

2021

Ideenfunke

IAAM

Institute for Applied
Automation and
Mechatronics

Vorwort

Foreword

Liebe Leserinnen und Leser,

herzlich willkommen am IAAM, dem Institut für angewandte Automation und Mechatronik an der FH Aachen. Das Institut wurde im Frühjahr 2019 von sieben Professorinnen und Professoren des Fachbereichs Maschinenbau und Mechatronik gegründet, mit dem Ziel die Kompetenzen für die Digitalisierung im Maschinenbau zu bündeln. Interdisziplinäre Zusammenarbeit ist heute der Schlüssel für eine erfolgreiche Umsetzung von Problemlösungen für die gesamte Wertschöpfungskette des Maschinenbaus vom Systems Engineering über die digitale Produktentstehung bis zur konstruktiven und fertigungstechnischen Realisierung aller Prozessschritte sowie der Logistik und Produktionsoptimierung. Fertigungsgerechte Konstruktionen aller Querschnittsdisziplinen und die Verwaltung der Produkte über den gesamten Lebenszyklus bis zur Entsorgung erfordern heute eine umfassende Dokumentation im digitalen Zwilling.

Das IAAM unterstützt Unternehmen aller Größen in der Umsetzung digitaler Strategien und bietet ein breites Knowhow für interdisziplinäre Projekte in der angewandten Forschung sowie in der praktischen Umsetzung. Auf Basis verschiedener Schulungskonzepte für Industrie 4.0, additive Fertigung und mobile autonome Robotik werden Schlüsseltechnologien für die digitale Transformation international unterschiedlichsten Zielgruppen in den Hochschulen und in der Industrie vermittelt.

Mit diesem Bericht möchten wir über die Meilensteine und Forschungsprojekte des IAAM informieren und damit eine Basis geben, um Ideen für zukünftige gemeinsame Projekte zu generieren.

Sprechen Sie uns an, wenn sie Fragestellungen im Themengebiet haben, und nutzen sie diese Lektüre, um einen Einblick in die Tätigkeiten des IAAM zu bekommen.

Wir freuen uns auf ihre Kommentare und Anregungen!



Prof. Dr.-Ing. Jörg Wollert
(Institutsleitung)



Prof. Dr.-Ing. Sebastian Bremen
(stellv. Institutsleitung)

Dear readers,

welcome to the IAAM, the Institute for Applied Automation and Mechatronics at the FH Aachen. The institute was founded in spring 2019 by seven professors from the Department of Mechanical Engineering and Mechatronics with the aim of bundling competencies for digitalization in mechanical engineering. Today, interdisciplinary cooperation is the key to the successful implementation of solutions for the entire value chain of mechanical engineering, from systems engineering and digital product development to the design and manufacturing realization of all process steps as well as logistics and production optimization. Today, production-oriented design of all cross-sectional disciplines and the management of products over the entire life cycle up to disposal require comprehensive documentation in the digital twin.

The IAAM supports companies of all sizes in the implementation of digital strategies and offers a broad know-how for interdisciplinary projects in applied research as well as in practical implementation. On the basis of various training concepts for Industry 4.0, additive manufacturing and mobile autonomous robotics, key technologies for digital transformation are taught to a wide range of target groups in universities and industry internationally.

With this report we would like to inform about the milestones and research projects of the IAAM and thus give a basis to generate ideas for future joint projects.

Please contact us if you have any questions in the subject area and use this reading to get an insight into the activities of the IAAM.

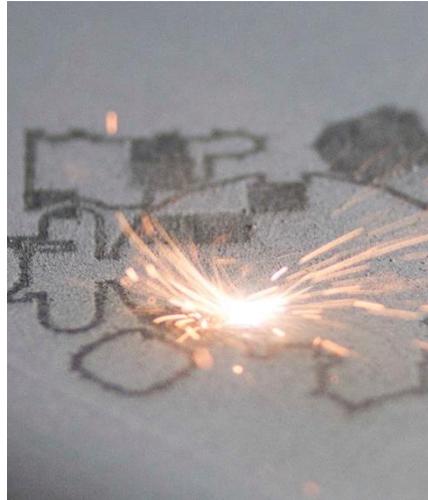
We look forward to your comments and suggestions!



Institute for Applied Automation and Mechatronics

Institut

4 Vorstellung



Additive Fertigung

- 7 GoetheLab
- 8 Connecting Technologies
- 9 Drucken ohne Stützen
- 10 Motorenbau leicht gemacht
- 11 Thermalkontrolle von Satellitenkomponenten
- 12 WIR! Wandel durch Innovation in der Region
- 13 Gründungszentrum der FH Aachen
- 14 Embedded Electronics im Fused Layer Modelling



Innovative Fügechnik

- 17 Füge Technische Labore
- 18 Industrieller Leichtbau mit Bambusrohr
- 19 Laserstrahlschweißen im Vakuum
- 20 Intelligente elektrochemische Beizverfahren
- 21 Neuartige Vakuumwalze



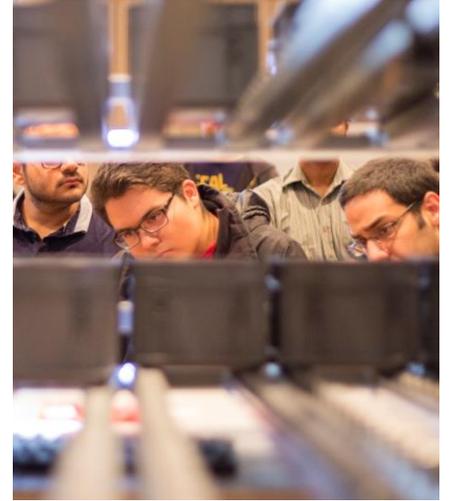
Autonome Robotik

- 23 Labor für autonome Robotik
- 24 Exoskelette Für Einsatzkräfte
- 25 Performance Analyse von Exoskeletten
- 26 Entwicklung neuartiger Inspektionsmethoden
- 27 Artenschutz mittels künstlicher Intelligenz



Industrie 4.0

- 29 Labor für Industrie 4.0
- 30 Digital Twin Academy
- 31 Energie-Monitoring
- 32 Low-Cost Augmented Reality
- 33 CARL – Computer Aided Roller Logger
- 34 Agentenbasiertes Softwareframework
- 35 Unterstützungssysteme mit Gamification Anteil



Ausbildung und Lehre

- 37 ROS Summer School
- 38 Industrie 4.0 Summer School
- 39 3D Printing Summer School
- 40 Promotionen
- 46 Innovative Lehrkonzepte und Projekte

Institutsvorstellung

Angewandte Automation und Mechatronik

Die Kernmission des Instituts ist es die digitale Transformation greifbar zu machen und neue anwendungsnahe Technologien zu entwickeln. Mit entsprechenden Technologiabeloren und einer Innovationsfabrik werden neuste Erkenntnisse in die Praxis umgesetzt. Hands-on-Erlebnisse sorgen für weitergehende Einblicke in den digitalisierten Maschinenbau und ermöglichen die Entwicklung neuer Impulse und Ideen. Sowohl Unternehmen als auch unsere eigenen Studierenden sollen einen tiefen Einblick in Technologien und Anwendungen mit direktem Bezug zur Industrie erhalten.

Mit den Professorinnen und Professoren sowie wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wird ein Umfeld geschaffen, das anwendungsorientierte Forschung auf Spitzenniveau ermöglicht. Aktuell werden sieben Promotionen innerhalb des Instituts mit verschiedenen Partneruniversitäten im In- und Ausland durchgeführt, die alle einen wichtigen Beitrag zur innovativen Weiterentwicklung des Maschinenbaus im 21. Jahrhundert leisten.

Die Gründungsmitglieder des IAAM decken ein breites Kompetenzfeld im Maschinenbau und den angrenzenden Disziplinen ab. Das Angebot des IAAM richtet sich vor allem an klein- und mittelständischen Unternehmen, mit dem Ziel diesen Unternehmen Zugang zu den neuesten Technologien zu ermöglichen und dadurch mit zur interdisziplinären Ausgestaltung der Arbeitswelt des 21. Jahrhunderts beizutragen.

Das IAAM bündelt alle Kernkompetenzen entlang der gesamten Wertschöpfungskette der digitalen Produktion. Forschungsschwerpunkte bilden hierbei die Arbeitsgebiete der Gründungsprofessuren:



Prof. Pamela Stöcker

Lehrgebiet:
Produktentwicklung und
Konstruktionssystematik
pamela.stoecker@fh-aachen.de
T: +49.241.6009 52501



Prof. Markus Schleser

Lehrgebiet:
Füge- und Trenntechnik /
Lasertechnologie
schleser@fh-aachen.de
T: +49.241.6009 52385



Prof. Sebastian Bremen

Lehrgebiet:
Fertigungstechnik und Additive
Manufacturing
bremen@fh-aachen.de
T: +49.241.6009 52473



Prof. Jörg Wollert

Lehrgebiet:
Eingebettet Systeme und
Industrie 4.0
wollert@fh-aachen.de
T: +49.241.6009 52503



Prof. Stephan Kallweit

Lehrgebiet:
Robotik und
Automatisierungstechnik
kallweit@fh-aachen.de
T: +49.241.6009 52348



Prof. Peter Kämper

Lehrgebiet:
Mikrosystemtechnik und Sensorik
kaemper@fh-aachen.de
T: +49.241.6009 52500



Prof. Nils Luft

Lehrgebiet:
Intralogistik und Fabrikplanung
nils.luft@fh-aachen.de
T: +49.241.6009 52501

Institute Presentation

Applied Automation and Mechatronics

The core mission of the institute is to make the digital transformation tangible and to develop new application-oriented technologies. With corresponding technology labs and an innovation factory, the latest findings are put into practice. Hands-on experiences provide further insights into digitalized mechanical engineering and enable the development of new impulses and ideas. Both companies and our own students should gain a deep insight into technologies and applications with direct relevance to industry.

With the professors and scientific staff, an environment is created that enables application-oriented research at the highest level. Currently, seven doctoral programs are conducted within the institute with various partner universities in Germany and abroad, all of which make an important contribution to the innovative advancement of mechanical engineering in the 21st century.

The founding members of the IAAM cover a broad range of competencies in mechanical engineering and related disciplines. The IAAM's services are primarily aimed at small and medium-sized enterprises, with the goal of providing these companies with access to the latest technologies and thus contributing to the interdisciplinary development of the working world of the 21st century.

The IAAM bundles all core competencies along the entire value chain of digital production. The main focus is on the work areas of the founding professorships:



Prof. Pamela Stöcker

Subject area:
Product development and design systematics
pamela.stoecker@fh-aachen.de
P: +49.241.6009 52501



Prof. Markus Schleser

Subject area:
Joining and cutting technology / laser technology
schleser@fh-aachen.de
P: +49.241.6009 52385



Prof. Sebastian Bremen

Subject area:
Manufacturing technology and additive manufacturing
bremen@fh-aachen.de
P: +49.241.6009 52473



Prof. Jörg Wollert

Subject area:
Embedded systems and Industry 4.0
wollert@fh-aachen.de
P: +49.241.6009 52503



Prof. Stephan Kallweit

Subject area:
Robotics and automation technology
kallweit@fh-aachen.de
P: +49.241.6009 52348



Prof. Peter Kämper

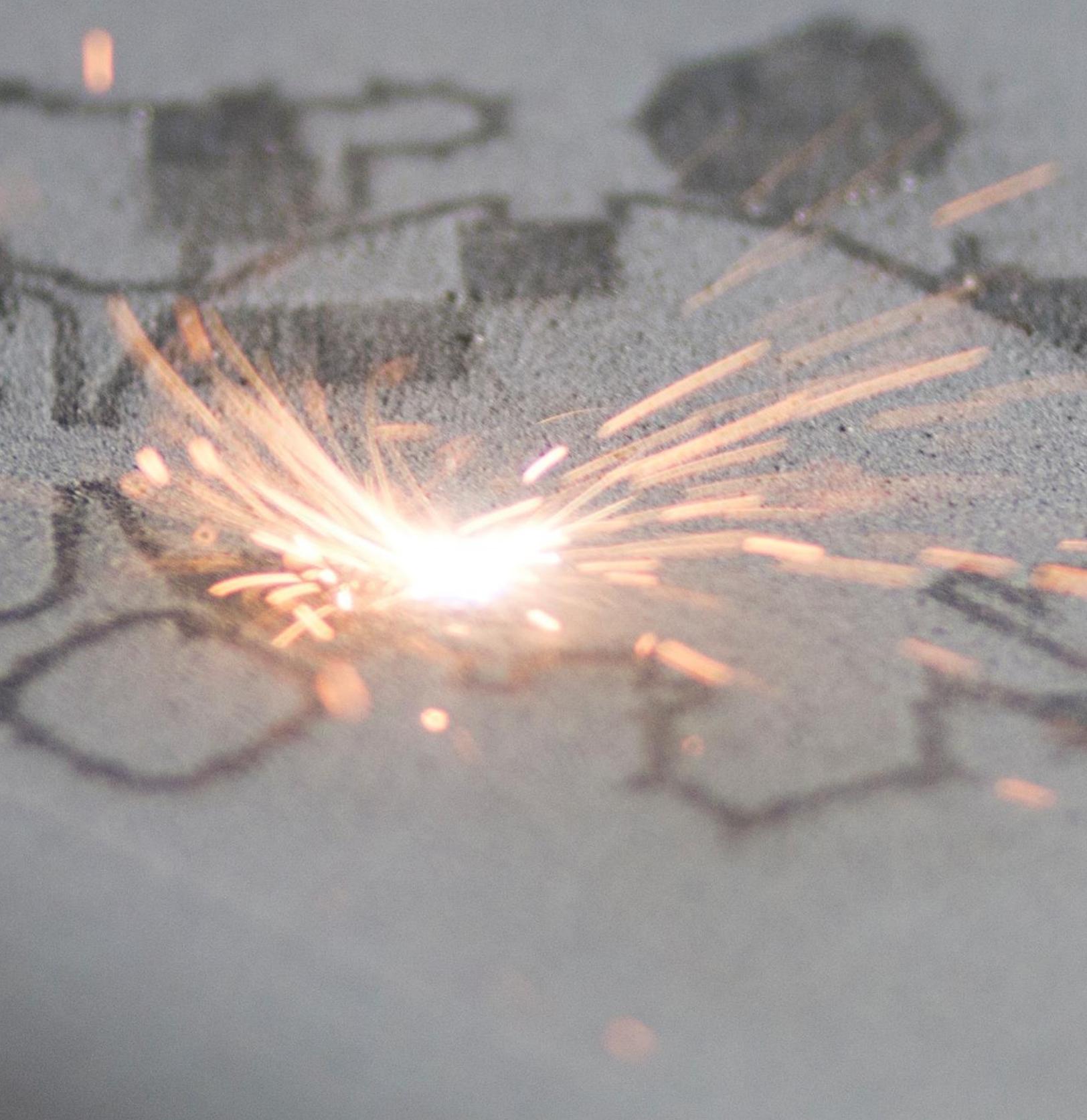
Subject area:
Microsystem technology and sensor technology
kaemper@fh-aachen.de
P: +49.241.6009 52500



Prof. Nils Luft

Subject area:
Intralogistics and factory planning
nils.luft@fh-aachen.de
P: +49.241.6009 52501

Additive Fertigung



GoetheLab

GoetheLab



M1 Cusing - Concept Laser



X Line 2000 R - Concept Laser

LPBF Systeme des GoetheLab. (LPBF Systems of the GoetheLab)

Das Rapid Prototyping und das Additive Manufacturing haben sich im Verlauf des vergangenen Jahrzehnts als Teilprozesse der Produktentwicklung und Fertigungstechnik etabliert. Im Jahr 2010 hat sich am Fachbereich für Maschinenbau und Mechatronik ein junges und technikbegeistertes Team gebildet, welches sich der Thematik der additiven Fertigungstechniken widmet. Das so entstandene GoetheLab ist stetig gewachsen und umfasst mittlerweile 20 Mitarbeiter.

Der Themenschwerpunkt liegt auf der Weiterentwicklung und industriellen Nutzung unterschiedlicher additiver Fertigungsverfahren für die Verarbeitung von Metallen, Polymeren und Sonderwerkstoffen.

Diese neue Fertigungstechniken bieten durch den schichtweisen Aufbau eine enorme Geometriefreiheit, wodurch Funktionen ressourceneffizient und ohne zusätzlichen Aufwand in Bauteile integriert werden können.

Forschungsschwerpunkte in aktuellen öffentlich geförderten oder bilateralen Projekten sind die Ermittlung neuer industrieller Einsatzmöglichkeiten des 3D-Drucks, die Erschließung neuer Materialien sowie die konstruktive und fertigungsgerechte Gestaltung von Bauteilen. Zur Durchführung dieser Projekte verfügt das Lehrgebiet über eine umfangreiche Anlagenausstattung.

Seit 2013 besteht eine gemeinsame Forschungsgruppe mit dem Fraunhofer Institut für Lasertechnik ILT im Bereich der additiven Fertigung, die durch den Lehrgebietsinhaber Prof. Dr.-Ing. Bremen geleitet wird.

Rapid prototyping and the further development of additive manufacturing have established themselves as sub-processes of product development and manufacturing technology over the past decade. In 2010, a young team of technology enthusiasts was formed at the Department of Mechanical Engineering and Mechatronics to work on the subject of additive manufacturing techniques. The resulting GoetheLab has grown steadily and now has 20 employees.

The main focus is on the further development and industrial use of different additive manufacturing techniques for the processing of metals, polymers and special materials.

These new manufacturing techniques offer enormous freedom from geometry due to their layer-by-layer structure, allowing functions to be integrated into components in a resource-efficient manner and without additional effort.

Current publicly funded or bilateral projects focus on the identification of new industrial applications for 3D printing, the development of new materials, and the design of components in line with construction and production requirements. The department has extensive equipment at its disposal for carrying out these projects.

Since 2013, there has been a joint research group with the Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT in the field of additive manufacturing, which is headed by the chair holder Prof. Dr.-Ing Sebastian Bremen.



**Prof. Dr.-Ing.
Sebastian Bremen**

E-Mail: bremen@fh-aachen.de
Phone: +49.241.6009 52681

Studierende wünschen sich mehr Praxis!

Connecting Technologies

„Connecting Technologies“ bedeutet Module eines Studiengangs zu verknüpfen, Studierende und Lehrende miteinander zu vernetzen, sowie Anwendende mit den Prozessen interagieren zu lassen.

Im Rahmen des Projekts wird eine Plattform entwickelt, die zukünftige Absolvierende praxisnah qualifiziert und Fertigungsanlagen sowie Prozesse für die additive Fertigung und die Fügetechnologien virtualisiert. Hierzu werden modulübergreifende Inhalte in Zusammenhang gebracht, um exemplarisch die Inhalte der Lehrgebiete von Prof. Bremen und Prof. Schleser praxisnah zu vermitteln.

Alle Studierende erhalten die Möglichkeit, praxisnahe Zusammenhänge innerhalb eines Studiengangs in einer sicheren virtuellen Umgebung anzuwenden. Abgerundet wird dies durch die physische Anwendung vor Ort, begleitet durch das virtuelle Abbild der Anlagen oder des Prozesses. Hierdurch ergeben sich unter anderem folgende signifikante Verbesserungen in der Lehre:

- Besseres Verständnis der Funktionsprinzipien der Fertigungsverfahren
- Unterstützung des selbstständigen Lernens
- Digitales Erarbeiten von Problemlösungen im Team
- Integration von Kontrollfragen/Quiz zur Wissensverfestigung
- Digitaler oder hybrider Betrieb der Fertigungsanlagen sowohl online als auch in Präsenz
- Weiterentwicklung und Übertragung auf weitere Fertigungsverfahren, Prozesse und Lehrgebiete

In forschungstarken und industrienahen Lehrgebieten wie ist eine anwendungsnahe und praxisorientierte Lehre zwingend notwendig. Absolvierende benötigen für die zukünftige Arbeitswelt außerdem zunehmend mehr digitale, praxisnahe Kompetenzen. Dies gilt unabhängig von Corona, wurde aber an der FH Aachen, durch den Zwang zur Online-Lehre besonders deutlich.



Projekt
Connecting Technologies
11.2021 – 10.2023

Contact:
Markus Giese
giese@fh-aachen.de

"Connecting Technologies" means linking modules of a degree programme, connecting students and teachers with each other and allowing users to interact with the processes.

Within the framework of the project, a platform is being developed that provides future graduates with practical qualifications and virtualises production facilities and processes for additive manufacturing and joining technologies. For this purpose, cross-module contents are brought together in order to convey the contents of the teaching areas of Prof. Bremen and Prof. Schleser in a practice-oriented manner.

All students are given the opportunity to apply practical contexts within a degree programme in a secure virtual environment. This is rounded off by the physical application on site, accompanied by the virtual image of the plants or the process. This results in the following significant improvements in teaching, among others:

- Better understanding of the functional principles of the manufacturing processes
- Support for independent learning
- Digital development of problem solutions in teams
- Integration of control questions/quizzes for knowledge consolidation
- Digital or hybrid operation of the production facilities both online and in attendance
- Further development and transfer to other manufacturing methods, processes and teaching areas

In research-intensive and industry-related fields of teaching, such as the manufacturing industry, application-oriented and practice-oriented teaching is essential. Graduates also increasingly need more digital, practical skills for the future world of work. This applies independently of Corona but became particularly clear at Aachen University of Applied Sciences due to the compulsion to teach online.



Ministry of Culture and Science
of the State of
North Rhine-Westphalia



STIFTERVERBAND
Bildung. Wissenschaft. Innovation.

Drucken ohne Stützen

Printing without support structures

Die Additiven Fertigungsverfahren auf Basis von Photopolymeren und selektiver Belichtung, wie beispielsweise die Stereolithographie (SLA) oder Projektionsverfahren (DLP), stellen aktuell die 3D-Druckverfahren mit höchster Auflösung und Oberflächengüte dar. Ein Nachteil sind Stützstrukturen, welche bei geometrisch komplexeren Bauteilen notwendig sind. Das vom Fraunhofer Institut für Lasertechnik (ILT) entwickelte TwoCure Verfahren vermeidet diese Stützstrukturen über eine spezielle Temperaturführung, eine Kombination aus Lichthärten und Einfrieren. Im Forschungsvorhaben AIPhaMat werden auf Basis dieses Verfahrens gemeinsam Herausforderungen und Limitierungen bei bekannten Werkstoffen beseitigt und neue Formulierungen von Photoharzen untersucht.

Der Forschungsverbund ist aufgrund der interdisziplinären Charakteristik der Thematik breit aufgestellt. Die Firma Dreve verfügt über das notwendige Wissen im Bereich Materialentwicklung und die Erfahrung für erste Beispielapplikationen. Das Fraunhofer ILT bietet die entsprechende Prozesskenntnis und verfügt über weitreichende Erfahrungen zur Materialentwicklung. Das GoetheLab wird das Vorhaben in den Bereichen Produktcharakterisierung sowie Produktqualifizierung unterstützen. Verstärkt wird das Vorhaben durch die Firma IWF, die entsprechende Handlungsempfehlungen in den Bereichen Kundenbedarf, Prozessstrukturierung und Materialeinsatz erarbeitet sowie angepasste Schulungskonzepte entwickelt.

Die Produktcharakterisierung und insbesondere die Produktqualifizierung der gedruckten Bauteile ist ein Schlüsselement hin zu einer additiven Produktion von Polymerbauteilen. Durch eine Vergleichsanalyse wird zunächst das Verfahren in die Prozesse der additiven Fertigung eingeordnet. Nach der Charakterisierung spezieller Probekörper werden diese auf unterschiedlichsten industriellen additiven Fertigungsanlagen hergestellt und durch die analysierte Vergleichsmaßstabsdefinition evaluiert. Durch mechanische Untersuchungen erfolgt anschließend eine Produktcharakterisierung.



Projekt AIPhaMat
04.2019 – 03.2022

Contact:
Karim Abbas, M.Eng.
abbas@fh-aachen.de

Additive manufacturing processes based on photopolymers and selective exposure, such as stereolithography (SLA) or projection processes (DLP), currently represent the 3D printing processes with the highest resolution and surface quality. One disadvantage is support structures, which are necessary for geometrically more complex components. The TwoCure process developed by the Fraunhofer Institute for Laser Technology (ILT) avoids these support structures by means of a special temperature control, a combination of light curing and freezing. In the AIPhaMat research project, challenges and limitations in known materials are being jointly eliminated on the basis of this process, and new formulations of photo resins are being investigated.

The research network is broadly based due to the interdisciplinary nature of the subject. The Dreve company has the necessary knowledge in the field of material development and the experience for initial example applications. The Fraunhofer ILT offers the corresponding process knowledge and has further experience in material development. The GoetheLab will support the project in the areas of product characterization and product qualification. The project will be supported by IWF, which will develop recommendations for action in the areas of customer requirements, process structuring and material use, as well as customized training concepts.

Product characterization and, in particular, product qualification of printed components is a key element towards additive production of polymer components. A comparative analysis is first used to classify the process in the additive manufacturing processes. After characterization of special test specimens, these are produced on a wide variety of industrial additive manufacturing equipment and evaluated by the analyzed comparative scale definition. Subsequently, a product characterization is carried out by mechanical examinations.

2014 EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung

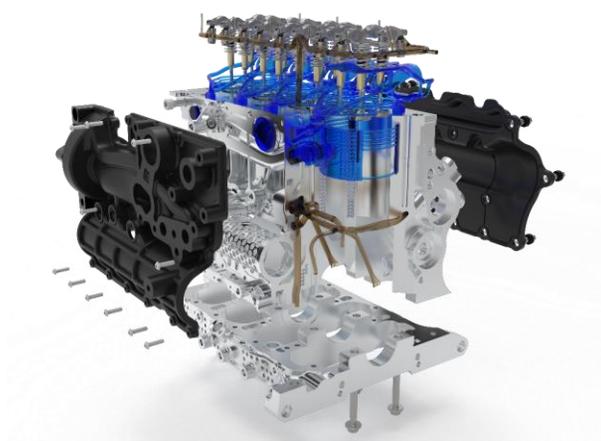


EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Motorenbau leicht gemacht

Engine building made easy

Ziel des Verbundprojektes „LEIMOT“ ist die Entwicklung eines additiv hergestellten Verbrennungsmotors mit einer Verringerung des Motorgewichts von 30-40%, bei verbessertem Betriebswirkungsgrad, Betriebsverhalten, Thermomanagement und reduzierter Geräuschentwicklung. Der Projektverbund deckt ein breit gefächertes Kompetenzfeld ab und umfasst sowohl Anwender und Entwickler aus der Industrie wie auch aus der Forschung.



LeiMot Motorkonzept.

Neue Konstruktions-, Auslegungs- und Herstellungsverfahren werden in Zukunft stärker auf den Produktentwicklungsprozess Einfluss nehmen. Ziel des Vorhabens ist es, den Verbrennungsmotor auf zukünftige Herstellungsverfahren auszurichten und neue Potentiale zu nutzen. Die heutigen konventionellen Herstellverfahren lassen mittelfristig kaum größere Entwicklungsschritte erwarten. Der Ansatz des Vorhabens ist, frei von Herstellungsrestriktionen wie Gusskernen oder Entformungen, die einen erheblichen Einfluss auf die Gestaltung von z.B. Kurbelgehäuse und Zylinderkopf haben. Zur Erreichung dieser Ziele wird das selektive Laserstrahlschmelzen (SLM) für metallische Motorkomponenten, neben hochbelastbaren Kunststoffkomponenten aus Faserverbundwerkstoff eingesetzt.



Projekt LeiMot

07.2018 – 03.2022

Contact:

Marco Skupin, B.Sc.
skupin@fh-aachen.de

The aim of the "LEIMOT" joint project is to develop an additively manufactured internal combustion engine with a reduction in engine weight of 30-40%, improved operating efficiency, operating behaviour, thermal management and reduced noise development. The project network covers a broad field of expertise and includes users and developers from industry as well as from research.



LeiMot Motor Concept.

New design, layout and manufacturing processes will have a greater influence on the product development process in the future. The aim of the project is to align the internal combustion engine with future manufacturing processes and to exploit new potential. Today's conventional manufacturing processes are unlikely to lead to major development steps in the medium term. The approach of the project is to be free of manufacturing restrictions such as casting cores or demolding, which have a considerable influence on the design of e.g. crankcase and cylinder head. To achieve these goals, selective laser beam melting (SLM) will be used for metallic engine components, in addition to highly stress able plastic components made of fiber reinforced composites.

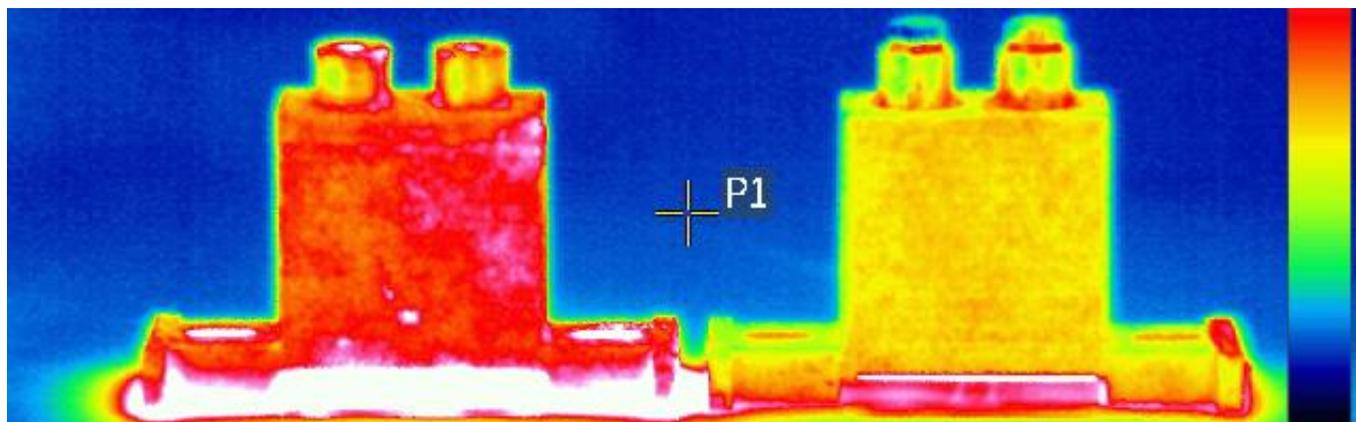
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Thermalkontrolle von Satellitenkomponenten

Thermal control of satellite components



Thermografiebild eines Latentwärmespeichers (Thermographic image of a latent heat storage tank).

Die Thermalkontrolle von Satellitenkomponenten hat einen entscheidenden Einfluss auf die Messgenauigkeit der Instrumente. Durch die stark schwankenden externen Temperaturen im Orbit und die unterschiedlichen Operationsmodi im Inneren des Satelliten unterliegen die Messinstrumente einem zyklischen Wechsel von Ausdehnung und Schrumpfung. Diese Verformung betrifft vor allem die metallischen Komponenten und verringert neben der Messgenauigkeit auch die Lebensdauer der Instrumente.

Im Forschungsvorhaben „Infused Thermal Solutions“ (ITS) wird in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Markus Czupalla vom Fachbereich Luft- und Raumfahrttechnik die Verwendung von bereits erprobten Latentwärmespeichern in Kombination mit der additiven Fertigung untersucht. Insbesondere die Geometriefreiheit der additiven Fertigungsverfahren bietet hierbei enorme Vorteile. Die Einbettung von „Phase Change Material“ (PCM) in additiv gefertigte doppelwandige Gehäuse ist ein neuartiger Ansatz, um eine passive Thermalkontrolle zu erreichen, ohne weitere Peripherie mitführen zu müssen. Durch die Gitterstrukturen innerhalb der Gehäusewandung wird zum einen eine Gewichtsreduktion und zum anderen eine Effizienzsteigerung der Wärmeübertragung in das PCM erzielt. Die Phasenübergänge des PCM sorgen dabei für eine hohe Pufferkapazität für thermische Schwankungen.

The thermal control of satellite components has a decisive influence on the measurement accuracy of the instruments. Due to the strongly fluctuating external temperatures in orbit and the different operation modes inside the satellite, the measuring instruments are subject to a cyclic change of expansion and contraction. This deformation mainly affects the metallic components and reduces not only the measurement accuracy but also the lifetime of the instruments.

In the research project "Infused Thermal Solutions" (ITS), the use of already tested latent heat accumulators in combination with additive manufacturing is being investigated in collaboration with Prof. Dr. Markus Czupalla from the Department of Aerospace Engineering. The geometric freedom of additive manufacturing processes in particular offers enormous advantages here. The embedding of "phase change material" (PCM) in additively manufactured double-walled housings is a novel approach to achieve passive thermal control without having to carry further peripherals. The internal lattice structures within the enclosure wall achieve both a weight reduction and an increase in the efficiency of heat transfer into the PCM. The phase transitions of the PCM provide a high buffer capacity for thermal fluctuations.



Projekt ITS

04.2019 – 03.2022

Contact:

Fabian Eichler, M.Sc.
eichler@fh-aachen.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

WIR!–Wandel durch Innovation in der Region

WE! change through innovation in the region

Das Programm „WIR!- Wandel durch Innovation in der Region“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gibt den Anstoß für neue regionale Bündnisse und einen nachhaltigen innovationsbasierten Strukturwandel in allen strukturschwachen Regionen Deutschlands. WIR!-Bündnisse, welche die Umsetzungsphase erreichen, werden bis zu 6 Jahre lang mit bis zu 15 Mio.€ gefördert.

Das WIR!-Bündnis LASER.region.AACHEN steht für gemeinschaftliche lasertechnische Lösungen. Mit dem Bündnis soll die LASER.region.AACHEN zu einem global sichtbaren Vorreiter für agile Lösungen laserbasierter Produktionstechniken etabliert werden. Der Wandel in der Region soll vor allem von inhabergeführten, mittelständischen Unternehmen betrieben und unterstützt durch die starke regionale Forschung realisiert werden. Durch die Produktion und Nutzung dieser neuen laserbasierten Produktionslösungen sollen nachhaltig Arbeitsplätze und wirtschaftliche Erfolgsfaktoren für die LASER.region.AACHEN geschaffen werden.

Nach der vorangegangenen geförderten Konzeptphase reichte das Konsortialteam bestehend aus Clean-Lasersysteme GmbH, RWTH Aachen und FH Aachen zum Mai 2021 ein umfassendes Konzept für die LASER.region.AACHEN ein. Dieses Konzept wurde vom PT Jülich und dem BMBF geprüft und im September 2021 bewilligt. Somit stehen dem Konsortium der LASER.region.AACHEN nun in den kommenden 3 Jahren 8 Mio. € Fördermittel für die ersten Umsetzungsprojekte zur Verfügung. In einer nachgelagerten zweiten Förderphase könnten nach einer erfolgreichen Zwischenbewilligung erneut 7 Mio. € Fördermittel folgen. Diese dringend benötigten Fördermittel fließen in verschiedene technische und sozio-ökonomische Umsetzungsprojekte die gezielt den Strukturwandel von der Bergbauregion zur LASER.region.AACHEN vorantreiben.



The program "WIR! - Change through Innovation in the Region" from the Federal Ministry of Education and Research provides the impetus for new regional alliances and sustainable innovation-based structural change in all structurally weak regions of Germany. WIR! alliances that reach the implementation phase receive funding of up to €15 million for up to 6 years.

The WIR! alliance LASER.region.AACHEN stands for joint laser technology solutions. The alliance aims to establish LASER.region.AACHEN as a globally visible pioneer for agile solutions in laser-based production technologies. The transformation in the region is to be driven primarily by owner-operated, medium-sized companies and realized with the support of strong regional research. The production and use of these new laser-based production solutions should create sustainable jobs and economic success factors for LASER.region.AACHEN.

After the previous funded concept phase, the consortium team consisting of Clean-Lasersysteme GmbH, RWTH Aachen University and Aachen University of Applied Sciences submitted a comprehensive concept for LASER.region.AACHEN by May 2021. This concept was reviewed by PT Jülich and the BMBF and approved in September 2021. This means that the LASER.region.AACHEN consortium now has €8 million in funding available for the first implementation projects over the next 3 years. In a subsequent second funding phase, another €7 million in funding could follow after a successful interim approval. These urgently needed funds will flow into various technical and socio-economic implementation projects that specifically promote the structural change from a mining region to LASER.region.AACHEN.

Projekt WIR!
LASER.region.AACHEN
09.2020 – 05.2021

Contact:
Markus Schleser
schleser@fh-aachen.de
Sebastian Bremen
bremen@fh-aachen.de

wir! Wandel durch
Innovation
in der Region

Gefördert vom



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gründungszentrum der FH Aachen

Foundation Center of the FH Aachen

Die Maßnahme StartUpLab@FH verfolgt die Intention, „Idee- und Kreativräume einzurichten und den Gründergeist an den Hochschulen zu fördern“. Am Campus Eupener Straße entsteht durch das StartUpLab@FH geförderte Projekt „Match Box“ auf über 450m² Fläche ein Ort für Gründungsinteressierte. Die Gründungsteams erwarten eine Prototypenwerkstatt mit verschiedenen Bereichen, wie Elektronik, Holz- und Metallbearbeitung sowie Ausrüstung zur additiven Fertigung in Industriequalität. Neben Office und Co-Working Spaces steht zusätzlich Raum für Events, Workshops und für Lehrveranstaltungen zur Verfügung.

Durch individuelle Angebote wie Coaching und Beratung erhalten Gründungsinteressierte und Hochschulangehörige die optimale Unterstützung, um ihre innovative Idee voranzutreiben. Im Fokus steht dabei die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Angehörigen verschiedener Fachbereiche. Dafür werden anhand von Team-Matchings verschiedene Expertisen vereint, mit dem Ziel optimale Teams zu bilden.

Dies spiegelt sich auch bei den fachübergreifenden MitarbeiterInnen und ProfessorInnen des Projekts wieder, welche verschiedene Kompetenzen und Erfahrungen mitbringen. Hierzu zählen unter anderem:

- Prof. Dr.-Ing. Martin Wolf
- Prof. Dr. rer. pol. Constanze Chwallek
- Prof. Dipl.-Kom. Christoph Scheller
- Prof. Dipl.-Des. Eva Vitting
- Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Sebastian Bremen

Das Projekt Match Box trägt zudem gemeinsam mit dem Projekt Founded@FHAachen dazu bei, dass Gründungszentrum der FH Aachen aufzubauen, an dem alle Hochschulangehörigen eine optimale und langfristige Gründungsunterstützung erhalten.



The StartUpLab@FH measure pursues the intention of "setting up idea and creative spaces and promoting the start-up spirit at universities". At the Eupener Straße campus, the StartUpLab@FH funded project "Match Box" is creating a place for people interested in founding a company on an area of over 450m². The start-up teams can expect a prototype workshop with different areas, such as electronics, wood and metal processing as well as equipment for additive manufacturing in industrial quality. In addition to office and co-working spaces, there is also space for events, workshops and teaching events.

Through individual offers such as coaching and consulting, people interested in founding a company and university members receive optimal support to advance their innovative idea. The focus is on interdisciplinary cooperation between members of different departments. For this purpose, different expertise is combined by means of team matching, with the aim of forming optimal teams.

This is also reflected in the interdisciplinary staff and professors of the project, who bring different competences and experiences. These include, among others:

- Prof. Dr.-Ing. Martin Wolf
- Prof. Dr. rer. pol. Constanze Chwallek
- Prof. Dipl.-Kom. Christoph Scheller
- Prof. Dipl.-Des. Eva Vitting
- Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Sebastian Bremen

The Match Box project, together with the Founded@FHAachen project, also contributes to the establishment of a start-up center at Aachen University of Applied Sciences, where all university members receive optimal and long-term start-up support.

Gründungszentrum FH Aachen

04.2020 – 03.2024

Contact:

Dr.-Ing. Johannes König
koenig@fh-aachen.de

Markus Giese, M.Sc.
giese@fh-aachen.de



GEFÖRDERT VOM



Embedded Electronics im Fused Layer Modelling

Embedded electronics in Fused Layer Modelling

Der Einsatz der additiven Fertigung mit Faserverbundwerkstoffen gewinnt zunehmend an Bedeutung für diverse Industriesegmente. Die hohen Anforderungen an die Sicherheit und Zuverlässigkeit stellen hierbei jedoch neue Herausforderungen dar. Die Möglichkeit Sensorik während des Fertigungsprozesses zu integrieren, eröffnet neue Potentiale der Hybridbauweise. Solche embedded Systeme ermöglichen ein Monitoring kritischer Leichtbaukomponenten.

Die enormen Optimierungspotenziale durch den Einsatz additiver Fertigungstechnologien, deren Materialien, wie z.B. Faserverbundwerkstoffe und der Möglichkeit der Funktionsintegration sind aufgrund von fehlenden Fachkenntnissen zurzeit noch weitestgehend ungenutzt.

Im Rahmen dieses Projekts werden daher die verschiedenen Möglichkeiten der Funktionsintegration (Aktuatoren, Sensoren, Batteriezellen, Crashelemente, etc.) näher untersucht und deren Potenzial zur schnellen Erreichung einer Serienreife bestimmt. Der Fokus liegt auf dem additiven Extrusionsverfahren, dem sogenannten Fused Layer Modelling, sowie dem Einsatz von Kurz- und Endlosfasern. Erste Konzeptstudien an kleinen, realitätsnahen Demonstratoren sollen helfen den Bereich mit größtem Anwendungspotenzial zu identifizieren. Hierzu kooperieren die Fachbereich 8 (Prof. Bremen) und 6 (Prof. Braun und Prof. Weber).

Angestrebt werden drei Projektschwerpunkte:

1. Prozessentwicklung für den Hybridbau mit Faserverbundwerkstoffen.
2. Ermittlung der Einflussfaktoren der Bauteilmanipulation durch integrierte Elektronik.
3. Leichtbaustrategien in Kombination mit Embedded Electronics.



Projekt EmbeddedAF

Contact:

Karim Abbas, M.Eng.
abbas@fh-aachen.de

The use of additive manufacturing AM with fiber composites is becoming increasingly important for diverse industrial segments. However, the high demands on safety and reliability pose new challenges in the field of AM. The possibility to integrate sensor technology during the manufacturing process opens new potentials of hybrid construction. Embedded systems enable monitoring of critical lightweight components.

The enormous potential for optimization using additive manufacturing technologies, their materials, such as fiber composites, and the possibility of function integration are currently still largely untapped due to a lack of expertise.

In this project, the various options for functional integration (actuators, sensors, battery cells, crash elements, etc.) will therefore be investigated in more detail and their potential for quickly achieving series maturity determined. The focus here is on the additive extrusion process, so-called fused layer modeling, and the use of short and continuous fibers. Initial concept studies on small, realistic demonstrators will help to identify the area with the greatest application potential. Faculty 8 (Prof. Bremen) and Faculty 6 (Prof. Braun and Prof. Weber) cooperate on this.

Three project focal points are aimed at:

1. Process development for hybrid construction with fiber composites.
2. Determination of factors influencing component manipulation by integrated electronics.
3. Lightweight design strategies in combination with embedded electronics.





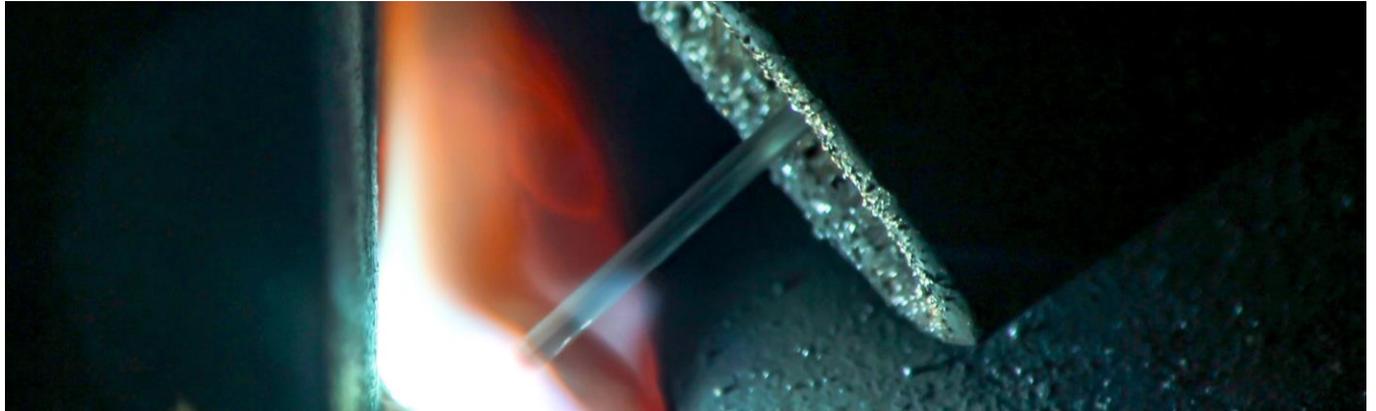
High Power Laser

Innovative Fügetechnik

The background of the slide is an abstract, futuristic composition. It features a gradient of light blue and white, with numerous thin, glowing lines in shades of blue and purple that crisscross the space. There are also larger, soft-edged shapes and a bright, glowing area on the left side, creating a sense of depth and movement. The overall aesthetic is clean, modern, and high-tech.

Fügetechnische Labore

Welding laboratories



MAG-Schweißen. (MAG welding.)

Die Fügetechnik ist eine Schlüsseltechnologie sowohl in handwerklich geprägten als auch in industriellen Produktionsumgebungen. Kaum ein Produkt kommt ohne sie aus, dies galt bereits für einfachste Werkzeuge in der Steinzeit und gilt heutzutage umso mehr für komplexe aktuelle Produkte, beispielsweise moderne Fahrzeugkarosserien in Multimaterialbauweise.

Die fügetechnischen Labore am Fachbereich Maschinenbau und Mechatronik umfassen ein schweißtechnisches Labor, ein klebtechnisches Labor sowie ein metallographisches Labor mit umfassender moderner Anlagenausstattung. Die Themenschwerpunkte in den Laboren liegen auf der industriegerechten Anwendung und Weiterentwicklung der Verfahrens- und Prozesstechnik sowie deren Integration in die Prozesskette.

Neben der praxisnahen Ausbildung von Studierenden kooperiert das Forschungsgebiet Fügetechnik eng mit der Industrie in Form von Abschlussarbeiten, passgenauen Schulungen, direkten F&E-Dienstleistungen sowie größeren, meist öffentlich geförderten Forschungsprojekten. Aktuelle Forschungsfelder sind beispielsweise das automatisierte Schweißen kleiner Losgrößen zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit, die Entwicklung eines ergonomischen Beizpinsels zur effizienten Nachbearbeitung von Schweißnähten, die Entwicklung einer neuartigen Technologie und Anlagentechnik zum Laserstrahlschweißen im Vakuum sowie das Fügen additiv gefertigter Bauteile oder natürlich gewachsener Bambusrohre.

Joining technology is a key technology in both craft-based and industrial production environments. Hardly any product can do without it; this was already true for the simplest tools in the Stone Age and is even more true today for complex current products, such as modern vehicle bodies in multi-material construction.

The joining technology laboratories at the Department of Mechanical Engineering and Mechatronics include a welding technology laboratory, a bonding technology laboratory and a metallographic laboratory with comprehensive modern equipment. The laboratories focus on the industrial application and further development of process technology and its integration into the process chain.

In addition to the practical training of students, the Joining Technology research area cooperates closely with industry in the form of theses, tailored training courses, direct R&D services and larger, mostly publicly funded research projects. Current research fields include, for example, automated welding of small batches to increase economic efficiency, the development of an ergonomic pickling brush for efficient post-processing of weld seams, the development of a novel technology and plant engineering for laser beam welding in a vacuum, and the joining of additively manufactured components or naturally grown bamboo tubes.

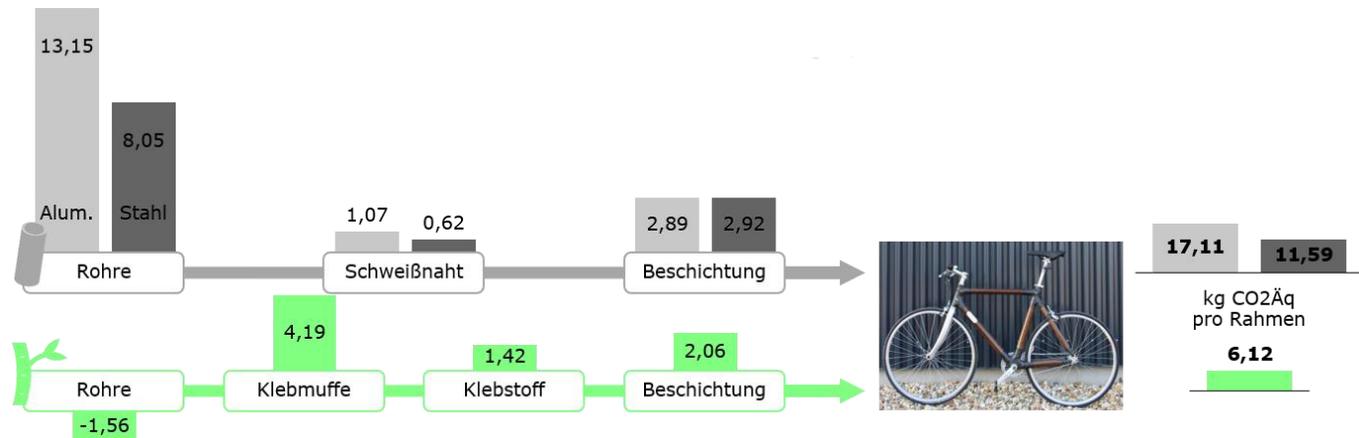


**Prof. Dr.-Ing.
Markus Schleser**

E-Mail: schleser@fh-aachen.de
Phone: +49.241.6009 52368

Industrieller Leichtbau mit Bambusrohr

Industrial lightweight construction with bamboo cane



Carbon Footprint von Fahrradrahmen. (Carbon footprint of bicycle frame.)

Im Förderprojekt „LeBam“ wird ein umweltfreundlicher Verbinder für Bambusrohre entwickelt. Mit diesem Verbinder wird ein Fahrrad-Prototyp hergestellt, der gegenüber Stahl-, Aluminium- oder CFK-Fahrradrahmen einen deutlich geringeren Carbon Footprint aufweist. Der Projektpartner Bernds GmbH & Co. KG entwickelt und fertigt mit 30 Jahren Erfahrung Kompakträder.

Übergeordnetes Ziel des Vorhabens ist es, Bambusrohr als nachwachsenden, klimaneutralen Leichtbauwerkstoff industriell nutzbar zu machen. Die neuartige Verbindungstechnologie ermöglicht eine schnelle, kostengünstige, qualitätsgesicherte Fertigung, erstmals echte Skaleneffekte und damit einen nennenswerten ökologischen Vorteil.

Die Forschungsarbeiten des IAAM konzentrieren sich auf die Entwicklung der Verbindungstechnologie: Eine leichtbaugerechte Klebmuffe ermöglicht einen schnellen Fügevorgang und gleicht die natürlichen geometrischen Toleranzen des Bambusrohrs aus. Wesentliche Ziele sind die Gestaltung einer effizienten Klebschicht, der Einsatz kostengünstiger sowie umweltfreundlicher Fertigungsverfahren und die Verwendung nachhaltiger Werkstoffe.

In the "LeBam" funding project, an environmentally friendly connector for bamboo tubes is being developed. With this connector, a bicycle prototype is being produced that has a much lower carbon footprint compared to steel, aluminium or CFRP bicycle frames. The project partner Bernds GmbH & Co. KG develops and manufactures compact bicycles with 30 years of experience.

The overall goal of the project is to make bamboo cane industrially usable as a renewable, climate-neutral lightweight construction material. Up to now, bamboo cane has only been processed in complex, manual procedures. The novel joining technology enables fast, cost-effective, quality-assured production, real economies of scale for the first time and thus a significant ecological advantage.

The research work at the FH Aachen concentrates on the development of the joining technology: a lightweight construction enables a fast joining process and compensates for the natural geometric tolerances of the bamboo cane. Key objectives are the design of an efficient adhesive layer, the use of cost-effective as well as environmentally friendly manufacturing processes and the use of sustainable materials.



Projekt LeBam

06.2021 – 06.2023

Contact:

Simon Blum, M.Eng.
s.blum@fh-aachen.de

Yannic Windeln, M.Eng.
windeln@fh-aachen.de

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

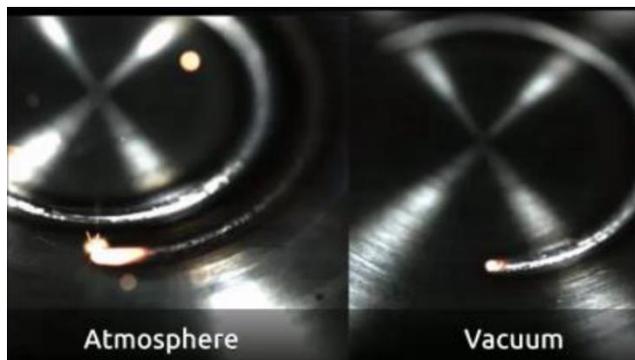
www.dbu.de

Laserstrahlschweißen im Vakuum

Laser welding in vacuum

Das Team um Prof. Dr.-Ing. Markus Schleser entwickelt das Laserstrahlschweißen mit mobilem Vakuum zur Marktreife. Hierbei arbeitet er mit dem herzenrath-Unternehmen LaVa-X zusammen. Das technologisch neuartige Verfahren ist nicht nur präziser und sauberer als etablierte Schweißmethoden, sondern auch deutlich umweltfreundlicher.

Im Vergleich zum konventionellen Schweißen an Atmosphäre lässt sich die Einschweißtiefe durch das Vakuum signifikant erhöhen – und dass bei gleichzeitiger Steigerung der Qualität.



Vergleich Schweißpunkt unter Atmosphäre und im Vakuum. (Comparison of weld spot under atmosphere and in vacuum.)

Das Werkstück, welches bearbeitet werden soll, befindet sich beim Laserstrahlschweißen mit lokalem Vakuum nicht mehr wie sonst üblich in einer stationären Vakuumkammer. Das Vakuum wird innerhalb des lokalen Vakuumsystems nur ganz lokal um die Schweißstelle generiert und die Schweißnaht wird durch eine Scanneroptik, die den Laserstrahl bewegt, erzeugt. Dadurch eignet sich das Verfahren besonders für die Verarbeitung hochfester Aluminiumwerkstoffe, die im Allgemeinen aufgrund ihrer Heißrissanfälligkeit als zum Schweißen ungeeignet gelten. Der prädestinierte Anwendungsfall ist das Fügen von hochfesten Aluminiumblechen bei der Herstellung von Automobilkarosserien.



Projekt LaLoVak

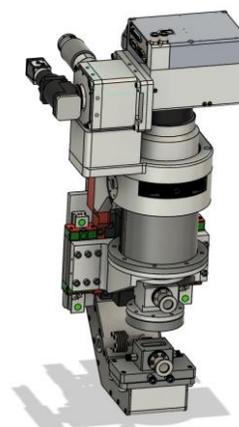
04.2021 – 09.2023

Contact:

Dr. Benjamin Gerhards
b.gerhards@fh-aachen.de

Prof. Dr.-Ing. Markus Schleser's team is developing laser beam welding with local vacuum to market maturity. He is cooperation in this with the Herzogenrath-based company LaVa-X. The technologically novel process is not only more precise and cleaner than established welding methods, but also significantly more environmentally friendly.

Compared to conventional welding at atmospheric pressure, the penetration depth can be significantly increased by the vacuum – and that with a simultaneous increase in quality.



Lokales Vakuumsystem mit Scanneroptik. (Local vacuum system with scanner optics.)

In laser welding with local vacuum, the workpiece to be processed is no longer in a stationary vacuum chamber as is usually the case. The vacuum is generated within the local vacuum system only very locally around the welding area and the weld seam is created by scanner optics that moves the laser beam. This makes the process particularly suitable for processing high-strength aluminium materials, which are generally considered unsuitable for welding due to their susceptibility to hot cracking. The predestined application is the joining of high-strength aluminium sheets in the production of car bodies

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Intelligente elektrochemische Beizverfahren

Intelligent electrochemical pickling processes



Prototyp des iRemoV Bearbeitungskopf. (Prototype of the iRemoV machining head.)

Im Rahmen des ZIM-Kooperationsprojekts iRemoV wird in Zusammenarbeit mit der GSM GmbH ein innovatives System für das elektrochemische Beizen entwickelt. Eingesetzt werden soll iRemoV zur Nachbehandlung geschweißter Edelstahlbauteile. Das System ist in der Lage, alle wesentlichen prozessrelevanten Parameter zu erfassen, in engen Grenzen einzustellen und intelligent zu regeln. Das umfasst auch die Regelung der Elektrolytzufuhr, die Absaugung der im Prozess entstehenden nitrosen Gase auf Basis der Leistungsparameter des Beizprozesses sowie den Einsatz speziell angepasster Elektrolyte.

Gegenüber den derzeit verfügbaren Systemen für das mobile Beizen von lokal begrenzten Bauteilbereichen werden signifikante Verbesserungen bezogen auf Behandlungsqualität, Prozesssicherheit, Standzeit der Pinselektrode, Arbeitsschutz, Ressourceneffizienz und Automatisierbarkeit des Prozesses erreicht. Ein besseres Beizergebnis wird prozesssicherer in kürzerer Zeit erzielt. Mit dem neuen Gerät wird zudem ein teilmechanisierter Beizprozess entwickelt, welcher die Grundlage zur vollmechanischen und in der Folge zur automatischen Bearbeitung ebnet. Der Beizprozess wird damit Industrie-4.0-tauglich.

As part of the ZIM cooperation project iRemoV, an innovative system for electrochemical pickling is being developed in collaboration with GSM GmbH. iRemoV is to be used for the post-treatment of welded stainless steel components. The system is capable of recording all essential process-relevant parameters, setting them within narrow limits and controlling them intelligently. This also includes the control of the electrolyte supply, the extraction of nitrous gases generated in the process based on the performance parameters of the pickling process, and the use of specially adapted electrolytes.

Compared to the systems currently available for mobile pickling of locally limited component areas, significant improvements are achieved in terms of treatment quality, process reliability, service life of the pinselectrode, occupational safety, resource efficiency and process automation capability. A better pickling result is achieved with greater process reliability in a shorter time. The new unit also develops a partially mechanized pickling process, which paves the way for fully mechanized and subsequently automated processing. This makes the pickling process suitable for Industry 4.0.



Projekt iRemoV
01.2019 – 06.2021

Contact:
Dipl.-Ing. Hans Lingens MBA IWE
lingens@fh-aachen.de



Gefördert durch:



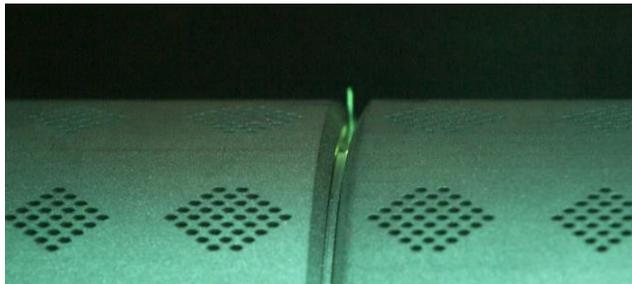
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Neuartige Vakuumpwalze

Novel vacuum roller

Ziel des ZIM-Kooperationsprojektes VacuFL3X ist die Entwicklung einer neuartigen Vakuumpwalze zum sicheren und flexiblen einseitigen Antrieb von Warenbahnen inkl. der erforderlichen Isolation von Bahnspannungen. Das System soll die bei heutigen am Markt verfügbaren Walzen vorhandenen Qualitätsprobleme eliminieren, den Wirkungsgrad erhöhen, eine konstruktiv einfache Anpassung an Kundenwünsche ermöglichen und neuartige Funktionen integrieren, die den Fertigungsprozess gedruckter Schaltungen verbessern.

Das System zeichnet sich zudem durch seine Skalierbarkeit aus, so dass es für beliebige Warenbahnbreiten eingesetzt werden kann. Dazu wird gemeinsam mit der JHT GmbH und der IWF GmbH ein Konzept entwickelt, das durch in den Walzenmantel integrierte Vakuum- und Druckdüsen ein variables und lokal begrenztes Ansaugen und Ablösen der Warenbahn ermöglicht und somit die Möglichkeit bietet, die Anpress- und Ablösekräfte variabel an das zu verarbeitende Produkt anzupassen.



LaVa-Schweißprozess am Walzen-Mantel. (LaVa-Welding process at the roller shell.)

Weiterhin zeichnet sich das System durch ebenfalls in den Walzenmantel integrierte Temperierkanäle aus, die selektiv ansteuerbar sind und eine gezielte, produktabhängige Temperierung ermöglichen. Das gesamte System wird segmentiert aufgebaut. Dies bietet erhebliche Vorteile im Hinblick auf die Skalierbarkeit auf beliebige Walzenabmessungen. Die FH Aachen erarbeitet im Projekt geeignete Füge- und Dichtkonzepte zur sicheren Verbindung der additiv gefertigten Segmente.



Projekt iRemoV

01.2019 – 06.2021

Contact:

Dipl.-Ing. Hans Lingens MBA IWE
lingens@fh-aachen.de

The aim of the ZIM cooperation project VacuFL3X is to develop a new type of vacuum roll for the safe and flexible single-sided drive of webs, including the necessary isolation of web tension. The system is designed to eliminate the quality problems associated with current rollers on the market, increase efficiency, enable simple design adaptation to customer requirements and integrate novel functions that improve the production process for printed circuits.



MSG-Schweißprozess am Walzen-Mantel. (MSG-Welding process at the roller shell.)

The system is also characterized by its scalability, so that it can be used for any web width. To this end, a concept is being developed in collaboration with JHT GmbH and IWF GmbH that enables variable and locally limited suction and release of the web by means of vacuum and pressure nozzles integrated into the roll shell, thus offering the possibility of variably adapting the contact pressure and release forces to the product to be processed.

The system is also characterized by temperature control channels integrated into the roll shell, which can be selectively controlled and enable targeted, product-dependent temperature control. The entire system is designed in segments. This offers considerable advantages in terms of scalability to any roll dimensions. In the project, the FH Aachen is developing suitable joining and sealing concepts for securely connecting the additively manufactured segments.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

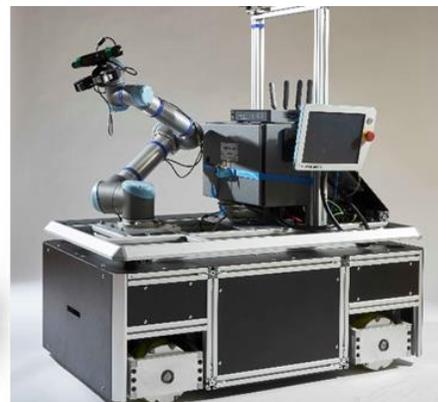
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Autonome Robotik



Labor für autonome Robotik

Lab for autonomous robots



Robotersysteme entwickelt am IAAM: Kletterroboter SMART, Feldroboter Etarob, Mobiler Manipulator Omnivil. (Robot systems developed at IAAM: Climbing robot SMART, Field robot Etarob, Mobile manipulator Omnivil.)

Die mobile Robotik stellt einen wesentlichen Bestandteil der Industrie-4.0 Strategie des IAAM dar. Prof. Dr. Stephan Kallweit leitet als Lehrgebietsinhaber für Robotik und Automatisierung die entsprechende Arbeitsgruppe „Mobile autonome Systeme“ des IAAM. Die Arbeitsgruppe befasst sich mit den drei grundlegenden Themenbereichen Umgebungswahrnehmung, autonome Navigation und Manipulation sowie der Mensch-Roboter Interaktion.

Damit ein Robotersystem autonom navigieren kann, muss es in der Lage sein seine Umgebung zu erfassen und deren grundlegende Struktur zu kartographieren. Es muss jederzeit wissen, wo es sich befindet (Lokalisierung), und einen kollisionsfreien Weg zu seinem Zielpunkt ermitteln (Pfadplanung). Durch Methoden der probabilistischen Robotik können autonome Robotersysteme auch in komplexen und unstrukturierten Umgebungen, wie sie eine industrielle Produktionsstraße darstellt, robust navigieren. Kollaborative Manipulatoren und entsprechende Sicherheitssensorik schaffen einen Arbeitsraum, in dem Roboter und Mensch gemeinsam arbeiten und sich gegenseitig unterstützen. Durch Methoden der künstlichen Intelligenz – speziell aus dem Bereich maschinelles Lernen – sind komplexe Aufgabenstellungen, z.B. aus dem Themenfeld der Manipulation, auch unter wechselnden Umgebungsparametern mit einer hohen Wiederholgenauigkeit lösbar. Solche lernenden Systeme besitzen ein großes Potential in einer Vielzahl von Anwendungsbereichen.

Im Fokus der Forschungsaktivitäten der Arbeitsgruppe steht die Implementierung neuartiger Methoden zur Generierung zukünftiger industrieller Applikationen.

Autonomous robotics is an essential part of the IAAM's Industry 4.0 strategy. Prof. Dr. Stephan Kallweit is head of the corresponding working group "Mobile Autonomous Systems" at the IAAM. The working group deals with the three basic topics of environment perception, autonomous navigation and manipulation, and human-robot interaction.

In order for a robotic system to navigate autonomously, it must be able to perceive its environment and map its basic structure. It must know where it is at all times (localization) and determine a collision-free path to its destination (path planning). Probabilistic robotics methods enable autonomous robotic systems to navigate robustly even in complex and unstructured environments such as an industrial production line. Collaborative manipulators and corresponding safety sensors create a workspace in which robots and humans work together and support each other. Using methods of artificial intelligence - especially from the field of machine learning - complex tasks, e.g. from the field of manipulation, can be solved with high repeatability even under changing environmental parameters. Such learning systems have great potential in a variety of application areas.

The research activities of the group focus on the implementation of novel methods for the generation of future industrial applications.



**Prof. Dr.-Ing.
Stephan Kallweit**

E-Mail: kallweit@fh-aachen.de

Phone: +49.241.6009 52348

Exoskelette für Einsatzkräfte

Exoskeletons for emergency forces

Gegenstand des Gründungsvorhabens EXOBOS ist die Kommerzialisierung aktiver Exoskelette für dynamische Einsatzszenarien in unstrukturierter Umgebung. Für den Markteinstieg und als primären Use-Case fokussiert sich das Vorhaben auf das Marktsegment der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), wie z.B. Feuerwehren, Rettungsdienst, THW, Bundespolizei oder auch Kampfmittelräumung.



*Rettungssanitäter beim Transport der Ausrüstung.
(Paramedics transporting the equipment.)*

Einsatzkräfte in BOS sind durch den Transport schwerer Lasten und Schutzausrüstung hohen körperlichen Belastungen ausgesetzt. Die hohen Belastungen führen zu einem vergleichsweise frühen Ausscheiden aus dem aktiven Dienst sowie zu einem geringen Frauenanteil. Der demografische Wandel und der Fachkräftemangel verschlimmern diese Problemstellung. Eine technologische Lösung stellt die Verwendung von aktiven Exoskeletten dar, welche sowohl die kontinuierliche Dauerbelastung reduzieren als auch kurzzeitige Überbelastung verhindern. Das entwickelte Konzept kann mittelfristig auch in anderen Bereichen eingesetzt werden, wie z.B. in der Pflege, im Handwerk oder zur Unterstützung alter Menschen.

Aktive Exoskelette können maßgeblich bei der Bewältigung des demografischen Wandels helfen und eröffnen neue Perspektiven für ganze Bevölkerungsgruppen bei der Ausübung körperlich belastender Tätigkeiten.



Projekt EXOBOS
10.2021 – 09.2022

Contact:
Enno Duelberg, M.Sc.
duelberg@fh-aachen.de

The object of the EXOBOS start-up project is the commercialisation of active exoskeletons for dynamic deployment scenarios in unstructured environments. For market entry and as a primary use case, the project focuses on the market segment of authorities and organisations with security tasks (BOS), such as fire brigades, rescue services, THW, federal police or explosive ordnance disposal.

Emergency forces in BOS are exposed to high physical stress due to the transport of heavy loads and protective equipment. The high stresses lead to a comparatively early retirement from active service as well as to a low proportion of women. Demographic change and the shortage of skilled workers exacerbate this problem. A technological solution is the use of active exoskeletons, which both reduce the continuous permanent load and prevent short-term overload. The developed concept can also be used in other areas in the medium term, such as in nursing, in crafts or to support old people.



Entwickeltes Exoskelett. (Developed exoskeleton.)

Active exoskeletons can help significantly in coping with demographic change and open up new perspectives for entire population groups in the performance of physically demanding activities.

2024 EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Performance Analyse von Exoskeletten

Performance analysis of exoskeletons

Das Forschungsvorhaben PELLEXER dient zur Quantifizierung der Leistung eines entwickelten Exoskelettes für die unteren Extremitäten. Ziel ist die Entwicklung eines Prüfprozesses, welcher die individuellen Bedürfnisse der NutzerInnen berücksichtigt. Insbesondere eine hohe Dynamik der Kraftunterstützung ist notwendig und vermeidet Einschränkungen des natürlichen Bewegungsprozesses.



Testreihe Laufband. (Test series treadmill.)

Das Forschungsvorhaben wird im Rahmen des Horizon 2020 Projektes EUROBENCH durchgeführt. Ziel des EUROBENCH-Projekts ist die Schaffung des ersten Benchmarking-Rahmens für Robotersysteme in Europa. Der Rahmen wird es Unternehmen und Forschern ermöglichen, die Leistung von Robotern in jedem Stadium der Entwicklung zu testen.

Eine erste Studie mit dem eigens entwickelten Exoskelett wurde bereits durchgeführt. Eine weitere Studie ist für August 2022 geplant.



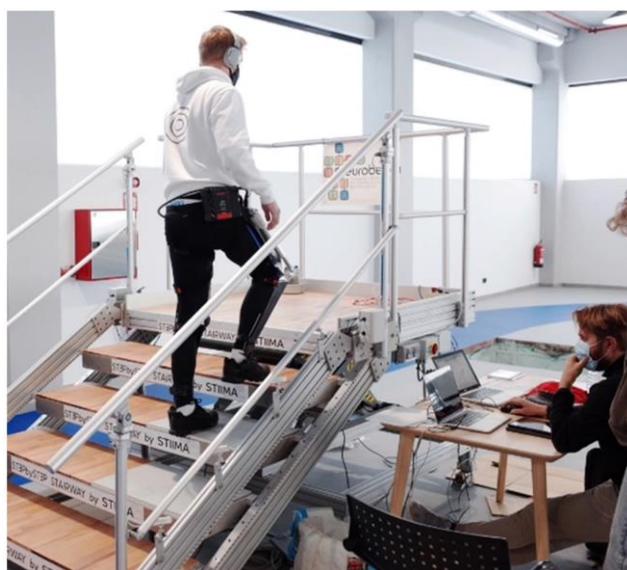
Projekt PELLEXER

10.2021 – 09.2022

Contact:

Enno Duelberg, M.Sc.
duelberg@fh-aachen.de

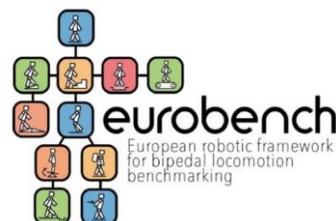
The PELLEXER research project aims to quantify the performance of a developed exoskeleton for the lower extremities. The aim is to develop a testing process that takes into account the individual needs of the user. In particular, a high dynamic of force support is necessary and avoids restrictions of the natural movement process.



Testreihe Treppe. (Test series stairs.)

The research project is carried out within the framework of the Horizon 2020 project EUROBENCH. The EUROBENCH project aims to create the first benchmarking framework for robotic systems in Europe. The framework will allow companies and researchers to test the performance of robots at any stage of development.

A first study with the specially developed exoskeleton has already been conducted. Another is planned for August 2022.



Entwicklung neuartiger Inspektionsmethoden

Development of novel inspection methods

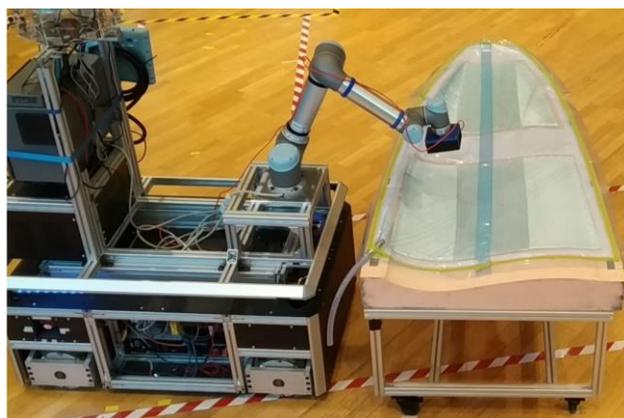
Im Forschungsvorhaben FiberRadar entwickelt das IAAM gemeinsam mit dem Fraunhofer FHR, der Ruhr-Universität Bochum und der Aeroconcept GmbH ein neuartiges Verfahren zur Qualitätskontrolle des Fertigungsprozesses hochfester Faserverbundwerkstoffe.

Bei der Herstellung von glasfaserverstärkten Strukturbauteilen wird die Faserstruktur durch das Umschließen verlegter Glasfaserhalbzeuge mit einer Harzmatrix fixiert. Unregelmäßigkeiten in der Ausrichtung sowie im Verlauf der Faserverstärkung verändern die Struktureigenschaften und reduzieren somit die Qualität des entstandenen Verbundwerkstoffes. Derzeit ist eine Untersuchung des Faserverlaufs und der Faserschichtung bei Infusions- oder Injektionsprozessen vor dem Einbringen der Harzmatrix nicht möglich. Dies macht eine kontrollierte Prozesskette de facto unmöglich und sorgt für kostenintensive Nacharbeit bis hin zur Verschrottung von Bauteilen. Durch hochauflösende Radarabbildung kann die Faserstruktur bereits vor dem Vergießen dreidimensional abgebildet und somit noch optimierend eingegriffen werden.

Das IAAM bildet im Forschungsverbund die notwendige Robotikkompetenz ab. Ziel ist die Entwicklung eines mobilen Messsystems für die großräumigen Bauteile in der Fertigung von Windkraftanlagen. Dieser neuartige Ansatz ermöglicht eine Qualitätskontrolle von Faserverbundbauteilen in derzeit nicht realisierbarer Präzision.

In the FiberRadar research project, IAAM, together with Fraunhofer FHR, Ruhr University Bochum and Aeroconcept GmbH, is developing a novel method for quality control of the manufacturing process of high-strength fiber composite materials.

In the production of glass fiber reinforced structural components, the fiber structure is fixed by enclosing laid glass fiber semi-finished products with a resin matrix. Irregularities in the alignment as well as in the course of the fiber reinforcement change the structural properties and thus reduce the quality of the resulting composite material. At present, it is not possible to examine the fiber orientation and fiber layering in infusion or injection processes before the resin matrix is introduced. This makes a controlled process chain de facto impossible and results in cost-intensive rework up to the scrapping of components. By means of high-resolution radar imaging, the fiber structure can be mapped three-dimensionally before casting and thus optimized.



Mobile Manipulator executing the inspection process.

The IAAM represents the necessary robotics competence in the research network. The aim is to develop a mobile measuring system for large-scale components in the production of wind turbines. This novel approach enables quality control of fiber composite components with a precision that is currently not feasible.

Projekt FiberRadar

05.2019 – 04.2022

Contact:

Patrick Coenen, M.Sc.
coenen@fh-aachen.de

Harshal Dawar, M.Sc.
dawar@fh-aachen.de



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



Artenschutz mittels künstlicher Intelligenz

Species protection by means of artificial intelligence

In einem gemeinsamen Forschungsvorhaben entwickeln das IAAM und das MASKOR Institut zusammen mit der Tshwane University of Technology (Südafrika) neue Konzepte zum Artenschutz in Nationalparks.



Nashorn im Pilansberg-Nationalpark. (Rhino in Pilansberg National Park)

Die Wilderei stellt Nationalparks vor große Probleme. Insbesondere sind z.B. Nashörner als stark gefährdete Arten davon betroffen. Jährlich werden mehr als 1.000 Tiere getötet, obwohl auf Wilderei harte Strafen stehen. Aufgrund der weitläufigen Flächen, die in den Parks bis zu 20.000 m² betragen - das entspricht etwa der Fläche Hessens - ist eine Überwachung vom Boden aus lückenhaft. Durch den Einsatz von unbemannten Multikoptern oder Starrflüglern können im Vergleich sehr viel größere Areale abgedeckt werden. Weiterhin ist durch Algorithmen aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz (Deep Convolutional Networks) auch eine kontinuierliche Erfassung des Tierbestands möglich.

Die am IAAM entwickelten autonom fliegenden Systeme unterstützen die Ranger vor Ort bei ihrer Arbeit und leisten einen Beitrag zum Erhalt gefährdeter Arten. Die FH-Forscher arbeiten eng mit der südafrikanischen Tierschutzorganisation SPOTS (Strategic Protection of Threatened Species) zusammen, die sich dem Schutz gefährdeter Tierarten verschrieben hat. Gemeinsam mit SPOTS ist es bereits gelungen, Wilderer aus der Luft zu detektieren und durch Verfolgung mittels Luftunterstützung zu ergreifen.

In a joint research project, IAAM and MASKOR Institute together with Tshwane University of Technology (South Africa) are developing new concepts for species conservation in national parks.

Poaching poses major problems for national parks. Rhinos, for example, as a highly endangered species, are particularly affected. More than 1,000 animals are killed every year, although poaching is punishable by severe penalties. Due to the extensive areas, which can be up to 20,000 m² in the parks - roughly equivalent to the area of Hesse - monitoring from the ground is patchy. By using unmanned multicopters or fixed-wing aircraft, much larger areas can be covered in comparison. Furthermore, through algorithms from the field of artificial intelligence (Deep Convolutional Networks), continuous recording of the animal population is also possible.



Multikopter beim Feldtest in Südafrika. (Multicopter during field test in South Africa.)

The autonomous flying systems developed at IAAM support the rangers on site in their work and contribute to the conservation of endangered species. The UAS researchers are working closely with the South African animal protection organization SPOTS (Strategic Protection of Threatened Species), which is dedicated to the protection of endangered species. Together with SPOTS, it has already been possible to detect poachers from the air and apprehend them by tracking them with air support.



Projekt Wildlife

Contact:

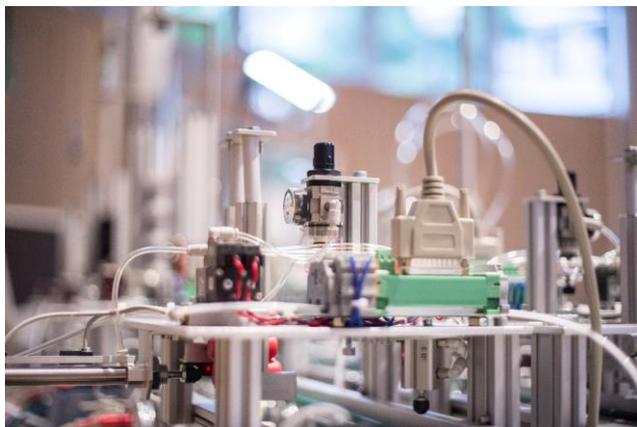
Patrick Wiesen, M.Sc.
wiesen@fh-aachen.de

Industrie 4.0



Labor für Industrie 4.0

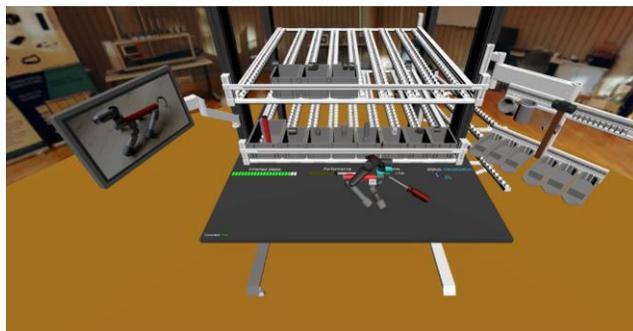
Laboratory for Industry 4.0



Die Arbeitsgruppe „Industrie 4.0“ unter der Leitung von Prof. Dr. Jörg Wollert beschäftigt sich mit der Entwicklung sowie Implementierung von erweiterten Industrie-4.0-Konzepten und forscht an der Entwicklung sowie Nutzung zukünftiger Technologien für die Automatisierungstechnik. Im Fokus steht hierbei vor allem die praxisnahe Entwicklung von Lösungen für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU). Die entwickelten Technologien und Testszenarien werden in der Industrie-4.0-Modellfabrik der FH-Aachen an diversen Anlagen und Produktionsstraßen erprobt und der Öffentlichkeit vorgestellt. Durch weitreichende Schulungstätigkeiten im Bereich von Industrie 4.0 und Automatisierungstechnik erfolgt zudem ein breiter Wissenstransfer in die Wirtschaft.

Die Arbeitsgruppe befasst sich mit der gesamten Wertschöpfungskette in den Unternehmen. Generische Sensor-Interfaces mit semantischen Schnittstellen ermöglichen eine einheitliche Produktionsdatenerfassung. Die Ermittlung von Prozesskennzahlen kann hierdurch bedarfsorientiert formuliert werden, sodass der technologische Aufwand bei der Adaption neuer Datenquellen reduziert wird. Übergeordnete Automatisierungskonzepte abstrahieren komplexe Dienste und Fertigungseinheiten zur Selbstauskunft gebenden Plug-and-Play-Systemen.

Die Entwicklung von Basisplattformen für AGVs (Autonomous Guided Vehicles) ermöglicht die Bereitstellung intelligenter Transportsysteme bis hin zur Schwarmintelligenz. Die Aggregation der Systeme und Technologien in einem gemeinsamen Cloud-basierten Framework bietet eine einheitliche Sicht auf den orchestrierbaren Produktionsbereich. Hierdurch ist eine breite Basis für weitere innovative Forschungstätigkeit gegeben.



The working group "Industry 4.0" under the direction of Prof. Dr. Jörg Wollert deals with the development and implementation of extended Industry 4.0 concepts and researches the development and use of future technologies for automation technology. The focus here is primarily on the practical development of solutions for small and medium-sized enterprises (SMEs). The developed technologies and test scenarios are tested on various plants and production lines in the Industry 4.0 model factory of the FH-Aachen and presented to the public. Extensive training activities in the field of Industry 4.0 and automation technology also ensure a broad transfer of knowledge to industry.

The working group is concerned with the entire value chain in companies. Generic sensor interfaces with semantic interfaces enable uniform production data acquisition. The determination of process parameters can thus be formulated in a demand-oriented manner, so that the technological effort required for the adaptation of new data sources is reduced. Higher-level automation concepts abstract complex services and production units into self-reporting plug-and-play systems.

The development of basic platforms for AGVs (Autonomous Guided Vehicles) enable the provision of intelligent transportation systems up to swarm intelligence. The aggregation of systems and technologies in a common cloud-based framework provides a unified view of the orchestratable production domain. This provides a broad basis for further innovative research activities.



**Prof. Dr.-Ing.
Jörg Wollert**

E-Mail: wollert@fh-aachen.de
Phone: +49.241.6009 52681

DTA – Digital Twin Academy

Digital twins, a key technology

Digitale Zwillinge sind eine der Schlüsseltechnologien von Industrie 4.0, da sie ein virtuelles Abbild einer realen Einheit schaffen und einen iterativen Austausch zwischen digitaler und realer Welt ermöglichen. Um den Digitalen Zwilling umfassend zu betrachten, haben sich Universitäten, Forschungseinrichtungen und innovative Unternehmen der Euregio zusammengeschlossen und das Projekt "Digital Twin Academy" (DTA) initiiert. Die DTA verfolgt drei Hauptziele:

1. Schaffung einer Expertencommunity für digitale Zwillinge innerhalb der Euregio für Inspiration, Innovation und Austausch von Best Practices.
2. Entwicklung innovativer Ausbildungsprogramme zum Wissenstransfer aus der Forschung in die Unternehmen der Euregio.
3. Implementierung von digitalen Zwillingen in Kooperation mit Industriepartnern.

Am IAAM finden hierzu während der Projektlaufzeit mehrere Seminare, Webinare, und Workshops rund um das Themengebiet des Digitalen Zwillings statt, welche für alle Interessierten kostenfrei zugänglich sind. Zudem werden neue Lernmodule entwickelt, welche sich mit dem aktuellen Stand der Technik sowie den Herausforderungen bei der Implementierung von Digitalen Zwillingen befassen. Als Anwendungsfall wird der Digitale Zwilling einer Produktionsanlage in Kooperation mit der Lucas-Nülle GmbH entwickelt und umgesetzt.

Die Digital Twin Academy wird im Rahmen des Programms Interreg V-A Euregio Maas-Rhein vom Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung der Europäischen Union unterstützt.



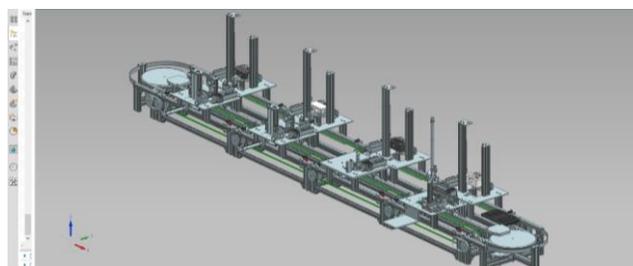
Projekt DTA
03.2021 – 08.2023

Contact:
Jessica Ulmer, M.Sc.
ulmer@fh-aachen.de

Digital twins are one of the key technologies of Industrie 4.0, as they create a virtual image of a real entity and enable an iterative exchange between the digital and real worlds. In order to take a comprehensive look at the digital twin, universities, research institutions and innovative companies in the Euregio have joined forces and initiated the "Digital Twin Academy" (DTA) project. The DTA pursues three main goals:

1. Creating an expert community for digital twins within the Euregio for inspiration, innovation and exchange of best practices.
2. Developing innovative training programmes to transfer knowledge from research to companies in the Euregio.
3. Implementation of digital twins in cooperation with industry partners.

Several seminars, webinars and workshops on the topic of digital twins will be held at IAAM during the project, which are open to all interested parties free of charge. In addition, new learning modules will be developed that deal with the current state of the art as well as the challenges of implementing digital twins. As a use case, the digital twin of a production plant is being developed and implemented in cooperation with Lucas-Nülle GmbH.



Digitaler Zwilling LN-Anlage. (Digital Twin LN plant.)

The Digital Twin Academy is supported by the European Regional Development Fund of the European Union within the framework of the Interreg V-A Euregio Meuse-Rhine programme.



Energie-Monitoring

Energy-Monitoring

Der Umgang mit begrenzten Ressourcen, einschließlich der Energie aus fossilen Brennstoffen, ist aktueller denn je, da die Auswirkungen auf das Klima immer deutlicher werden. Da eine zu 100 % emissionsfreie Produktion derzeit nicht realistisch ist, werden mit dem Kauf von CO₂-Zertifikaten Projekte unterstützt, welche die in der Produktion erzeugten Emissionen ausgleichen sollen. Die Herausforderung hierbei besteht in der Ermittlung der tatsächlichen Emissionen, welche in einem Unternehmen anfallen. Hierfür bietet das „Greenhouse Gas Protocol (GHG-Protokoll)“ einen umfassenden Ansatz, um Emissionen in der gesamten Wertschöpfungskette zu verstehen und richtig zu erfassen.

Primäres Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines digitalen Standards für das Erfassen der eingesetzten elektrischen Energie in der Produktion von Wirtschaftsgütern und der daraus resultierenden Treibhausgas-Emissionen. Durch diesen Standard soll eine transparente und genauere Zuordnung der direkt anfallenden Emissionen in einem Unternehmen sowie eine genauere Erfassung des sogenannten CO₂-Footprints für individuelle Erzeugnisse ermöglicht werden.

Geforscht wird an einem System zur Ermittlung des CO₂-Footprintes, bei dem der gesamte Auftrag hinsichtlich des Maschinen- und Materialeinsatzes bewertet wird. Dazu gehören die Überwachung und Aufzeichnung energiebezogener Daten und deren Analyse. Für die Überwachung sind Sensoren notwendig, welche sich leicht in unterschiedliche Umgebungen integrieren lassen und für den Einsatz an bestehenden Maschinen und Geräten geeignet sind. Zudem bedarf es unterschiedlicher Schnittstellen, um vorhandene Messtechnik nutzen, auf externe Informationsquellen zur Ermittlung des CO₂-Footprints zugreifen und die Daten in einer Cloud speichern zu können. Um aussagekräftige Ergebnisse aus den gesammelten Daten zu erhalten, kommen analytische Methoden sowie Methoden aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz zum Einsatz.

The use of limited resources, including energy from fossil fuels, is more topical than ever as the impact on the climate becomes increasingly clear. Since 100% emission-free production is currently not realistic, the purchase of CO₂ certificates supports projects that are intended to offset the emissions generated in production. The challenge here is to determine the actual emissions that occur in a company. For this purpose, the Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) offers a comprehensive approach to understand and correctly record emissions in the entire value chain.

The primary objective of this project is to develop a digital standard for recording the electrical energy used in the production of economic goods and the resulting greenhouse gas emissions. This standard should enable a transparent and more accurate allocation of the directly occurring emissions in a company as well as a more accurate recording of the so-called CO₂ footprint for individual products.

Research is being conducted on a system for determining the CO₂ footprint, in which the entire order is evaluated with regard to the use of machinery and materials. This includes monitoring and recording energy-related data and analysing it. For monitoring, sensors are needed that can be easily integrated into different environments and are suitable for use on existing machines and equipment. In addition, different interfaces are needed to use existing measurement technology, to access external sources of information to determine the CO₂ footprint and to store the data in a cloud. Analytical methods and methods from the field of artificial intelligence are used to obtain meaningful results from the collected data.



Projekt Energie-Monitoring

01.2021 – 06.2022

Contact:

Christian Strieffler, B.Eng.
strieffler@fh-aachen.de



FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Low-Cost Augmented Reality

Entwicklung von Augmented Reality Lösungen für Produktionsumgebungen

Im industriellen Kontext gewinnen Assistenzsysteme immer weiter an Relevanz, um Beschäftigte in ihrer Arbeitsausführung zu unterstützen. Augmented Reality (AR) bietet vielfältige Möglichkeiten, um Informationen anzuzeigen und Arbeitsabläufe zu vereinfachen. In diesem Studierendenprojekt werden AR-Anwendungen entwickelt und getestet, welche dem Benutzer Arbeitsinformationen zielgerecht darbieten. Als Hardware wurden Tablets gewählt, da diese preiswert sind und in vielen Unternehmen bereits vorhanden sind.



AR eingesetzt bei der manuellen Montage. (AR used for manual assembly.)

Mittels der erstellten Anwendungen können komplexe Montageschritte visuell dargestellt werden, um ein autonomes Erlernen der Montageprozesse zu erleichtern. Zudem können anfallende Wartungsarbeiten an den Anlagen der Industrie 4.0 Modellfabrik schrittweise per AR-App umgesetzt und dokumentiert werden. Um just-in-time Anweisungen der Montageschritte und eine Auswertung von Produktionskennzahlen zu ermöglichen, wurde der Handarbeitsplatz sowie die Montagevorrichtung mit Sensoren ausgestattet. Hierdurch wird der Montageprozess in Echtzeit aufgenommen und die Overall Equipment Effectiveness (OEE) ausgewertet. Ein OEE Gerät, welches sich an verschiedene Montageprozessen mittels Konfiguration anpassen kann, wird ebenfalls im Rahmen dieses Projektes weiterentwickelt und getestet.



Projekt Low-Cost-AR

04.2021 – 05.2022

Contact:

Jessica Ulmer, M.Sc.
ulmer@fh-aachen.de

In the industrial context, assistance systems are becoming increasingly relevant to support employees in their work performance. Augmented reality (AR) offers a variety of possibilities to display information and simplify work processes. In this student project, AR applications are developed and tested, which present work information to the user in a targeted manner. Tablets were chosen as the hardware because they are inexpensive and are already available in many companies.



AR Anweisungen. (AR instructions.)

By means of the applications created, complex assembly steps can be visually displayed to facilitate autonomous learning of the assembly processes. In addition, maintenance work on the systems of the Industrie 4.0 model factory can be implemented and documented step by step using an AR app. In order to enable just-in-time instructions of the assembly steps and an evaluation of key production figures, the manual workstation and the assembly device were equipped with sensors. This allows the assembly process to be recorded in real time and the Overall Equipment Effectiveness (OEE) to be evaluated. An OEE device that can adapt to different assembly processes by means of configuration is also being further developed and tested as part of this project.



FH AACHEN
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

CARL - Computer Aided Roller Logger

CARL - Computer Aided Roller Logger

Zusammen mit der Firma Carl KRAFFT & Söhne GmbH & Co. KG wird im Rahmen eines ZIM-Projekts ein Sensorkonzept entwickelt. Das im Anlagenbau tätige Unternehmen ist unter anderem auf die Planung, Produktion und den Service von Walzen spezialisiert. Mit dem "Computer Aided Roller Logger" (CARL) wird ein walzenfester Sensor für den so genannten Tambour in der Papierproduktion entwickelt, um hierfür eine neue Service-Dienstleistung anbieten zu können.

Die Tambourwalze ist nicht ortsfest, unterliegt unterschiedlichen Belastungsszenarien und ist nicht verwaltet. Im Gegensatz dazu werden ortsfeste Walzentypen bereits häufig über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg überwacht. Dies gilt insbesondere für Maschinen, welche in einem 24/7-Betrieb laufen und einen geregelten Wartungs- und Instandhaltungszyklus besitzen. Um eine hohe Verfügbarkeit der Anlagen sicherzustellen, sind unplanmäßige Störungen unbedingt zu vermeiden. Hierzu hat eine Verwaltung der Betriebsmittel, und damit auch der Tamboure, höchste Bedeutung.

Der walzenfeste CARL ermöglicht eine kontinuierliche Erfassung der kritischen Parameter, wie Drehzahl, Nutzungsdauer und Überlast. Dank niedrigem Energieverbrauch kann der Sensor wartungsarm eingesetzt werden. An der FH Aachen wird auf Basis der kontinuierlich gewonnenen Betriebsdaten eine prädiktive Wartung von Tambourwalzen mit Hilfe Künstlicher Intelligenz realisiert. So können Nutzungsprofile ausgewertet und Wartungsintervalle vorhergesagt werden. Eine Cloud-basierte Agentenstruktur verwaltet die gewonnenen Daten. Das Konzept sieht einen Agenten je Walze vor und ist dementsprechend leicht skalierbar.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Together with the company Carl KRAFFT & Söhne GmbH & Co. KG, a sensor concept is being developed as part of a ZIM project. The company, which is active in plant engineering, specializes among other things in the planning, production and service of rollers. With the "Computer Aided Roller Logger" (CARL), a roll-fixed sensor for the so-called reel spool in paper production is being developed in order to be able to offer a new service for this.



Tambourwalzen. (Reel spools.)

The reel spool is not stationary, is subject to different load scenarios and is not managed. In contrast, stationary roll types are already frequently monitored throughout their entire life cycle. This is especially true for machines that run in 24/7 operation and have a regulated maintenance and servicing cycle. In order to ensure high availability of the equipment, unscheduled malfunctions must be avoided at all costs. For this purpose, management of the operating equipment, and thus also of the reels, is of utmost importance.

The CARL roll-fixed sensor enables continuous detection of critical parameters such as speed, service life and overload. Thanks to low energy consumption, the sensor can be used with low maintenance. At Aachen University of Applied Sciences, predictive maintenance of reel spools is being implemented using artificial intelligence on the basis of the continuously acquired operating data. In this way, usage profiles can be evaluated and maintenance intervals predicted. A cloud-based agent structure manages the data obtained. The concept provides for one agent per roller and is therefore easily scalable.

Projekt Carl

01.2020 – 12.2022

Contact:

Yannic Windeln, M.Eng.
windeln@fh-aachen.de

Christian Strieffler, B.Eng.
strieffler@fh-aachen.de

Agentenbasiertes Softwareframework

Agent-based software framework



Das Forschungsvorhaben ASF hat das Ziel der Entwicklung und Realisierung eines Agenten-basierten Softwareframeworks für Industrie-4.0-Anlagen. Kern des Vorhabens ist die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten sowie die Implementierung des Frameworks auf der Lucas-Nülle Industrie 4.0 Education Anlage.

Gerade im Mittelstand ist heute ein breites Spektrum unterschiedlicher proprietärer Systemlösungen vorhanden. Diese basieren in der Regel auf monolithischer Software, die den neuen Anforderungen an eine universelle, anwendungsübergreifende Kommunikation nicht gerecht werden. Wie im Rahmen von Industrie 4.0 vorgeschlagen, müssen klassische Strukturen aufgebrochen werden, um dem Wunsch nach integrierbaren, flexiblen und skalierbaren Systemen nachzukommen. Das Referenz Architektur Modell RAMI 4.0 (DIN 91345) bietet den Rahmen und beschreibt sowohl die Datensicht als auch die prinzipielle Kommunikation zwischen Industrie 4.0-Assets und der Infrastruktur. Eine konkrete Realisierung ist bis zum bisherigen Zeitpunkt noch nicht vorhanden.

Im Rahmen des Projektes wird der Ansatz verfolgt ein auf die Problemstellungen der Automatisierungstechnologie zugeschnittenes Framework auf der Basis von Mehragentensystemen bereit zu stellen. Als Agenten sind konfigurierte Anwendungen nach dem Microservice-Gedanken zu verstehen, die unter anderem als zentrale Vermittlungsstelle zwischen Datensätzen und Datenquellen dienen. Jede aktive Partei, d.h. Kunde, Auftrag, Maschine oder Produkt, erhält so eine dezentrale Intelligenz, mit der sie sich selbst verwaltet.

Unabhängige und spezialisierte Agenten bilden eine wiederverwendbare Abstraktionsschicht, die eine umfassende Modularisierung realisiert. Dies ermöglicht sowohl ganzheitliche Implementierungen über die gesamte Unternehmensstruktur als auch leicht zu integrierende und flexibel spezifische Lösungen mit geringem Anpassungsaufwand.

The ASF research project aims to develop and implement an agent-based software framework for Industrie 4.0 plants. The core of the project is the execution of research and development activities as well as the implementation of the framework on the Lucas-Nülle Industrie 4.0 Education plant.

Today, a wide range of different proprietary system solutions is available, especially in medium-sized companies. These are usually based on monolithic software that does not meet the new requirements for universal, cross-application communication. As proposed in the context of Industrie 4.0, classic structures must be broken down to meet the desire for systems that can be integrated, are flexible and scalable. The reference architecture model RAMI 4.0 (DIN 91345) provides the framework and describes both the data view and the basic communication between Industrie 4.0 assets and the infrastructure. A concrete realization is not yet available at this point in time.

The project is pursuing the approach of providing a framework tailored to the problems of automation technology on the basis of multi-agent systems. Agents are configured applications according to the microservice idea, which among other things serve as a central mediation point between data sets and data sources. Each active party, i.e., customer, order, machine or product, is thus given a decentralized intelligence with which it manages itself.

Independent and specialized agents form a reusable abstraction layer that realizes comprehensive modularization. This enables both holistic implementations across the entire corporate structure as well as easily integrated and flexibly specific solutions with low adaptation effort.



Projekt ASF

09.2016 – 06.2023

Contact:

Sebastian Braun, M.Sc.
sebastian.braun@fh-aachen.de

Unterstützungssysteme mit Gamification Anteil

Support systems with gamification share



Im Zuge von Industrie 4.0 müssen Produktionsumgebungen stetig adaptiert werden. Um dies zu bewältigen, bedarf es flexibler und effizienter Arbeitsumgebungen. Zudem müssen sich die Beschäftigten regelmäßig auf neue Arbeitsabläufe und neue Produktionsprozesse einstellen. Ein ständiger und effizienter Lernprozess ist unabdingbar, um eine höhere Flexibilität in der Belegschaft zu erreichen. Darüber hinaus müssen die Mitarbeiter angemessen unterstützt werden, um die steigende Arbeitskomplexität zu bewältigen.

Derzeit werden in der Industrie die Mitarbeitenden on-the-job in neue Varianten, Produkte und Produktionsprozesse eingearbeitet. Während der Arbeit liefern digitale Unterstützungssysteme Informationen, z. B. durch Augmented-Reality-Systeme (AR), während Sensorsysteme die Handlungen kontrollieren. Die bestehenden digitalen Unterstützungssysteme bleiben jedoch unflexibel, indem sie jedem Arbeiter die gleiche Unterstützung bieten, ohne dabei die berufliche Erfahrung und das Wissen zu berücksichtigen. Dieser Ansatz kann zur Ermüdung von Spezialisten und zur Überlastung von Auszubildenden führen. Durch die ständige Nutzung der Unterstützungssysteme können zudem unerwünschten Abhängigkeiten vom System entstehen.



Industrie 4.0 Handarbeitsplatz in der virtuellen Realität. (Industry 4.0 manual workstation in virtual reality.)

Das hier vorgestellte Forschungsprojekt hat zum Ziel, adaptive und fehlertolerante Unterstützungssysteme zu schaffen, die personalisierte Anweisungen entsprechend den Benutzeraktionen anzuzeigen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Integration von Gamification-Strategien in Produktionsumgebungen. Die Spielelemente sollen die Arbeiter motivieren, individuelle Unterstützung ermöglichen und die Flexibilität und Arbeitsleistung erhöhen.

In the course of Industry 4.0, production environments must be constantly adapted. To cope with this, flexible and efficient working environments are needed. In addition, employees must regularly adapt to new workflows and new production processes. A constant and efficient learning process is essential to achieve greater flexibility in the workforce. In addition, employees must be adequately supported to cope with increasing work complexity.

Currently in industry, employees are trained on-the-job in new variants, products and production processes. During work, digital support systems provide information, e.g., through augmented reality (AR) systems, while sensor systems control actions. However, existing digital support systems remain inflexible, providing the same support to each worker without taking into account job experience and knowledge. This approach can lead to specialist fatigue and trainee overload. The constant use of support systems can also create undesirable dependencies on the system.



The research project presented here aims to create adaptive and fault-tolerant support systems that display personalized instructions according to user actions. One focus is on the integration of gamification strategies into production environments. The game elements are intended to motivate workers, enable individualized support, and increase flexibility and work performance.



Projekt AMVR

09.2016 – 06.2023

Contact:

Jessica Ulmer, M.Sc.
ulmer@fh-aachen.de

Ausbildung & Lehre



Summer Schools

Mobile autonomous robotics, additive manufacturing und Industry 4.0

Das IAAM bietet diverse internationale Schulungskonzepte an. Neben der Ausbildung im Umfeld von Forschungsinstituten und Universitäten sind auch praxisnahe Weiterbildungsmöglichkeiten für Beschäftigte der Industrie möglich. Die Schulungen gliedern sich in die Schwerpunkte: mobile Robotik, additive Fertigung und Industrie 4.0.

ROS Summer School

Die ROS Summer School wurde erstmals 2012 ausgerichtet. Schnell wurde klar, dass ein großes Interesse an Schulungen im Bereich der mobilen Robotik besteht. Das umfangreiche Forschungsfeld macht es insbesondere Anfängern relativ schwer Fuß zu fassen. Durch ein praxisnahes Lernkonzept wird den Teilnehmer in kurzer Zeit sowohl die Theorie als auch die Praxis im richtigen Umgang mit mobilen Systemen nähergebracht. Hierzu wird eine mobile Plattform verwendet, welche auf dem Framework ROS (Robot Operating System) aufbaut – der FH-Bot.

Die Philosophie der ROS Summer School lautet: "Learning by doing to get hands-on experience". Die Teilnehmer erlernen die vier grundlegenden Themenbereiche der mobilen Robotik: Lokalisierung, Pfadplanung, Kartenerstellung sowie Umgebungswahrnehmung und wenden ihr neues Wissen praktisch in Kleingruppen mit Hilfe unseres FH-Bots an.

In einem kleinen Wettbewerb am Ende der Summer School wetteiferten die Teilnehmer in einem Find-and-Rescue-Szenario miteinander. Hierzu wendeten sie ihr neu erlerntes Wissen selbstständig an und entwickelten effiziente Lösungsstrategien. Abgerundet wird die Veranstaltung durch einen Tagesausflug nach Paris sowie einem Willkommens- und einem Abschiedsgrillfest.

Aufgrund der Einschränkungen verursacht durch die Corona Pandemie mussten wir leider die Summer School im Jahr 2021 absagen. Aufgeschoben heißt aber nicht aufgehoben und wir freuen uns bald wieder ein internationales Publikum an der FH Aachen begrüßen zu dürfen.



ROS Summer School

Contact:

Patrick Wiesen, M-Sc.
ros@fh-aachen.de

The IAAM offers various international training concepts. In addition to training in the environment of research institutes and universities, practical training opportunities are also available for employees in industry. The training courses are divided into the following main areas: mobile robotics, additive manufacturing and Industry 4.0.

ROS Summer School

The ROS Summer School was first organised in 2012. It quickly became clear that there was great interest in training in the field of mobile robotics. The extensive field of research makes it relatively difficult for beginners in particular to gain a foothold. Through a practical learning concept, participants are taught both the theory and the practice of the correct handling of mobile systems in a short time. For this purpose, a mobile platform is used which is based on the framework ROS (Robot Operating System) - the FH-Bot.



FH-Bot der ROS Summer School.

The philosophy of the ROS Summer School is: "Learning by doing to get hands-on experience". The participants learn the four basic topics of mobile robotics: localisation, path planning, map creation and environment perception and applied their new knowledge practically in small groups with the help of our UAS bot.

In a small competition at the end of the Summer School, the participants competed with each other in a find-and-rescue scenario. They applied their newly acquired knowledge independently and developed efficient solution strategies. The event is rounded off by a day trip to Paris and a welcome and farewell barbecue.

Industrie 4.0 Summer School

Die Schulung "Industrie 4.0" gibt einen Einblick in die Ziele und Strategien von Industrie 4.0. Die Teilnehmer erfahren den aktuellen Stand der Aktivitäten und Ideen rund um Industrie 4.0 und wie man davon schon heute profitieren kann. Neben einer theoretischen Einführung in Industrie 4.0, werden die wichtigsten Technologien und Prozesse für die Implementierung von Industrie 4.0 vorgestellt und in einem Workshop vertieft.



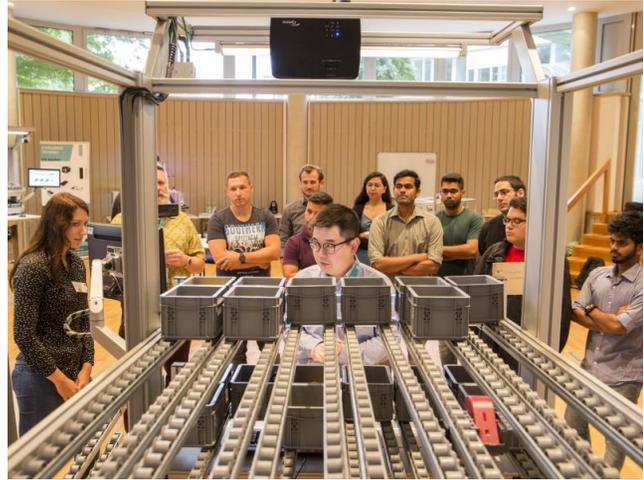
iOs Aufbau. (iOs setup)

Ausgehend vom Prozess selbst wird die Digitalisierung von Prozessen eingeführt und anhand von praktischen Beispielen erweitert. Anhand eines Modellsystems werden die technologischen Möglichkeiten aufgezeigt.

- Bedeutung des Konzepts Industrie 4.0 für die europäische Industrie.
- Entwicklungsstrategie für Industrie 4.0 und welche Maßnahmen noch zu ergreifen sind.
- Keywords rund um Industrie 4.0 von Augmented Reality über Cloud, CPS und IoT bis hin zu Smart Factory, Wertschöpfungsketten und XaaS.
- Die digitale Wertschöpfungskette vom intelligenten Sensor bis hin zu Cloud Services.
- Technologien, welche eine Maschine, Anlage oder Fabrik in der industriellen Kommunikation Industrie 4.0 fit machen.
- Bedeutung von IT, IT Infrastruktur und IT Sicherheit im Rahmen von Industrie 4.0.
- Gestaltung eines digitalisierten Prozesses und Informationen über die Auswirkungen auf eine Modellfabrik.

Industrie 4.0 Summer School

The training "Industrie 4.0" provides an insight into the goals and strategies of Industrie 4.0. Participants learn about the current status of activities and ideas around Industrie 4.0 and how one can already benefit from it today. In addition to a theoretical introduction to Industrie 4.0, the most important technologies and processes for the implementation of Industrie 4.0 will be presented and deepened in a workshop.



Teilnehmer am Handarbeitsplatz 4.0. (Participants at the manual workstation 4.0)

Starting from the process itself, the digitalisation of processes will be introduced and expanded on the basis of practical examples. A model system will be used to demonstrate the technological possibilities.

- Significance of the Industrie 4.0 concept for European industry.
- Development strategy for Industry 4.0 and which measures still need to be taken.
- Keywords around Industry 4.0 from augmented reality to cloud, CPS and IoT to smart factory, value chains and XaaS.
- The digital value chain from intelligent sensors to cloud services.
- Technologies that make a machine, plant or factory fit for Industry 4.0 industrial communication.
- Importance of IT, IT infrastructure and IT security in the context of Industrie 4.0.
- Design of a digitalised process and information about the impact on a model factory.



Industrie 4.0 Summer School

Contact:

Jessica Ulmer, M-Sc.
4.0industrie@fh-aachen.de

3D Printing Summer School

Der 3D-Druck steht kurz davor, die Art und Weise, wie wir Produkte entwerfen und herstellen, zu revolutionieren. Daher ist es für die technisch Interessierten unerlässlich, die Fähigkeiten, Herausforderungen und Nachteile dieser Technologie zu verstehen. Während diese Technologie auch in privaten Bereichen wie Zeitschriften und Fernsehen einen Hype markiert, wird sie in der Ingenieurausbildung kaum gelehrt.

Die 3D Printing Summer School bietet einen umfassenden, theoretischen Zugang zur 3D-Technologie kombiniert mit praktischer Erfahrung. In der einwöchigen Schulung erlernen die Teilnehmer folgendes Wissen zum 3D-Druck:

- Aufbau und Inbetriebnahme eines 3D-Druckers.
- Erlernen des Umgangs mit Druckdaten und –formaten für den Druckerbetrieb.
- Herausforderungen der verschiedenen Modelltypen.
- Generierung von reproduzierbaren Teilen mit gleichbleibender Qualität.



Additive Fertigung als Technologiefeld der Zukunft.

Die 3D Printing Summer School findet in einer entspannten Atmosphäre statt, in der die Dozenten:

- immer verfügbar sind, um Fragen zu beantworten,
- die Teilnehmer motivieren, sich zu engagieren und Feedback zu geben,
- sicherstellen, dass es auch Spaß und Action nicht zu kurz kommen.

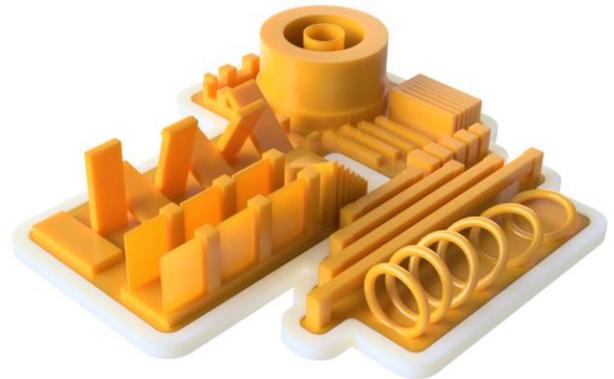
Aufgrund der Einschränkungen verursacht durch die Corona Pandemie mussten wir leider die Summer School im Jahr 2020 absagen. Aufgeschoben heißt aber nicht aufgehoben und wir freuen uns bald wieder ein internationales Publikum an der FH Aachen begrüßen zu dürfen.

3D Printing Summer School

3D printing is on the verge of revolutionising the way we design and manufacture products. Therefore, it is essential for the technically inclined to understand the capabilities, challenges and drawbacks of this technology. While this technology marks a hype even in private sectors like magazines and television, it is hardly taught in engineering education.

The 3D Printing Summer School offers a comprehensive, theoretical approach to 3D technology combined with practical experience. In the one-week training, participants learn the following knowledge about 3D printing:

- Setting up and commissioning a 3D printer.
- Learning how to handle print data and formats for printer operation.
- Challenges of the different model types.
- Generation of reproducible parts with consistent quality.



Additive manufacturing as a technology field of the future.

The 3D Printing Summer School takes place in a relaxed atmosphere where the lecturers:

- are always available to answer questions,
- motivate participants to get involved and give feedback,
- ensure that there is also fun and action.

Due to the restrictions caused by the Corona Pandemic, we unfortunately had to cancel the Summer School in 2020. But postponed is not cancelled, and we look forward to welcoming an international audience to FH Aachen again soon.



3D Printing Summer School

Contact:

Markus Giese, M.Sc.
3dprinting@fh-aachen.de

Promotionen

Promotionsvorhaben im Rahmen des IAAM

Ability based digital support using Gamification for Industry 4.0

Kooperierende Hochschule:
RMIT University (Australien)

Promovend:
Jessica Ulmer



Im Zuge von Industrie 4.0 müssen Produktionsumgebungen stetig adaptiert werden. Um dies zu bewältigen, bedarf es flexibler und effizienter Arbeitsumgebungen. Zudem müssen sich die Beschäftigten regelmäßig auf neue Arbeitsabläufe und neue Produktionsprozesse einstellen. Ein ständiger und effizienter Lernprozess ist unabdingbar, um eine höhere Flexibilität in der Belegschaft zu erreichen. Darüber hinaus müssen die Mitarbeiter angemessen unterstützt werden, um die steigende Arbeitskomplexität zu bewältigen.

Derzeit werden in der Industrie die Mitarbeitenden on-the-job in neue Varianten, Produkte und Produktionsprozesse eingearbeitet. Während der Arbeit liefern digitale Unterstützungssysteme Informationen, z. B. durch Augmented-Reality-Systeme (AR), während Sensorsysteme die Handlungen kontrollieren. Die bestehenden digitalen Unterstützungssysteme bleiben jedoch unflexibel, indem sie jedem Arbeiter die gleiche Unterstützung bieten, ohne dabei die berufliche Erfahrung und das Wissen zu berücksichtigen. Dieser Ansatz kann zur Ermüdung von Spezialisten und zur Überlastung von Auszubildenden führen. Durch die ständige Nutzung der Unterstützungssysteme können zudem unerwünschten Abhängigkeiten vom System entstehen.

Das hier vorgestellte Forschungsprojekt hat zum Ziel, adaptive und fehlertolerante Unterstützungssysteme zu schaffen, die personalisierte Anweisungen entsprechend den Benutzeraktionen anzuzeigen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Integration von Gamification-Strategien in Produktionsumgebungen. Die Spielelemente sollen die Arbeiter motivieren, individuelle Unterstützung ermöglichen und die Flexibilität und Arbeitsleistung erhöhen.

In einem ersten Schritt wurde ein Gamification-Framework für manuelle Arbeit im Fertigungsbereich entwickelt. In einem zweiten Schritt wurde das Gamification Framework für eine Virtual Reality (VR) Trainingsumgebung umgesetzt. Hierfür wurde der bestehende Handarbeitsplatz der Industrie 4.0

Modellfabrik inklusive seiner Funktionalitäten in der virtuellen Welt abgebildet und verschiedene Montageaufgaben integriert. Dem Nutzenden wird es hierdurch ermöglicht, in einer individuellen Geschwindigkeit die einzelnen Level der VR Trainingsumgebung und hierdurch die einzelnen Montagesequenzen zu erlernen.

English:

In the course of Industry 4.0, production environments must be constantly adapted. To cope with this, flexible and efficient working environments are needed. In addition, employees must regularly adapt to new workflows and new production processes. A constant and efficient learning process is essential to achieve greater flexibility in the workforce. In addition, employees need to be adequately supported to cope with increasing work complexity.

Currently in industry, employees are trained on-the-job in new variants, products and production processes. During work, digital support systems provide information, e.g. through augmented reality (AR) systems, while sensor systems control actions. However, existing digital support systems remain inflexible, providing the same support to each worker without taking into account professional experience and knowledge. This approach can lead to specialist fatigue and trainee overload. The constant use of support systems can also create undesirable dependencies on the system.

The research project presented here aims to create adaptive and fault-tolerant support systems that display personalised instructions according to user actions. One focus is on the integration of gamification strategies in production environments. The game elements are intended to motivate workers, enable individual support and increase flexibility and work performance.

In a first step, a gamification framework for manual work in manufacturing was developed. In a second step, the gamification framework was implemented for a virtual reality (VR) training environment. For this, the existing manual workstation of the Industrie 4.0 model factory including its functionalities was mapped in the virtual world and various assembly tasks were integrated. This enables the user to learn the individual levels of the VR training environment and thus the individual assembly sequences at an individual speed.

Multi-agent systems to control, simulate and optimize resilient smartfactories

Kooperierende Hochschule:
RMIT University (Australien)

Promovend:
Sebastian Braun



Gerade im Mittelstand ist heute ein breites Spektrum unterschiedlicher proprietäre Systemlösungen vorhanden. Diese basieren in der Regel auf monolithischer Software, die den neuen Anforderungen an eine universelle, anwendungsübergreifende Kommunikation nicht gerecht werden. Wie im Rahmen von Industrie 4.0 vorgeschlagen, müssen klassische Strukturen aufgebrochen werden, um dem Wunsch nach integrierbaren, flexiblen und skalierbaren Systemen nachzukommen. Das Referenz Architektur Modell RAMI 4.0 (DIN 91345) bietet den Rahmen und beschreibt sowohl die Datensicht als auch die prinzipielle Kommunikation zwischen Industrie 4.0-Assets und der Infrastruktur.

Diese Arbeit verfolgt den Ansatz ein auf die Problemstellungen der Automatisierungs-technologie zugeschnittenes Framework auf der Basis von Mehragentensystemen bereit zu stellen. Als Agenten sind konfigurierte Anwendungen nach dem Microservice-Gedanken zu verstehen, die unter anderem als zentrale Vermittlungsstelle zwischen Datensätzen und Datenquellen dienen. Jede (aktive) Partei, d.h. Kunde, Auftrag, Maschine oder Produkt, erhält so eine dezentrale Intelligenz, mit der sie sich selbst verwaltet. Dies ermöglicht sowohl ganzheitliche Implementierungen über die gesamte Unternehmensstruktur als auch leicht zu integrierende und flexible spezifische Lösungen mit zu geringem Anpassungsaufwand.

English:

Especially in small and medium-sized businesses, a wide range of different proprietary system solutions are available today. These are usually based on monolithic software that does not meet the new requirements for universal, cross-application communication. As proposed in the context of Industrie 4.0, classic structures must be broken down to meet the desire for integrable, flexible and scalable systems. The reference architecture model RAMI 4.0 (DIN 91345) provides the framework and describes both the data view and the principle communication between Industrie 4.0 assets and the infrastructure.

This work pursues the approach of providing a framework tailored to the problems of automation technology on the basis of multi-agent systems. Agents are to be understood as configured applications according to the microservice idea, which, among other things, serve as a central intermediary between data

sets and data sources. Each (active) party, i.e. customer, order, machine or product, thus receives a decentralised intelligence with which it manages itself. This enables both holistic implementations across the entire corporate structure as well as easily integrated and flexible specific solutions with too little adaptation effort.

Semantic data model for the integration of intelligent generic devices

Kooperierende Hochschule:
CIDESI (Mexiko)

Promovend:
Victor Chavez



Die Erhöhung der Flexibilität in der Automationsbranche und die Einbeziehung von Technologiestrategien aus dem bekannten Industrie 4.0 Konzept erfordert die Entwicklung neuer Methoden für deren vollständige Integration. Ein zentraler Aspekt von Industrie 4.0 ist das Zusammenwirken der "Dinge". Dies erfordert, dass "Assets", wie sie in DIN SPEC 91345 beschrieben sind, Informationen gemeinsam nutzen, was ohne Semantik nicht möglich ist.

Heutzutage werden in der Industrie herstellerabhängig unterschiedliche Kommunikationsstandards und Datenstrukturen verwendet, wodurch eine Integration nach der gleichen Methodik nicht gewährleistet werden kann. Darüber hinaus erfordert die Entwicklung intelligenter Geräte die Integration verschiedener Funktionalitäten, sogenannter Profile, die ihr Verhalten beschreiben können. Daher können die Entwicklung, die Gerätetests und die Integration in der Automatisierungsindustrie für diese neuen intelligenten Geräte vergleichsweise umständlich sein und ein gesondertes Vorgehen für jeden einzelnen Anwendungsfall erfordern. Außerdem wird die Wiederverwendbarkeit derselben Technologie und Konzepte für andere Anwendungen beeinträchtigt.

Aus diesem Grund ist es das Ziel dieser Arbeit, ein semantisches Modell zu erstellen, das generische Funktionalitäten und Kategorien für die Realisierung dieser intelligenten Geräte ganzheitlich integriert.

English:

Increasing flexibility in the automation industry and incorporating technology strategies from the well-known Industrie 4.0 concept requires the development of new methods for their complete integration. A central aspect of Industrie 4.0 is the interaction of "things". This requires that "assets", as described in DIN SPEC 91345, share information, which is not possible without semantics.

Today, different communication standards and data structures are used in the industry, depending on the manufacturer, which means that integration according to the same methodology cannot be guaranteed. Furthermore, the development of smart devices requires the integration of different functionalities, so-called profiles, which can describe their behaviour. Therefore, the development, device testing and integration in the automation industry for these new smart devices can be comparatively cumbersome and require a separate approach for each use case. Furthermore, the reusability of the same technology and concepts for other applications is compromised.

For this reason, the aim of this work is to create a semantic model that integrates generic functionalities and categories for the realisation of these intelligent devices in a holistic way.

An Autonomous Mobile Manipulation for Human-Robot Collaborative Industrial Environments

Kooperierende Hochschule:

Tshwane University of Technology (Südafrika)

Promovend:

Heiko Engemann



Heutige Produktionsstrukturen sind größtenteils für konstant große Produktionschargen und definierte Produkte ausgelegt. Allerdings hat in den letzten Jahren die Nachfrage nach kundenspezifischen bzw. benutzerdefinierten Produkten stark zugenommen und somit die Anforderungen an die industrielle Automatisierung verändert.

Der Einsatz autonomer mobiler Manipulatoren im Produktionsprozess ist ein Ansatz für die Umsetzung einer flexibleren und agileren Automatisierung. Die Soft- und Hardwarekomponenten eines solchen autonomen industriellen mobilen Manipulators (AIMM) müssen den besonderen Anforderungen einer flexiblen industriellen Produktionsumgebung entsprechen.

Diese Arbeit befasst sich mit der Entwicklung und Implementierung eines autonomen mobilen Manipulators, der mit menschlichen Arbeitern in einem industriellen Produktionsszenario zusammenarbeitet. Hierbei werden alle Kernbereiche der mobilen Manipulation: Mapping, Lokalisierung, Pfadplanung, visuelles Servoing, Arbeitsraumüberwachung sowie Bahnplanung abgedeckt. Trotz der Tatsache, dass in den letzten Jahren viele Forschungsarbeiten das Thema der mobilen Manipulation behandelt haben, ist diese Technologie noch kein Bestandteil heutiger Produktionsprozesse. Der Grund hierfür liegt in der hohen Komplexität des Gesamtsystems.

Ziel dieser Arbeit ist daher insbesondere Bottlenecks bei der Implementierung von AIMMs aufzuzeigen und Konzepte zu deren Beseitigung zu entwickeln.

English:

Today's production structures are largely designed for consistently large production batches and defined products. However, in recent years, the demand for customised or user-defined products has increased significantly, changing the requirements for industrial automation.

The use of autonomous mobile manipulators in the production process is one approach to implementing more flexible and agile automation. The software and hardware components of such an autonomous industrial mobile manipulator (AIMM) must meet the specific requirements of a flexible industrial production environment.

This thesis deals with the development and implementation of an autonomous mobile manipulator that interacts with human workers in an industrial production scenario. All core areas of mobile manipulation are covered: mapping, localisation, path planning, visual servoing, workspace monitoring and path planning. Despite the fact that many research papers have dealt with the topic of mobile manipulation in recent years, this technology is not yet part of today's production processes. The reason for this is the high complexity of the overall system.

The aim of this work is therefore to identify bottlenecks in the implementation of AIMMs and to develop concepts for their elimination.

Design and Control of a climbing Robot for Wind Turbines

Kooperierende Hochschule:

Tshwane University of Technology (Südafrika)

Promovend:

Josef Franko



Windkraftanlagen (WA) gewinnen an Bedeutung für eine nachhaltige Energieversorgung. Der Zugang für die Wartung der Strukturteile ist aufgrund der schwierigen Wetterbedingungen und der großen Dimensionen moderner Windkraftanlagen problematisch. Der aktuelle Stand der Technik beim Zugang zu den Strukturen von Windkraftanlagen ist der Einsatz von Industriekletterern und seilgestützten Wartungsplattformen. Für beide Lösungen sind aufgrund der begrenzten Stabilität gegenüber Windkräften stabile Wetterbedingungen erforderlich.

Diese Arbeit trägt zur Entwicklung eines Turmkletterroboters (TKR) bei. Die Konstruktion verwendet einen auf Reibung basierenden Klettermechanismus ohne die Notwendigkeit von Seilen. Dadurch kann die Wartung auch bei instabilen Wetterbedingungen durchgeführt werden. Der Klettermechanismus hat zwei Subsysteme für die Fortbewegung und die Adhäsion. Reibungsbasiertes Klettern erfordert Adhäsionskräfte. Der Adhäsionsmechanismus ist auf verschiedene Turmdurchmesser einstellbar. Bei der Entwicklung des TKR wurden mechanisches Design, Sensorintegration und Controller-Layout kombiniert. Das primäre Ziel ist die Optimierung der Roboterkinematik und -dynamik, wobei die Adhäsionskräfte an die Tragfähigkeit des Turms angepasst werden müssen.

Der TKR stellt eine mobile autonome Plattform für verschiedene WA-Wartungsanwendungen dar. Fortschrittliche mobile Robotik auf Basis des Robot Operating System (ROS) ist die Schlüsseltechnologie, die es dem TKR ermöglicht, autonom zu arbeiten.

English:

Wind turbines (WT) are becoming increasingly important for sustainable energy supply. Access for maintenance of the structural parts is problematic due to difficult weather conditions and the large dimensions of modern wind turbines. The current state of the art for accessing wind turbine structures is the use of industrial climbers and rope-supported maintenance platforms. Both solutions require stable weather conditions due to limited stability against wind forces.

This work contributes to the development of a tower climbing robot (TKR). The design uses a friction-based climbing mechanism without the need for ropes. This allows maintenance to be carried out even in unstable weather conditions. The climbing mechanism has two subsystems for locomotion and adhesion. Friction-based climbing requires adhesion forces. The adhesion mechanism is adjustable to different tower diameters. The development of the TKR combined mechanical design, sensor integration and controller layout. The primary goal is to optimise the robot kinematics and dynamics, while adapting the adhesion forces to the load-bearing capacity of the tower.

The TKR represents a mobile autonomous platform for various WA maintenance applications. Advanced mobile robotics based on the Robot Operating System (ROS) is the key technology that enables the TKR to operate autonomously.

Basic research on direct printed injection molds made from high performance plastics

Kooperierende Hochschule:
TUC- Technical University of Cluj-
Napoca (Rumänien)

Promovend:
Karim Abbas



Die fertigende Industrie ist zunehmend auf innovative Technologien angewiesen, um schnell und flexibel Güter zu produzieren. Hier kristallisiert sich die Additive Fertigung als einer der jüngsten und wichtigsten Fertigungsverfahren heraus. Das sogenannte Schichtbauverfahren, auch unter dem Begriff 3D-Druck bekannt, ermöglicht durch die Verfahrensart und diversen Materialien ungeahnte Möglichkeiten der Fertigung. Nahezu jede Geometrie ist mit nur einer Anlage realisierbar. Mit dieser Technologie können Prozessketten entscheidend beeinflusst und verkürzt werden. Dies reduziert die Fertigungszeit, kann den Einsatz von Ressourcen minimieren, reduziert den maschinellen Aufwand und folglich auch die Kosten.

Diese Eigenschaften sind für den Einsatz bei der Werkzeugherstellung überaus vorteilhaft. Die Herstellung eines Spritzgusswerkzeugs ist sehr kosten- sowie zeitintensiv. Bei der Auslegung eines Werkzeuges wird ein fundiertes Knowhow vom Konstrukteur und vom Anlagentechniker benötigt. Doch auch mit viel Erfahrung sind mehrere iterative Schritte notwendig, um zum endgültigen Werkzeug zu gelangen. Die Entwicklungsdauer ist demnach enorm.

An dieser Stelle soll die additive Fertigung ihren Einsatz finden und die Möglichkeit zu einer Effizienten Werkzeugentwicklung eröffnen. Ferner soll hierzu der Einsatz von sogenannten Hochleistungspolymeren verhelfen. Die hohe Temperaturbeständigkeit und die hohen mechanischen Eigenschaften sind dabei das wichtigste Auswahlkriterium für den geplanten Einsatz als Werkzeugmaterial.

English:

The manufacturing industry is increasingly dependent on innovative technologies to produce goods quickly and flexibly. Additive manufacturing is emerging as one of the most recent and important manufacturing processes. The so-called layer construction process, also known as 3D printing, enables unimagined manufacturing possibilities due to the type of process and various materials. Almost any geometry can be realised with just one system. With this technology, process chains can be decisively influenced and shortened. This reduces the production time, can minimise the use of resources, reduces the machine effort and consequently also the costs.

These properties are extremely advantageous for use in mould production. The production of an injection moulding tool is very cost-intensive as well as time-consuming. When designing a mould, a profound know-how is required from the designer and the plant engineer. But even with a lot of experience, several iterative steps are necessary to arrive at the final mould. The development time is therefore enormous.

This is where additive manufacturing should come in and open up the possibility of efficient tool development. Furthermore, the use of so-called high-performance polymers should help to achieve this. The high temperature resistance and the high mechanical properties are the most important selection criteria for the planned use as tool material.

Flexibilization of Production Systems through Additive Manufacturing

Kooperierende Hochschule:
TUC- Technical University of Cluj-
Napoca (Rumänien)

Promovend:
Angela Luft



Die erfolgreiche Etablierung eines wirtschaftlich sinnvollen Flexibilitätsgrades stellt eine große Herausforderung für Unternehmen dar. Die bestehenden Flexibilitätstheorien der letzten Jahrzehnte sind durch die Grenzen der Flexibilisierung von Produktionssystemen mittels konventioneller Fertigungstechnologien zwangsläufig auf wiederkehrende Probleme und Gestaltungsgrenzen gestoßen.

Hier verbirgt sich ein großes Potenzial in einem Überdenken der bestehenden Forschung zur Flexibilisierungstheorie mit Hilfe von additiven Technologien (AM): Aufgrund ihrer natürlich gegebenen sehr hohen Flexibilität bietet AM eine mögliche Lösung, um das Dilemma konventioneller Fertigungstechniken und Flexibilitätskonzepte zu lösen. Um dieses Potenzial zu erschließen, ist jedoch ein neuer Ansatz zur Bewertung der Flexibilität und zum Verständnis der additiven Fertigung erforderlich. Derzeit fehlen jedoch Indikatoren für eine mehrdimensionale Bewertung der AM-Potenziale, eine Integration von AM in die Flexibilitätstheorie sowie eine mehrdimensionale Gesamtbewertung des Nutzens der Technologie abseits der Stückkostenbetrachtung (z.B. Lagerbestände, OEE, Durchlaufzeit, Rüstkosten).

Das Dissertationsprojekt wird ein erster Ansatz sein, um die Forschungslücke zu schließen, indem ein Bewertungsmodell zur Flexibilisierung eines Produktionssystems durch den Einsatz der AM-Technologie untersucht wird. Damit wird ein neuer

Ansatz zur Flexibilisierung von Produktionssystemen mittels Additiver Fertigung geschaffen und die bestehenden Flexibilisierungstheorien erweitert.

English:

Successfully establishing an economically viable degree of flexibility is a major challenge for companies. The existing flexibility theories of recent decades have inevitably encountered recurring problems and design limits due to the limitations of flexibilising production systems using conventional manufacturing technologies.

This is where there is great potential in rethinking existing research on flexibility theory with the help of additive technologies (AM): due to their naturally given very high flexibility, AM offers a possible solution to solve the dilemma of conventional manufacturing technologies and flexibility concepts. However, in order to tap this potential, a new approach to assessing flexibility and understanding additive manufacturing is needed. Currently, however, there is a lack of indicators for a multidimensional assessment of AM potentials, an integration of AM into flexibility theory, and a multidimensional overall assessment of the benefits of the technology away from unit cost considerations (e.g. inventory levels, OEE, lead time, set-up costs).

The dissertation project will be a first approach to close the research gap by investigating an evaluation model for the flexibilization of a production system through the use of AM technology. This will create a new approach to the flexibilization of production systems by means of additive manufacturing and extend the existing flexibilization theories.

Research on producing complex metal parts by Laser Powder Bed Fusion, to be welded onto larger components

Kooperierende Hochschule:
TUC- Technical University of Cluj-
Napoca (Rumänien)

Promovend:
Fabian Eichler



Das additive Fertigungsverfahren Laser Powder Bed Fusion bietet ein herausragendes Potenzial zur Herstellung konturnaher funktionsintegrierter Bauteile aus metallischen Werkstoffen. Durch den schichtweisen Aufbau begegnet das Verfahren den Forderungen nach steigender Komplexität und steigender Flexibilisierung herzustellender Produkte. Trotz der Vorteile dieser jungen Fertigungstechnologie wird sie aktuell vornehmlich zur Herstellung von hochwertigen bzw. kostenintensiven Bauteilen in kleinen Losgrößen

eingesetzt. Industrielle Anwendungsbeispiele finden sich primär in den Branchen Luft- und Raumfahrt, Energietechnik und Medizintechnik. Ursache für den derzeitigen limitierten industriellen Einsatzgrad der LPBF-Technologie sind die fehlende Einbindung des Verfahrens in die vorhandenen industriellen Prozessketten, die geringe Produktivität und die eingeschränkte herstellbare Bauteilgröße.

Der in dieser Promotion verfolgte, vielversprechende Ansatz diesen Herausforderungen zu begegnen, beinhaltet die intelligente Kombination des LPBF-Verfahrens mit dem Fügeprozess Schweißen. Ziel der Arbeit ist die Entwicklung einer ganzheitlichen Prozesskette zu Herstellung von großvolumigen und funktionsintegrierten Bauteilen mittels additiver Fertigung und Schweißen.

So könnten Bauteilbereiche, die komplexe und funktionsintegrierte Elemente enthalten, mittels LPBF gefertigt werden, während andere Bereiche, die konventionell (Zerspanung, Umformen) kosteneffizienter gefertigt werden können, mit bestehenden Fertigungsverfahren hergestellt werden. Außerdem ist es denkbar, den möglichen Bauraum von LPBF-Konstruktionen durch das Verschweißen von mehreren LPBF-Teilen zu vergrößern.

Dem gegenüber stehen viele metallurgische sowie prozesstechnische Hindernisse, die im gegenwärtigen Stand von Wissenschaft und Technik noch nicht ausführlich diskutiert wurden. Die ersten Schritte des Vorhabens beinhalten, nach einer tiefgehenden Recherche, die Anpassung des LPBF-Prozesses zur Reduktion resultierender Eigenspannungen. Materialsimulationen werden ebenso Einsatz finden, wie eine detaillierte Betrachtung der auftretenden Temperaturgradienten entlang beider Fertigungsprozesse. Gestützt durch regelmäßige metallurgische Untersuchungen wird versucht Verzug zu minimieren und metallurgisch vollständige Verbindungen zu erzielen.

English:

The additive manufacturing process Laser Powder Bed Fusion offers outstanding potential for the production of near-contour function-integrated components made of metallic materials. Due to the layer-by-layer structure, the process meets the demands for increasing complexity and increasing flexibility of products to be manufactured. Despite the advantages of this young manufacturing technology, it is currently mainly used for the production of high-quality or cost-intensive components in small batch sizes. Examples of industrial applications can be found primarily in the aerospace, energy technology and medical technology sectors. The reasons for the current limited industrial application of LPBF technology are the lack of integration of the process into the existing industrial process chains, the low productivity and the limited component size that can be produced.

The promising approach pursued in this doctoral thesis to meet these challenges involves the intelligent combination of the LPBF method with the joining process of welding. The aim of the work is to develop a holistic process chain for the production of large-volume and functionally integrated components using additive manufacturing and welding.

Thus, component areas that contain complex and functionally integrated elements could be manufactured using LPBF, while other areas that can be manufactured more cost-efficiently conventionally (machining, forming) could be manufactured using existing manufacturing processes. In addition, it is conceivable to increase the possible installation space of LPBF constructions by welding together several LPBF parts.

In contrast to this, there are many metallurgical as well as process-related obstacles that have not yet been discussed in detail in the current state of science and technology. The first steps of the project include, after an in-depth research, the adaptation of the LPBF process to reduce the resulting residual stresses. Material simulations will be used as well as a detailed examination of the temperature gradients occurring along both manufacturing processes. Supported by regular metallurgical investigations, the aim is to minimise distortion and achieve metallurgically complete joints.

Multimedia unterstütztes Lehrsystem

Multimedia supported teaching system



Im Rahmen der Industrie 4.0 Aktivitäten sind „digitaler Zwilling“, „virtuelle Inbetriebnahme“, „Kundenintegriertes Engineering“ oder auch „predictive Maintenance“ häufig genannte Begriffe, da sie interessante Anwendungsfälle für reale Problemstellungen beschreiben. Herausfordernd ist im Besonderen die multidisziplinäre Sicht auf die ganzheitliche Entwicklung von Maschinen und Anlagen.

Die heute üblichen Ausbildungsgänge sind häufig noch in die Fachgebiete Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik unterteilt. Ebenfalls ist die Disziplin der Mechatronik nicht so weit entwickelt, dass gute Mechatroniker gleichzeitig gute Konstrukteure oder gute Programmierer sind. Aufgrund der persönlichen Disposition sind immer wieder individuelle Vertiefungen vorhanden und auf der anderen Seite signifikante Wissenslücken.

Gleichzeitig werden am Markt interessante Toolwelten angeboten, die eine entsprechende Integration und Umsetzung der Industrie 4.0 Ideen ermöglichen. Im Besonderen sind hier die Siemens Toolwelten NX, Teamcenter, TIA-Portal und Mechatronic Concept Designer zu nennen. Vieles wird in der Ausbildung zum Produktdesigner oder Mechatroniker oder in dem Studium in den Modulen Automatisierungstechnik oder CAD verwendet. Stand heute ist jedoch eine ganzheitliche, disziplinübergreifende Ausbildung noch nicht umgesetzt. Auch hier sind vielfach die Detailkompetenzen für eine ganzheitliche Lösung nicht vorhanden.

Im Rahmen dieses Projekts wird eine Lehr- und Forschungsanlage in Form einer interaktiven Lernumgebung entwickelt. Hierzu werden Elemente einer Industrie 4.0 Anlage des Herstellers Lucas Nülle mit Festo-Didactic Komponenten der Festo Meclab Familie kombiniert.

Ziel ist es Studierende des Maschinenbaus, der Mechatronik und weiterer Ingenieurwissenschaften in einfachen Aufgabenstellungen eine ganzheitliche Systemlösung von der Konstruktion, der SPS-Programmierung, der virtuellen Inbetriebnahme bis hin zur realen Inbetriebnahme zu vermitteln.

In the context of Industry 4.0 activities, "digital twin", "virtual commissioning", "customer-integrated engineering" or "predictive maintenance" are frequently mentioned terms, as they describe interesting use cases for real problems. In particular, the multidisciplinary view of the holistic development of machines and plants is challenging.

Today's standard training courses are often still divided into the disciplines of mechanical engineering, electrical engineering and information technology. Likewise, the discipline of mechatronics is not so far developed that good mechatronics engineers are also good designers or good programmers. Due to personal disposition, there are always individual specialisations and, on the other hand, significant gaps in knowledge.

At the same time, interesting tool worlds are offered on the market that enable the corresponding integration and implementation of Industry 4.0 ideas. In particular, the Siemens tool worlds NX, Teamcenter, TIA Portal and Mechatronic Concept Designer should be mentioned here. Much of this is used in training as a product designer or mechatronics technician or in the automation technology or CAD modules during studies. As of today, however, holistic, cross-disciplinary training has not yet been implemented. Here, too, the detailed competences for a holistic solution are often not available.

Within the framework of this project, a teaching and research system in the form of an interactive teaching environment is being developed. To this end, elements of an Industry 4.0 system from the manufacturer Lucas Nülle will be combined with Festo-Didactic components from the Festo Meclab family.

The aim is to teach students of mechanical engineering, mechatronics and other engineering sciences a holistic system solution from design, PLC programming and virtual commissioning to real commissioning in simple tasks.



Prof. Dr.-Ing.

Pamela Stöcker

E-Mail: pamela.stoecker@fh-aachen.de

Phone: +49.241.6009 52487

Industrie 4.0 Produktion von E-Longboards

Industry 4.0 Production of E-Longboards



Longboard.

Das Wort „Industrie 4.0“ ist heute weitläufig bekannt. Viele Fabriken auf der ganzen Welt sind dabei, die zugrundeliegenden Konzepte umzusetzen, um ihre Produktions- und Fertigungsprozesse zu automatisieren. Die Idee hinter Industrie-4.0 ist der Aufbau einer „Smart Factory“, in der alle Stationen über das Internet verbunden sind, sodass die Fertigungsprozesse aus der Ferne beobachtet und sogar gesteuert werden können.

Beispielhaft soll in der Modellfabrik des IAAM ein kundenspezifisches elektrisch angetriebenes Longboard produziert werden. Im Mittelpunkt dieses Studentenprojektes steht der Bau einer Laser-Gravierstation, welche die Oberfläche des E-Longboards mit einem QR-Code versieht. Die Funktion dieses QR-Codes besteht darin, jedem E-Longboard eine Teilenummer und somit einen digitalen Zwilling zuzuordnen, um den Überblick über alle produzierten Teile zu behalten. Darüber hinaus hat der Kunde auch die Möglichkeit, ein individuelles Bild auf der Oberfläche des E-Longboards gravieren zu lassen.

Zur Steuerung der Laser-Gravierstation werden eine Arduino-Mikrosteuerung und eine speicher-programmierbare Steuerung (SPS) eingesetzt. Open-Source-Bibliotheken werden verwendet, um den Arduino in eine CNC-Steuerung zu verwandeln. Diese Bibliotheken werden auch von einigen kommerziellen CNC-Maschinen, 3D-Druckern, Laserschneidemaschinen usw. verwendet. Die Herausforderung in diesem Projekt besteht darin, den Laser so anzupassen, dass er auf der unebenen Oberfläche des E-Longboards gravieren kann. Daher ist eine z-Achsenbewegung erforderlich, um die Position des Lasermoduls zu steuern und so einen konstanten Abstand zwischen dem Lasermodul und der Oberfläche einzuhalten.

The word "Industry 4.0" is widely known today. Many factories around the world are implementing the underlying concepts to automate their production and manufacturing processes. The idea behind Industry 4.0 is to build a "smart factory" in which all stations are connected via the internet so that manufacturing processes can be monitored and even controlled remotely.

As an example, a customised electrically driven longboard is to be produced in the model factory of the IAAM. The focus of this student project is the construction of a laser engraving station that provides the surface of the e-longboard with a QR code. The function of this QR code is to assign a part number and thus a digital twin to each e-longboard in order to keep track of all the parts produced. In addition, the customer also has the option of having an individual image engraved on the surface of the e-longboard.

An Arduino microcontroller and a programmable logic controller (PLC) are used to control the laser engraving station. Open source libraries are used to turn the Arduino into a CNC controller. These libraries are also used by some commercial CNC machines, 3D printers, laser cutting machines, etc. The challenge in this project is to adapt the laser so that it can engrave on the uneven surface of the e-longboard. Therefore, a z-axis movement is required to control the position of the laser module to maintain a constant distance between the laser module and the surface.



Contact:

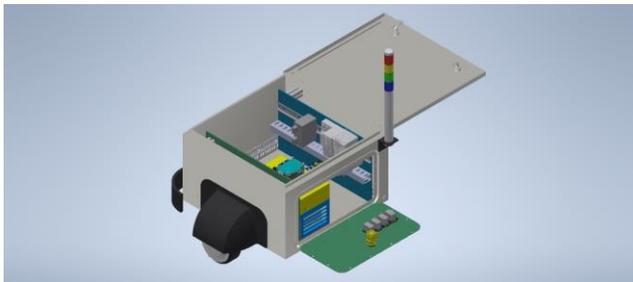
Jessica Ulmer, M-Sc.
ulmer@fh-aachen.de

AGV - Autonomous guided Vehicle

Low-Cost Autonomous MoverWE!

Die Industrie 4.0-Modellfabrik an der FH Aachen wird vor allem durch studentische Projekt- und Abschlussarbeiten aktualisiert und erweitert. In diesem Projekt wird ein kostengünstiges autonomes Fahrerloses Transportfahrzeug (FTS) entwickelt und implementiert, das die verschiedenen Bearbeitungsstationen der Modellfabrik verbinden kann.

Ziel ist es, ein eigenes AGV für eine Nutzlast von bis zu 100 kg zu entwickeln. Das AGV soll für den Einsatz in typischen Produktionsumgebungen konzipiert werden; die Integration der notwendigen Sensorik und Logik für die Bahnplanung und Personensicherheit ist daher ein wesentlicher Bestandteil des Projekts.



Entwickeltes AGV. (Developed AGV.)

Das AGV navigiert mit einem Linienverfolgungsalgorithmus autonom durch festgelegte Pfade. In diesen Pfad sind NFC-Tags eingebettet, die es dem AGV ermöglichen, Wegpunkte für die Navigation zu erkennen, und eine Benutzerschnittstelle zur Steuerung der Wegpunkte, an denen das AGV Artikel in der Industrie 4.0-Modellfabrik ausliefern oder abholen soll.

Das nächste Ziel für das FTS ist die 3D-Navigation, die Mensch-Roboter-Kollaboration für eine flexible Pfadplanung und das Design einer kollaborativen Gruppe von FTS.

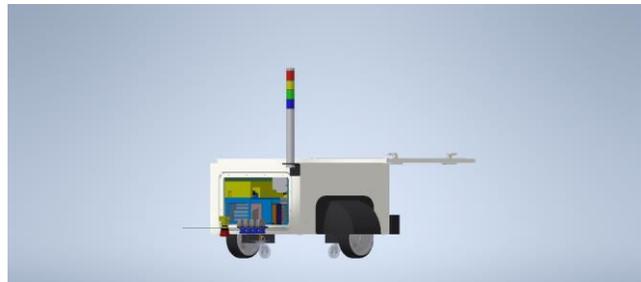


Contact:

Victor Chavez, M-Sc.
chavez-bermudez@fh-aachen.de

The Industry 4.0 model factory at the FH Aachen University of Applied Sciences is primarily updated and expanded through student project work and final theses. In this project, a cost-effective autonomous guided vehicle (AGV) is being developed and implemented that can connect the various processing stations of the model factory.

The aim is to develop a dedicated AGV for a payload of up to 100 kg. The AGV is to be designed for use in typical production environments; the integration of the necessary sensors and logic for path planning and personal safety is therefore an essential part of the project.



Entwickeltes AGV. (Developed AGV.)

The AGV navigates autonomously through designated paths with a line following algorithm. In this path, there are embedded NFC tags that allow the AGV to detect waypoints for navigation and a user interface to control the waypoints that the AGV should deliver or pickup items at the Industry 4.0 model factory.

The next goal for the AGV is to include 3D navigation, human-robot collaboration for flexible path-planning and design of a collaborative group of AGVs.

LFSA – Long distance Ethernet

For Sensors and Actuators

Im Jahr 2019 wurde der Standard IEE802.3cg, auch bekannt als 10BASE-T1L, veröffentlicht. Dieser Standard erweitert die physikalische Ethernet-Schicht für Anwendungen bis zu 1000 Meter und 60 Watt Leistung über Single-Pair-Ethernet mit einer Bandbreite von 10 MBps. Diese neuen Funktionen ermöglichen es industriellen Sensoren und Aktoren, ihre Reichweite zu erhöhen, die physische Verkabelung zu reduzieren und eine höhere Bandbreite für Echtzeitanwendungen zu erzielen.



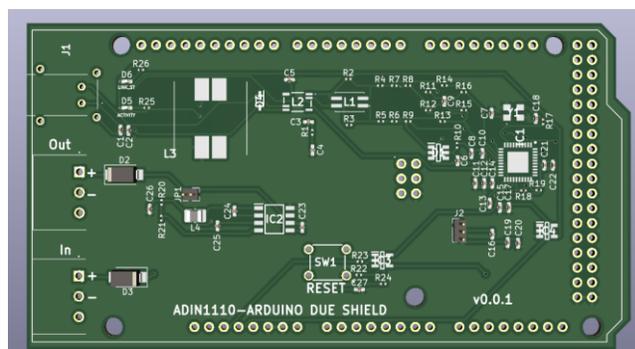
Arduino-10T1L.

In der Modellfabrik Industrie 4.0 sind wir daran interessiert, diese neue Technologie zu integrieren und ihre Integration zur Entwicklung von Sensoren und Aktoren zu bewerten. Im Rahmen eines Masterarbeitsprojekts entwickeln wir ein Rapid-Prototyping-Framework zur Nutzung dieses neuen Ethernet-Standards mit der Arduino-Plattform.

Darüber hinaus planen wir, dieses Framework zu integrieren, um einen Plug-and-Play-Schalter für Sensoren und Aktoren zu entwickeln. Das Ziel dieses zweiten Projekts ist die automatische Verwaltung von Feldgeräten über Ethernet und die Schaffung einer Schnittstelle, die für Industrie 4.0-Anwendungen geeignet ist. Die Integration von Geräten in einen 10BASE-T1L-Switch wird das Informationsmanagement und die Organisation von Daten mit Hilfe semantischer Datenmodellierung ermöglichen.

In 2019, the IEE802.3cg standard, also known as 10BASE-T1L, was published. This standard extends the Ethernet physical layer for applications up to 1000 meters and 60 Watts of power over single pair ethernet with a 10MBps bandwidth. These new features allow industrial sensors and actuators to increase their range of reach, reduce physical wiring connections and a higher bandwidth for real-time applications.

At the Industry 4.0 model factory we are interested to integrate this new technology and evaluate its integration to develop sensors and actuators. As part of a Master thesis project, we are developing a rapid-prototyping framework to use this new ethernet standard with the Arduino platform.



Arduino-PCB.

In addition, we plan to integrate this framework to design a plug-and-play switch for sensors and actuators. The goal of this second project is to manage automatically field devices over ethernet and create an interface compatible for Industry 4.0 applications. The integration of devices to a 10BASE-T1L switch will allow information management and organization of data by means of semantic data modelling.



Contact:

Victor Chavez, M-Sc.
chavez-bermudez@fh-aachen.de

Mechatronische Hunde

Mechatronic Dogs

Im Rahmen des Kurses Mechatronische Systeme verwandelten die Studenten einen mechanischen Hund aus Industrieprofilen in ein mechatronisches System mit interaktiven Funktionen. Ziel dieses Projektes war es, die Kreativität und Problemlösungskompetenz der Studenten spielerisch und praxisnah zu fördern. Dazu wurden die Studenten mit einem mechanischen Bausatz der item Industrietechnik GmbH und verschiedenen elektronischen Komponenten wie Mikrocontrollern, Sensoren und Motoren ausgestattet.



Studenten beim Zusammenbau des mechanischen Hundes. (Students assembling the mechanical dog.)

Wie in einem Industrieprojekt begannen die Studenten mit der Definition der Spezifikationen und Anforderungen an das Projekt. Anschließend planten sie den Aufbau des Systems mit Hilfe von UML- und SysML-Diagrammen. Während der Umsetzungsphase machten die Studierenden praktische Erfahrungen mit dem 3D-Druck und der Node-RED-Plattform. Am Ende wurden verschiedene mechatronische Hunde mit einer großen Vielfalt an Funktionen vorgestellt. Einige Hunde erkannten zum Beispiel Menschen, die vor ihnen standen, und reagierten mit wechselnden Displayanzeigen oder blinkenden Lichtern. Andere Hunde bewegten ihre Beine oder ihren Schwanz, um auf menschliche Befehle oder RFID-basiertes Spielzeugfutter zu reagieren. Insgesamt lehrte das Projekt die Anwendung des Produktentwicklungszyklus auf einen mechatronischen Anwendungsfall.

As part of the mechatronic system course, students transformed a mechanical dog composed of industrial profiles into a mechatronic system with interactive features. This project aimed to develop students' creative and problem-solving abilities in a fun and practice-oriented way. Therefore, the students were equipped with a mechanical assembly set from item Industrietechnik GmbH and various electronic components such as microcontrollers, sensors, and motors.



Die mechanischen Hunde. (The mechanical dogs.)

Like in an industry project, the students started with defining the specifications and requirements of the project. Afterward, they continued planning the system's structure using UML and SysML diagrams. During the implementation phase, the students had hands-on experience with 3D printing and the Node-RED platform. In the end, different mechatronic dogs with a huge variety of functionalities were presented. For instance, some dogs detected humans standing in front of them and responded by changing display messages or flashing lights. Other dogs moved their legs or tail to react on human commands or RFID-based toy food. Overall, the project taught the application of the product development cycle on a mechatronic use case.



Contact:

Jessica Ulmer, M-Sc.
ulmer@fh-aachen.de

Partner und Unterstützer

Wir bedanken uns für die kooperative Zusammenarbeit



Impressum

HERAUSGEBER

Der Rektor der FH Aachen
Bayernallee 11, 52066 Aachen
T. +49.241.60090 | www.fh-aachen.de
© FH Aachen

REDAKTION

Heiko Engemann M.Sc.
Arnd Gottschalk M.A.

BILDNACHWEIS:

FH Aachen außer:
Seite 10: FEV Europe GmbH
Seite 34 & 35: Lucas Nülle Firmenlogo

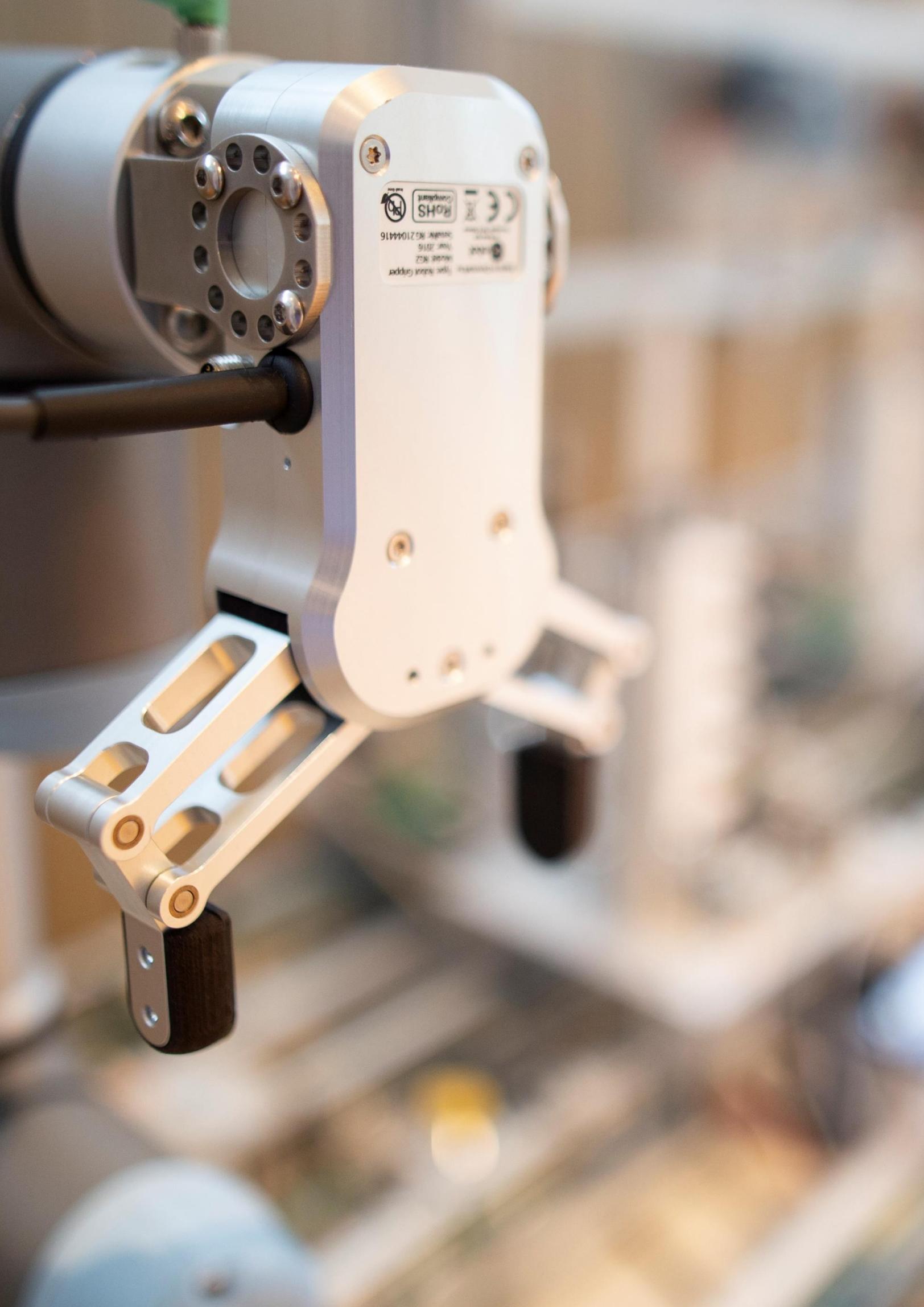
Kontakt IaAM

IaAM

Institute of applied Automation and Mechatronics

Prof. Dr.-Ing. Jörg Wollert
Goethestraße 1, 52064 Aachen
iaam@fh-aachen.de
www.iaam.fh-aachen.de





Type: Robot Gripper
Made in: NZ
Year: 2016
Serial: K02104416
RoHS Compliant
CE