestrebt. Die hohen Kohlenstoffgehalte sind beim PBF-LB herausfordernd und können zu Rissbildung und Bauteilverzug führen. Im Forschungsprojekt „AddKoSt (IGF, Projektträger: BMWK)“ konnten topologieoptimierte Werkzeughalter erfolgreich aus hochfestem Warmarbeitsstahl additiv gefertigt werden. Ein weiterer Fokus der Forschungen liegt im hybriden additiven Aufbau auf konventionellen Werkzeugaufnahmen. Indem lediglich der komplexe Werkzeugbereich, der die Strukturoptimierungen und inneren Kühlkanäle umfasst, gedruckt wurde, kann die Effizienz deutlich gesteigert werden. Durch die feine Gefügestruktur, die typisch für den PBF-LB-Prozess ist, konnten zudem die Warmfestigkeit und Härte gegenüber einem konventionell gefertigten Werkzeug erhöht werden.

Anwendungsfelder

Die additive Fertigung von Zerspanwerkzeugen findet insbesondere für kundenspezifische Sonderwerkzeuge mit geringen Stückzahlen und hoher geometrischer Komplexität Anwendung. Das Fertigungsverfahren bietet zudem für Anwendende ein hohes Maß an Flexibilität und Unabhängigkeit von Drittanbietern und Dienstleistern.

Werkstoff- und Prozessqualifikation in der additiven Fertigung

Das pulverbettbasierte Laserstrahlschmelzen (PBF-LB) bietet die Möglichkeit, aus einer Vielzahl pulverförmiger Werkstoffe in kurzer Zeit Prototypen zu fertigen und anzupassen. Damit eine geplante Anwendung additiv gefertigt werden kann, müssen zuvor die Verarbeitbarkeit des Werkstoffs geprüft und die prozessspezifischen Herausforderungen bewältigt werden. Das iWFT forscht an der Qualifizierung neuer Stoffsysteme für den PBF-LB-Prozess.



Mikroskopische Analyse von additiv erzeugten Werkstoffgefügen und Mikrostrukturen

Motivation

Aktuell ist die Auswahl an verarbeitbaren Werkstoffen beim PBF-LB eingeschränkt. Die prozessspezifischen Merkmale, insbesondere die hohen lokalen und zeitlichen Temperaturgradienten, aber auch Restsauerstoff in der Prozessumgebung und andere Faktoren, beeinflussen die Entstehung der Werkstoffgefüge und der Mikrostruktur. Am iWFT werden die Werkstoff-Prozessinteraktionen beim PBF-LB experimentell analysiert und ein umfassendes Verständnis der zugrunde liegenden Ursache-Wirkungs-

Zusammenhänge generiert. Dies erlaubt die gezielte Optimierung der Prozessrandbedingungen, um Gefügestände mit gewünschten Eigenschaftsprofilen einzustellen. Ziel der Werkstoff- und Prozessqualifizierung ist es, angefangen vom Ausgangspulver über die Prozessparameter und das Bauteildesign bis hin zum Post-Processing eine erfolgreiche Verarbeitung und bestmögliche Bauteileigenschaften für die jeweilige Anwendung zu gewährleisten.

Ergebnisse

Die Forschung am iWFT zur Werkstoff- und Prozessqualifikation in der additiven Fertigung umfasst bereits seit 2015 zahlreiche Stoffsysteme und Anwendungsgebiete, darunter verschiedene verschleißbeständige Verbundsysteme aus keramischen Hartphasen in einer metallischen Bindermatrix, Titan-Aluminiumlegierungen, hochfeste Stähle und Schwermetalle auf Wolframbasis. Im Vordergrund steht dabei die Vermeidung von Gefügedefekten, wie Restporosität und Rissbildung, unerwünschten Phasen und heterogenen Gefügeständen. Auch geometrische und topografische Merkmale, wie Maßhaltigkeit und Oberflächenrauheit sowie Aspekte der nachfolgenden Prozesskette (z. B. zerspanende Nachbearbeitung und Wärmebehandlung) stehen im Fokus der Forschungstätigkeiten.

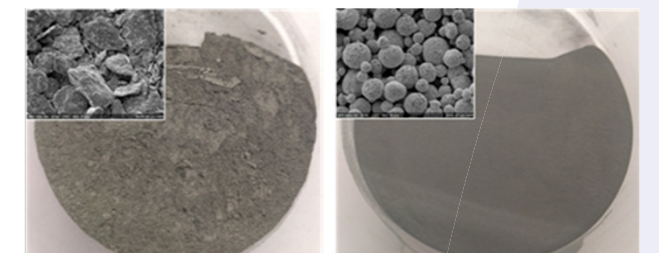
Ein Beispiel hierfür ist das aktuelle Forschungsprojekt „AM-WSM-BeamProtect (ZIM, Projektträger: BMWK)“. Ziel ist die additive Herstellung einer neuartigen Strahlenschutzbrille aus Wolfram-Nickel-Eisen-Legierung zur Abschirmung von Röntgenstrahlung in der Radiologie. Die Anwendung erfordert eine hohe Werkstoffdichte und mechanische Belastbarkeit. Die additive Verarbeitung von Wolfram-Schwermetallen ist aufgrund der hohen Schmelztemperatur, Viskosität, Sauerstoffaffinität und Rissanfälligkeit des Werkstoffs herausfordernd.

Anwendungsfelder

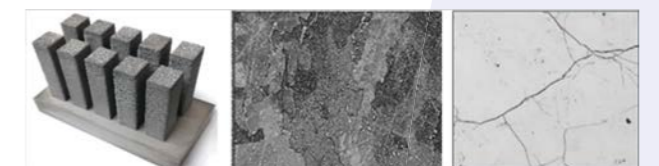
Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Werkstoff- und Prozessqualifikation ermöglichen die Erschließung neuer Werkstoffe für die additive Fertigung. Durch die Erweiterung der verarbeitbaren Werkstoffauswahl lassen sich neue Anwendungen und Potenziale der Technologie erschließen. Mögliche Anwendungsfelder liegen beispielsweise in der Werkzeugherstellung, aber auch in der Luft- und Raumfahrt und der Medizintechnik.



Bauraum der PBF-LB Anlage mit integrierter Sensorik zur Temperaturmessung



Metallische Ausgangspulver für den PBF-LB Prozess



Werkstoff- und Prozessoptimierung beim PBF-LB

Predictive Manufacturing durch KI-basierte Verschleißanalysen

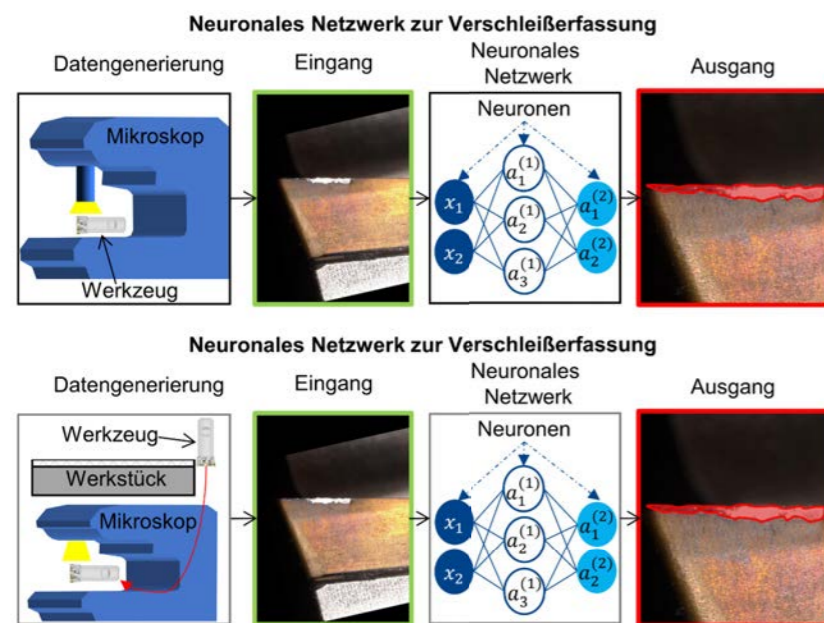
Motivation

Die gezielte Auswahl und Optimierung von Zerspanwerkzeugen im Belastungskollektiv des zu bearbeitenden Materials und Prozesses können Bauteilqualität und Produktivität in der industriellen Metallverarbeitung signifikant steigern.

Diese Potenziale können aber nur erzielt werden, wenn die sich ausbildenden Verschleißmerkmale zusammen mit den Verschleißmechanismen erkannt und verstanden werden. Hierzu ist ein umfangreiches Verständnis des aktuellen Verschleißzustands notwendig. Die Bewertung während der Prozessentwicklung erfolgt heutzutage meist erfahrungsbasiert mit großem Aufwand. Künstliche Intelligenz kann hier zukünftig helfen, die Bewertung schneller, effizienter und reproduzierbarer zu gestalten.

Methodik und Ziele

Für die Entwicklung eines neuronalen Netzwerks, das Verschleißmerkmale an Präzisionswerkzeugen erfassen kann, werden klassifizierte Verschleißcharakteristiken systematisch in Experimenten erzeugt. Als Versuchsprozess wird hierzu ein Eckfräsverfahren genutzt. Der entstehende Werkzeugverschleiß wird dann unter variierenden bildvisuellen Merkmalen erfasst. Die Menge und Qualität der Trainingsdaten spielen eine entscheidende Rolle für die Vorhersagegüte des neuronalen Netzes. Zur Erhöhung der Vorhersagegüte bei limitierten Trainingsdaten werden gezielt verschiedene Data-Augmentation Ansätze untersucht und bewertet.



Wesentliches Ziel ist es, dass die entwickelten Algorithmen zur Verschleißanalyse eine reproduzierbare Methodik darstellen, um die zum Teil subjektiven Wahrnehmungen aktueller Methoden zu reduzieren. Zudem soll durch gezieltes Training ein möglichst breites Anwendungsfeld erschlossen werden. Hierfür ist allerdings auch ein hohes Maß an Verallgemeinerbarkeit notwendig, um unterschiedliche Verschleißausprägungen richtig bewerten zu können. Dies stellt insbesondere vor dem Hintergrund der Werk-

zeugvielfalt in der Zerspanung eine komplexe Aufgabenstellung dar. Bestandteil der Arbeiten sind somit Methodiken, um möglichst generische Netzwerke zu entwickeln. Durch Kopplung mit regelbasierten Methoden des maschinellen Sehens soll am Beispiel der Verschleißanalyse ermöglicht werden, im Entwicklungsprozess große Trainingsdatensätze zu verarbeiten und die Netzwerke so robuster zu gestalten.

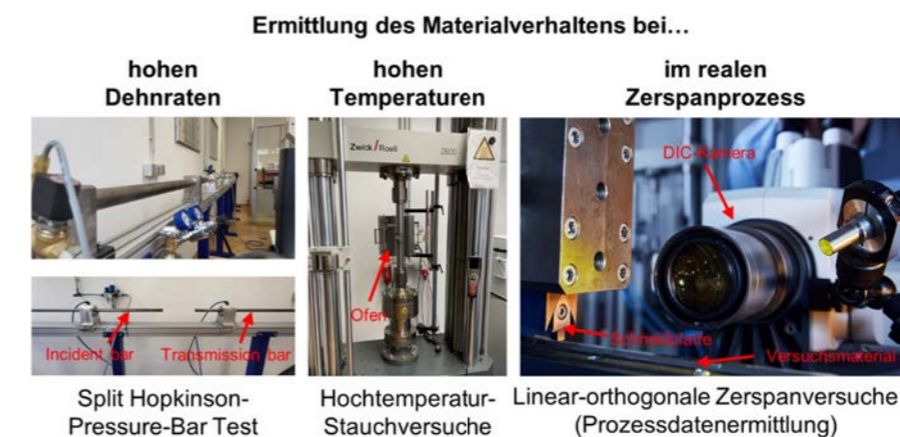
Materialdaten und -modelle für FEM-Simulationen von Produktionsprozessen

Motivation

Die Finite-Elemente-Simulation von Zerspanprozessen bietet die Möglichkeit, Belastungskollektive an der Schneidkante sowie die Spanverformung vorherzusagen und so Werkzeug, Prozess und Werkstoff ideal aufeinander abzustimmen. Dieser numerische Ansatz basiert gegenüber den Methoden der künstlichen Intelligenz auf physikalischen Modellen zur Beschreibung des Werkstoffverhaltens und der Reibung. Die wesentlichste Eingabegröße zur Berechnung valider Ergebnisse ist das konstitutive Materialgesetz, das das Fließ- und Schädigungsverhalten während der Spanbildung beschreibt. Der Forschungsbereich setzt hier an und entwickelt auf Basis unterschiedlicher direkter und inverser Experimente eine valide Datenbasis sowie neue Modellansätze für die Simulation. Insbesondere neue Legierungen und Werkstoffe werden auf Basis von Split-Hopkinson-Pressure-Bar-Versuchen, Stauchversuchen bei Hochtemperatur und/oder grundlegenden Zerspananalysen zielgerichtet bewertet und modelliert.

Methodik und Ziele

Für die Modellierung wird das Werkstoffverhalten in Abhängigkeit von verschiedenen Einflüssen wie der Dehnung, Dehnrates und Temperatur bewertet. Auf Basis dieser Daten kann ein geeignetes Materialgesetz identifiziert und parametrisiert werden.



Zur Erzeugung unterschiedlicher Lastkollektive werden die experimentellen Ansätze kontinuierlich weiterentwickelt. Primär werden inverse Methoden eingesetzt, bei denen durch digitale Bildkorrelation (DIC) mechanische Belastungen wie Dehnung und Dehnrates in der Verformungszone während der Spanbildung bestimmt und für

die Modellierung verwendet werden. Für grundlegende Versuche zum Werkstoffverhalten werden spezifische Ansätze der Werkstoffprüfung wie der Split-Hopkinson-Pressure-Bar-Versuch (SHPB) zur Ermittlung der Dehnratesensitivität und der Zylinderstauchversuch zur Ermittlung der thermischen Erweichungskurve gezielt miteinander kombiniert.

Ein wesentliches Experiment, das die bestehenden Möglichkeiten erweitert, ist der SHPB-Test. Dieser ermöglicht die Bestimmung von Fließkurven im Bereich schlagdynamischer Beanspruchungen. Der neue an der Rheinischen Hochschule entwickelte Prüfstand nutzt das Prinzip der Ausbreitung von Körperschallwellen in langen schlanken Körpern. Mithilfe von zwei Stäben, die möglichst reibungsfrei gelagert sind, wird eine Probe verformt. Hierzu wird die Eingangsstange mit einem Projektil beschossen. Die sich ausbreitende elastische Welle führt in der Probe zu einer plastischen Verformung bei hoher Dehnrates. Durch Messung der elastischen Wellen in den Stangen können Fließkurven berechnet werden.

Statische und dynamische Modelle für Prozesssimulationen

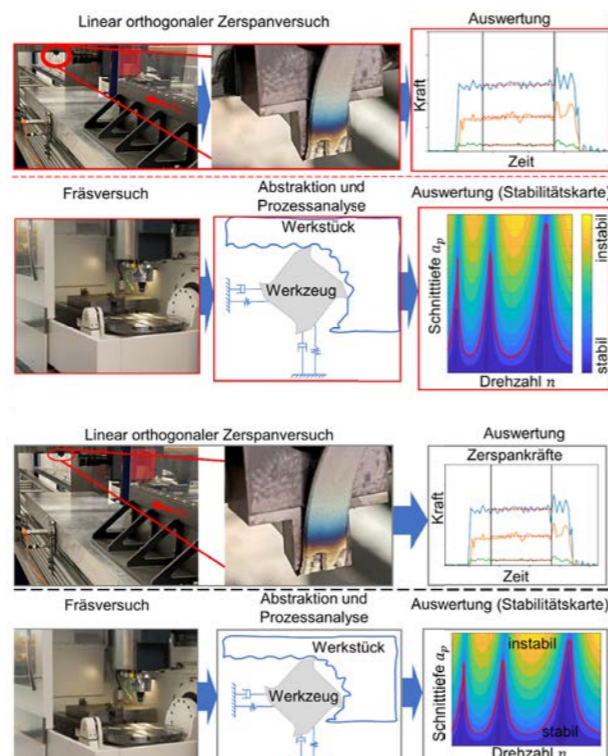
Motivation

Zur Analyse, Auslegung und Optimierung von Zerspanprozessen werden neben den rechenintensiven FEM-Ansätzen auch Prozesssimulationen eingesetzt. Hier liegt der Fokus darauf, ganze Bearbeitungszyklen abzubilden. Gegenüber FEM-Simulationen werden weniger Detailinformationen berechnet, allerdings liegen Ergebnisse für den gesamten zeitlichen Verlauf der Bearbeitung vor. Diese Methodiken werden daher während der Entwicklung der Prozesstechnologie und auch zur Optimierung laufender Prozesse eingesetzt.

In Prozesssimulationen werden neben Zerspankraftmodellen zur Berechnung der Bearbeitungskräfte in Abhängigkeit des Werkzeugeingriffs auch dynamische Effekte der Werkzeugmaschine sowie von Werkzeug- und Haltesystem integriert. Die Ermittlung der statischen und dynamischen Modelle ist für jeden Werkstoff und Wärmebehandlungszustand sowie für jede Maschine und jedes Haltesystem individuell zu betrachten. Es sind daher möglichst effiziente experimentelle Ansätze notwendig, um die Prozesssimulationen mit hoher Qualität für individuelle Berechnungen vorzubereiten.

Methodik und Ziele

Zur Entwicklung statischer Prozesskraftmodelle werden neben Dreh- und Fräsversuchen überwiegend linear-orthogonale Zerspanversuche durchgeführt. Die Versuchsmethodik bietet auf einem selbstentwickelten Prüfstand die Möglichkeit, grundlegende Analysen des Zerspanprozesses sowie der Werkstoff-Prozessinteraktion durchzuführen.



Die vereinfachte Kinematik des Orthogonalschnitts erlaubt eine Verbindung der Messergebnisse mit den grundlegenden Modellen zur Mechanik der Spanbildung. So können Kraftmodelle und ein tiefgreifendes Prozessverständnis effizient entwickelt werden. Neben Kräften werden in den Versuchen auch Temperaturen durch Thermografie und Pyrometrie erfasst. Über sensorische Werkzeughalter wird die Übertragbarkeit grundlegender Modelle auf reale Dreh- und Fräsprozesse bewertet. Zur Ermittlung dynamischer Effekte werden Stabilitätskarten

durch Impulshammer-Tests und Rampenfräsversuche bestimmt und in Simulationen integriert. Ein Rampenversuch gibt Auskunft über mögliche Ratterschwingungen mithilfe eines Fräsversuchs, der durch eine stetig ansteigende axiale Zustellung gekennzeichnet ist. Durch die optische Bewertung der Oberflächengüte lassen sich Rückschlüsse auf maximale Schnitttiefen ermitteln und in Stabilitätskarten integrieren.

Forschungseinrichtung

Institut für Werkzeug- und Fertigungstechnik (seit 2024 Forschungscluster 1: „Intelligente und nachhaltige technische Systeme“ (INTeS) mit dem Transferzentrum „Intelligente Produktionssysteme“)

Prof. Dr.-Ing. Tobias Schwanekamp
Prof. Dr.-Ing. Benedikt Thimm
Prof. Dr. Harald Stoffels

Vogelsanger Str. 295, 50825 Köln, Gebäude V5

Mitarbeitende

Leon Zimmer, B.Eng.
 Tel: + 49 (0) 221 20302 – 6383
 E-Mail: leon.engelhardt@rh-koeln.de, Raum V5-203

Niklas Lohmar, M.Eng.
 Tel.: + 49 (0) 221 20302 – 7003
 E-Mail: niklas.lohmar@rh-koeln.de, Raum V5-203

Madhuri Tamma, M.Sc.
 Telefon: + 49 (0) 221 20302 – 6375
 Email: madhuri.tamma@rh-koeln.de, Raum V5-203

Sairam Nandyala, M.Sc.
 Telefon: + 49 (0) 221 20302 – 6375
 Email: sairam.nandyala@rh-koeln.de, Raum V5-203



SCHUNK
2047794 001
Made in Germany

