

Jahresbericht 2022

Forschung. Innovation.
Zukunft.



Jahresbericht 2022

Forschung.
Innovation. Zukunft.

www.zema.de

Ze/MA

Inhalt

Biomechatronische Systeme	7
Neuroergonomische digitale Fabrik	11
Biomedizin: Digitaler OP – Digital Scrubs	13
Immersive Mixed Reality – Multi-Immerse	15
Data Engineering & Smarte Sensorik	17
Fertigungssysteme	21
Elektrochemische Verfahren in der Nachbearbeitung additiv gefertigter Teile	26
Mathematische Modellbildung	27
Transferraum DEPART!Saar	28
Industrial Security	30
Cyber Awareness Demonstrator – Security Awareness für produktionsnahe KMU	35
Forschungs- und Transferprojekt GrundschutzPLUS Aktivator	38
Montagesysteme	41
FließInAb – Entwicklung eines neuartigen effizienten Systems zur Inbetriebnahme und Absicherung moderner und autonomer Fahrzeuge in der Fließmontageproduktion	57
iTecPro – Erforschung und Entwicklung von innovativen Prozessen und Technologien für die Produktion der Zukunftmoderner und autonomer Fahrzeuge in der Fließmontageproduktion	60
KIAS – KI gestützte Angebotskalkulation im Sondermaschinenbau moderner und autonomer Fahrzeuge in der Fließmontageproduktion	66
Einsatz eines sensitiven Roboters zur kraftgesteuerten Bearbeitung von Freiform-Oberflächen (SenRob)	69
ViSAAR – Virtuelle Arbeitsgestaltung & Technologien für Innovationen im Strukturwandel	71

VProSAAR – Verteilte Produktion für die saarländische Automotivindustrie: Nachhaltig, Vernetzt, Resilient	73
COTEMACO – Competitiveness Through Efficient Man & Machine Collaboration	76
KomZetSaar – Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Saarbrücken	78
Mittelstand-Digital Zentrum Saarbrücken	80
Power4Production – Zentrum für innovative Produktionstechnologien	82
RICAIP – Research and Innovation Centre on Advanced Industrial Production	84
RZzKI – Regionales Zukunftszentrum für KI und digitale Transformation Saarland und Rheinland-Pfalz	86
Smarte Materialsysteme	88
BEAT – Basslautsprecher mit dielektrischem ElastomerAktor-Antrieb	100
Smart Implants 2.0 – Entwicklung einer neuartigen Sensor-Aktor Frakturversorgungsplatte	102
iSMAT	104
DEPART!Saar	106
Daten zum Jahr	107
Zentrum für Digitale Neurotechnologien will Menschen und Maschinen enger miteinander verbinden (20.01.2022)	108
Landtagsausschuss für Wissenschaft, Forschung und Technologie (05.04.2022)	109
14. Montage-Tagung	110
Weiterbildungsmesse	111
Make-it.Saarland	112
Hannover Messe	113
Montage-Technisches-Kolloquium 2022	114

EuroEAP	115
Automatica in München	116
Firmenlauf in Saarbrücken	117
50 Jahre htw Saar	118
Actuator	119
Unternehmertreffen der saarländischen Automobilindustrie 2022	120
Pressekonferenz TraSaar	121
Ministerpräsidentin Anke Rehlinger zu Besuch bei der Robotix-Academy	122
Start des neuen Mittelstand-Digital Zentrum Saarbrücken	123
Motek	124
Wo der Mensch im Fokus steht - Kickoff der beiden Projekte Digital Scrubs und Multi Immerse (14.10.2022)	125
Veranstaltungen zum Wissenstransfer	126
SMASIS und SMST	127
Lehrveranstaltungen zu Smarten Materialsystemen	128
Veröffentlichungen	129
Referenzen	133
Industrie	133
Forschung	134

Liebe Leserinnen und Leser,

wir freuen uns, Ihnen auf den nachfolgenden Seiten einen Überblick über die Aktivitäten des ZeMA im Jahr 2022 geben zu können.

Die Gliederung folgt der neuen inhaltlichen Strukturierung mit sechs Forschungsbereichen. Neben den bereits etablierten Bereichen, die teilweise etwas umstrukturiert und umbenannt wurden, finden Sie neue zukunftsweisende Arbeitsgebiete.

Als Standort für innovative Produktionstechnologien entwickeln und erforschen wir Systeme, Verfahren und Methoden, mit denen Produkte und Produktion von Morgen effektiv, effizient und nachhaltig zum Nutzen von Menschen und im Einklang mit der Umwelt gestaltet werden können.

Trotz schwieriger Randbedingungen, bedingt durch die Pandemie und den Krieg in der Ukraine mit den globalen Auswirkungen, schauen wir auf ein erfolgreiches Jahr 2022 zurück und optimistisch in das beginnende neue Jahr 2023. Es konnten in jüngster Vergangenheit viele zukunftsweisende Projekte eingeworben und gestartet werden.

Wir freuen uns auch darüber, dass wir viele neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter begrüßen durften. Wir danken den Beschäftigten des ZeMA, unseren Partnern, Kunden und Gesellschaftern für die sehr gute Zusammenarbeit.

Wir wünschen allen Interessierten viel Spaß beim Lesen des vorliegenden Jahresberichts und freuen uns über Kontakte und Rückmeldungen.

Saarbrücken im Januar 2023



**Prof. Dr.-Ing.
Dirk Bähre**
wissenschaftlicher
Geschäftsführer



**Prof. Dr. rer. nat.
Martina Lehser**
wissenschaftliche
Geschäftsführerin



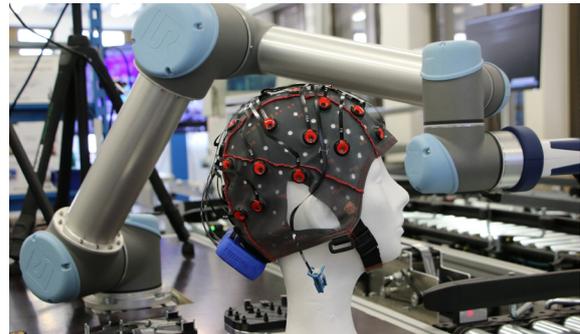
**Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Andreas Noss**
kaufmännischer
Geschäftsführer

Biomechatronische Systeme

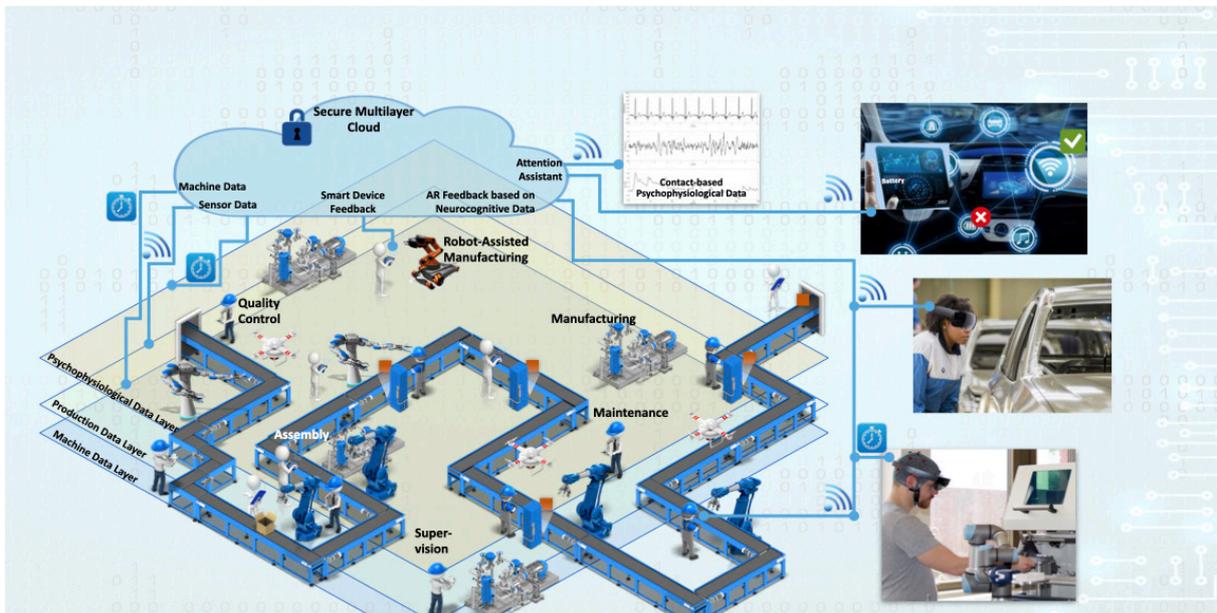
Forschungsbereich Biomechatronische Systeme



Einen neuen sehr interdisziplinären Schwerpunkt am ZeMA bildet der Bereich **Biomechatronische Systeme**, der die Schnittstellen zwischen Biomedizin, Life Science Engineering, Informatik, Mechatronischen Systemen, Intelligenten Materialien und Bereichen wie der Mensch-Maschine/Roboter-Interaktion und sensorischer Immersion vorwiegend durch Einsatz digitaler Neurotechnologien abbildet.



Zentrum für digitale Neurotechnologien



Das Zentrum für digitale Neurotechnologien – CDNS Center for Digital Neurotechnologies Saar – bündelt die Neurotechnologie-Kompetenzen im Saarland und stellt damit eine Querschnitt-Technologie für Biomedizin, Mensch-Maschine-Interaktion und sensorische Immersion dar. Schwerpunkte sind die Neuroergonomische digitale Fabrik, Digitalisierung im OP-Saal und Immersive Mixed Reality.

Das CDNS wurde im Jahr 2021 ursprünglich als interinstitutionelles Zentrum der Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes (htw saar), der Universität des Saarlandes (UdS) und des Zentrums für Mechatronik und Automatisierungstechnik (ZeMA) gegründet. Inzwischen bietet es ein übergreifendes und kollaboratives Umfeld für Wissenschaftler*innen und Technologen aus verschiedenen Disziplinen aus der ganzen Welt. Zusammen mit seinen Firmenmitgliedern steht das Zentrum für

die Verknüpfung und Umsetzung neurotechnologischer Forschung in Industrie und Gesellschaft.

Das ZeMA und seine Kooperationspartner verfolgen im CDNS dabei das Ziel, Systeme zur neuroergonomischen, also „hirngerechten“ Interaktion zwischen Mensch und Maschine bzw. Mensch und empathischem Roboter im Industrie-4.0-Umfeld zu entwickeln.

Dabei nimmt die Kopplung zwischen Neuro- und Physio-Ergonomie gerade in der hochdigitalisierten Produktion eine hohe Stellung ein. Die Gewinnung von Daten aus Maschinen und Prozessen zusammen mit den psychophysiologischen Daten des Menschen ermöglicht die Optimierung von Arbeitsplatzkonzepten nicht nur in der Produktion, sondern auch im klinischen Arbeitsumfeld.

Themenschwerpunkte

Kooperationspartner des ZeMA kommen aus der medizinischen Fakultät der UdS (Chirurgie, Neonatologie, Orthopädie, Kinder- und Jugendpsychiatrie), aus der Informatik der UdS (Human-Computer Interaction and Interactive Technologies Lab), der htw saar und medizinischen Fakultät der UdS (SNNU - Systems Neuroscience & Neurotechnology Unit).

Assoziierte internationale Forschungspartner kommen aus der University of California San Diego (Department of Neurosciences), der University of Missouri (Cognitive and Clinical Neuroscience Laboratory), der Purdue University (Speech Perception & Cognitive Effort Lab), der University of Miami (Department of Biomedical Engineering), der University of Hawaii (Brain and Behavior Lab).



Ansprechpartner/Contact:

Prof. Dr. Martina Lehser, Dr. Eric Wagner
+49 (0) 681 85787 – 102
m.lehser@zema.de



Neuroergonomische digitale Fabrik

Die Produktionsarbeit in Deutschland steht durch die zunehmende Digitalisierung vor einem radikalen Umbruch. Es gilt unter Experten als ausgemacht, dass der Mensch in einer hochdigitalisierten Produktion keine unbedeutendere, aber eine deutlich veränderte Rolle als in der Produktion der letzten Jahrzehnte einnehmen wird. Mensch und Maschine werden im Zuge von Industrie 4.0 eng in Teams zusammenarbeiten. Hierbei nimmt der Mensch mit seinen Fähigkeiten zur Generalisierung und Alltagsintelligenz mehr und mehr die Rolle eines Teamleiters und Koordinators von hochspezialisierten und untereinander (teil-)autonom interagierenden Maschinen und Robotern ein.

Es zeichnet sich ab, dass diese Entwicklung völlig neue Anforderungen an die sensorische Verarbeitung und Wahrnehmung des Menschen stellt: Mentale Anstrengung und eine situations-

und kontextangepasste Aufmerksamkeitsregulierung ersetzen sprunghaft motorische Fähigkeiten und Muskelkraft in vielen Bereichen der Produktion. Bisher ist noch weitgehend unklar, wie ein die physischen und neurokognitiven Ressourcen des Menschen – im Sinne von Wohlbefinden und Effizienz – optimal integrierender Mensch-Maschine-Arbeitsplatz in der hochdigitalisierten Produktion aussehen soll bzw. welche objektiven wissenschaftlich fundierten Messverfahren zu dessen ergonomischer Auslegung herangezogen werden können. Weiterhin fehlt eine dynamische Einbindung von aktuellen psychophysiologischen Daten in Produktionsabläufe gemäß Industrie 4.0 bisher noch völlig.

Ziel der Neuroergonomischen digitalen Fabrik Saar ist die Realisierung einer Forschungs- und Entwicklungsplattform für eine menschenzentrierte, neuroergono-

mische Mensch-Maschine-Kollaboration in der hochdigitalisierten Produktion. Das Projekt nutzt neurowissenschaftlich fundierte Ansätze und kürzlich entwickelte Methoden des mobilen psychophysiologischen Humanmonitoring, um Arbeitsplätze in der digitalisierten Produktion zu erforschen bzw. um neue Kollaborationssysteme und -strategien zu entwickeln.

Projektschwerpunkte sind

- Menschzentrierte Neuroergonomie und Physioergonomie Antizipation in der Mensch-Roboter-Kollaboration
 - Neuroergonomische Bewertung, z.B. Stress, Ermüdung, Ablehnung sowie Bewertung von Produktionsprozessen
- Arbeitsplätze der Zukunft - Kollaborative Arbeitsplätze, an denen Mensch und Roboter unmittelbar interagieren
- Entwicklung und objektive Bewer-

tung von Assistenzsystemen und empathischen Maschinen

- Messung von Aufmerksamkeit und Stresslevel mittels
 - Multimodalem Monitoring von Aufmerksamkeit und Anstrengung am Arbeitsplatz
 - Hochauflösender Kameras zur Bewertung von Mimik und Gestik
 - Bestimmung der Hirnaktivität (EEG)
 - Sensoren auf der Haut zur Übertragung von Hautleitwert etc.

Kooperationspartner sind neben Unternehmen (wie z.B. ZF, Innocise) die htw saar (Embedded Robotics Lab) und die medizinische Fakultät der Uds (SNNU – Systems Neuroscience & Neurotechnology Unit).

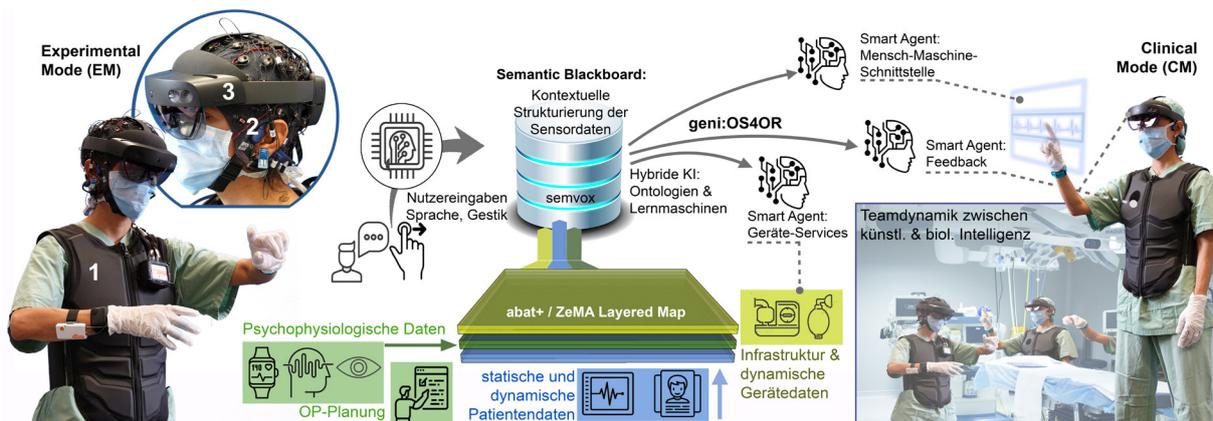
Projektförderung: EFRE, MESaar und die htw saar

Laufzeit:
bis 05.2027



Ansprechpartner/Contact:

Prof. Dr. Martina Lehser, Dr. Eric Wagner
+49 (0) 681 85787 – 102
m.lehser@zema.de



Biomedizin: Digitaler OP – Digital Scrubs

Interpersonelles und multimodales Aufmerksamkeitsassistenzsystem zur kontextsensitiven, neuroergonomischen Mensch-Maschine-Interaktion in vernetzten Operationssälen

Vernetzte OP-Säle, in denen Künstliche Intelligenz zum Einsatz kommt, werden in Zukunft immer mehr Informationen zur Verfügung stellen können. Damit OP-Teams diese Flut von Informationen aber gewinnbringend nutzen können, müssen sie stets auf eine begrenzte Ressource zurückgreifen, das ist ihre Aufmerksamkeit.

Das Konsortium des Projekts DIGITAL SCRUBS erforscht, entwickelt und evaluiert daher erstmals ein Aufmerksamkeitsassistenzsystem zur neuroergonomischen Mensch-Technik-Interaktion in vernetzten OP-Sälen. Eine KI-gestützte Aufmerksamkeitsassistenz mit generischer Schnittstelle zur OP-Technik soll die kognitive Last sowie Ermüdung von OP-Teams reduzieren. So soll sie die Qualität medizinischer Eingriffe nachweisbar verbessern. Die interpersonelle KI-Assistenz stellt Informationen insbesondere durch ein Augmented

Reality (AR)-System für die Sinne Sehen, Hören und Fühlen dar. Diese Informationen sind angepasst an die auszuführende Tätigkeit und Aufnahmefähigkeit des OP-Teams. Hierbei kommunizieren die Forschenden transparent mit der Zielgruppe des Systems und binden sie frühzeitig in die Entwicklung mit ein.

Die Aufgaben des ZeMA konzentrieren sich dabei auf die Erstellung einer Microservice-basierten Repräsentation des Digitalen OP-Saals. Dazu wird ein modularer Aufbau des Systems für einen flexiblen, an unterschiedliche OP-Szenarien anpassbaren Einsatz entwickelt. Zum Einsatz kommen Microservice-Architekturen und mehrschichtige Kommunikationstechnologien zur Vernetzung von Geräten und Assistenzsystemen.

Dabei spielt der Bereich Mensch-Maschine-/Mensch-Roboter-Interaktion im OP eine wichtige Rolle, sowie die Integration von IoT-Geräten und Sensorik im Demonstratoraufbau zum sicheren und echtzeitfähigen Umgang mit heterogenen Daten im dezentralisierten vernetzten OP.

Projektpartner des ZeMA sind die Universität des Saarlandes (SNNU – Systems Neuroscience & Neurotechnology Unit), das Universitätsklinikum des Saarlandes (Institut für Klinisch-Experimentelle Chirurgie), abat+ GmbH, St. Ingbert, paragon semvox GmbH, Kirkel, nexus Institut für Kooperationsmanagement und interdisziplinäre Forschung GmbH, Berlin.

Projektförderung: BMBF, KI-basierte Assistenzsysteme für prozessbegleitende Gesundheitsanwendungen

Laufzeit:
08.2022 – 07.2025



Ansprechpartner/Contact:

Prof. Dr. Martina Lehser, Dr. Eric Wagner
+49 (0) 681 85787 – 102
m.lehser@zema.de



Immersive Mixed Reality – Multi-Immerse

Problemstellung:

In dem Themenbereich Immersive Mixed Reality geht es um Technologien, die das Eintauchen in eine virtuelle Umgebung und Interaktion mit der virtuellen Umgebung ermöglichen. Hier geht es nicht nur um visuelle, sondern auch um akustische und haptische Immersion.

Im Projekt Multi-Immerse geht es um menschliche Nähe durch die multisensorische Optimierung immersiver, virtueller Besuche zur Therapieunterstützung bei schwer erkrankten Kindern und Jugendlichen in den Kinderkliniken des UKS - so der Projekttitel.

Die Idee ist es, schwer erkrankten Kindern, die aus therapeutischen Gründen keinen Kontakt zu Angehörigen haben dürfen, die Möglichkeit zu schaffen, ihre Eltern bzw. Bezugspersonen in virtuellen, realitätsnahen Welten treffen zu können, d.h.

ein emotionsgetreues Erlebnis zu ermöglichen. Über immersive Technologien (zu den Sinnesmodalitäten Sehen, Hören und Fühlen) wird eine gewisse Realitätsnähe hergestellt. Konkret bedeutet das, dass im Ronald-McDonald-Haus ein Raum für Eltern eingerichtet wird, ausgestattet mit VR-Technologie, Body-Scanner, kamerabasierten Messmethoden, etc. Im isolierten Klinik-Bereich entsteht der Kontaktraum für Kinder bzw. Jugendliche. Dort wird roboterunterstützt der menschliche Kontakt durch Ultraschall kontaktlos bzw. mittels biomechatronischem sensorischem Material simuliert.

Besondere Herausforderungen sind dabei die Erstellung eines cyberphysischen Gesamt-Abbilds, insbesondere die sichere und echtzeitfähige Kommunikation zwischen den einzelnen verteilten agierenden Personen und Räumen.



aus der medizinischen Fakultät der UdS (SNNU - Systems Neuroscience & Neurotechnology Unit, Neonatologie, Kinder- und Jugendpsychiatrie), aus der Informatik der UdS (Human-Computer Interaction and Interactive Technologies Lab), der htw saar (Embedded Robotics Lab) und dem DFKI.

Projektförderung: EFRE Saarland 2021 –2027, Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie

Laufzeit:
10.2022 – 03.2026



Ansprechpartner/Contact:

Prof. Dr. Martina Lehser, Dr. Eric Wagner
+49 (0) 681 85787 – 102
m.lehser@zema.de

Data Engineering & Smarte Sensorik

Forschungsbereich Data Engineering & Smarte Sensorik



Data Engineering and Smart Sensors

Die systematische Analyse von verknüpften Sensorsignalen und Maschinenparametern mit Methoden des maschinellen Lernens (ML) bieten ein enormes Potential, Produktions- und Prüfprozesse sowie die Maschinen- und Anlagenverfügbarkeit zu optimieren.

Die Gruppe DESS deckt dabei das gesamte Spektrum von Design of Experiment und Modelltraining bis hin zu Modellinterpretation, -validierung und Messunsicherheitsbetrachtung ab. Der starke Fokus auf Trusted AI und Robustheit der Algorithmen macht unsere Gruppe zum idealen Ansprechpartner für industrielles ML.

KI für den Mittelstand: robust und transparent

Der Bereich Data Engineering and Smart Sensors beschäftigt sich mit dem Einsatz maschineller Lernmethoden zur vorausschauenden Wartung von Anlagen und Maschinen. Dabei werden Sensoren genutzt, die in der Regel bereits in der Maschine verbaut sind, um anhand von Dingen wie Vibrationen oder Schwankungen im Stromverbrauch auf eventuelle Schäden zu schließen.

Zahlreiche Beispiele zeigen, wie künstliche Neuronale Netze Verschleiß in Maschinen mit erstaunlicher Genauigkeit vorhersagen können. In realen Anwendungen lernen die Netzwerke allerdings nicht nur die zu erkennenden Verschleißsymptome, sondern auch den typischen Betriebsmodus der jeweiligen Maschine. Wird der Betriebsmodus (z.B. Vorschub, Drehzahl) aber verändert, führt das zu Problemen und letztlich zur Unzuverlässigkeit der Verschleißerkennung.

Genau hier setzt unsere Gruppe an und forscht gezielt an Robustheit und Übertragbarkeit von maschinellem Lernen, sodass die Algorithmen in Zukunft unabhängig von Betriebszuständen zuverlässige Einschätzungen des Verschleißes liefern. Dazu passen wir Ansätze des Transfer-Learnings, die sich in anderen Anwendungen wie Bild- oder Spracherkennung bewährt haben für ihren industriellen Einsatz an und testen sie in umfangreichen Benchmarks, um den optimalen Algorithmus zu finden.

Ein weiterer Nachteil maschinellen Lernens (ML), an dessen Beseitigung wir arbeiten, ist die fehlende Interpretierbarkeit von Vorhersagen. Das

Problem besteht darin, dass neuronale Netze Dinge wie verbliebene Lebensdauer einer Maschine zwar sehr genau erkennen können, für Menschen aber nicht erkennbar ist, woran das Netz den Verschleiß erkennt. Um dieses Problem zu lösen, nutzen wir eine Kombination aus klassischem ML ohne neuronale Netze und Ansätze aus dem Bereich Trusted AI. Dieser Ansatz ermöglicht es uns sowohl die wichtigsten Verschleißsymptome einer Maschine aufzuzeigen, als auch jede individuelle Vorhersage der verbliebenen Lebensdauer auf verständliche Effekte in der Maschine zurückzuführen.

Zusätzlich haben wir in einem Projekt mit mehreren nationalen Metrologie-Instituten eine Methode entwickelt, die es erstmals ermöglicht für ML-Vorhersagen beweisbare Messunsicherheiten anzugeben. Bis dahin konnten Vorhersagegenauigkeiten lediglich geschätzt werden. Beweisbare Messunsicherheiten ermöglichen perspektivisch eine Zertifizierbarkeit von Prozessen, die ML-Systeme beinhalten.

Insgesamt bietet die Gruppe eine vollumfängliche Beratung zum Einsatz von maschinellem Lernen im industriellen Umfeld. Wir können bei einer Beratung zur richtigen Sensorik mit Möglichkeiten einfach Testdaten aufzuzeichnen anfangen und bei der Versuchsplanung zur Aufzeichnung von Trainingsdaten beraten. Wir können automatisiert eine ganze Reihe von Algorithmen auf den aufgezeichneten Daten testen.

Diese Algorithmen beinhalten sowohl Klassifikation und Regression als auch Anomalie-Detektion. Die dabei entstehenden Lernmodelle lassen sich physikalisch interpretieren und auf die gelernten Verschleißsymptome zurückführen. Weiterhin kann für die Klassifikation eine Fehlerfortpflanzung nach GUM gerechnet werden.

Schließlich beraten wir auch beim Deployment der Modelle auf smarten Sensoren, die eine integrierte Signalverarbeitungskapazität bieten. Erkennung unbekannter Maschinenschäden.



Ansprechpartner/Contact:

Tizian Schneider
+49 (0) 681 85787 – 48
t.schneider@zema.de

Fertigungssysteme

Forschungsbereich Fertigungssysteme



Der gezielte Einsatz von Fertigungsverfahren ist wesentlicher Erfolgsfaktor bei der Umsetzung technischer Innovationen. Die Erforschung und Weiterentwicklung von Fertigungsverfahren mit Fokus auf präzisen Geometrien, funktionalen Oberflächen und spezifischen Werkstoffeigenschaften ist zentraler Bestandteil zukunftsorientierter Entwicklungen in allen Technikbereichen.

Der Forschungsbereich Fertigungstechnologie arbeitet an der Entwicklung von Feinbearbeitungsverfahren und Verfahren der additiven Fertigung, sowie an Methoden und Anwendungen der Prozessplanung und Prozessgestaltung.

Er beschäftigt sich speziell mit:

- Experimenteller Analyse von Werkzeugen, Werkstücken, Prozessmedien und Materialien
- In-Prozess-Messungen an Maschinen und Anlagen
- Erstellung und Anwendung von Prozessmodellen für Fertigungsverfahren
- Berechnungen zur Auslegung von Fertigungsprozessen und Systemelementen
- Entwicklung und Anwendung von Methoden der Technologieplanung

Abtragende Präzisionsbearbeitungsverfahren Gepulstes elektrochemisches Abtragen

Im Bereich Fertigungsverfahren und -automatisierung liegt ein besonderer Schwerpunkt: Der Forschungs- und Industrietätigkeiten auf den abtragenden Fertigungsverfahren.

Speziell ist hier ein relativ neues und innovatives Fertigungsverfahren für metallische Bauteile, das gepulste Elektrochemische Abtragen (englisch: Pulse Electrochemical Machining – PECM), hervorzuheben, welches u.a. bereits in der Automobil- und Flugzeugindustrie sowie auch in der Medizintechnik Einzug gehalten hat und intensiv am ZeMA weiterentwickelt wird.

Das PECM-Verfahren ermöglicht eine berührungslose Oberflächenbearbeitung und die Einbringung von Raumformen als auch Mikrostrukturen in Werkstü-

cken, wobei die Bearbeitung aller Metalle unabhängig von ihrem Gefügezustand ohne Bearbeitungsspannungen sowie ohne einen verfahrensbedingten Werkstoffverschleiß möglich ist.

Die PECM-Technik findet daher immer mehr Anwendungen bei der Metallbearbeitung, z. B. bei der Herstellung komplizierter Raumformen oder bei der Bearbeitung schwer zerspanbarer Werkstücke oder bei Werkstücken, die bei der Bearbeitung keiner thermischen Belastung ausgesetzt bzw. nur gering mechanisch beansprucht werden dürfen.

Additive Fertigung

Bei additiven Fertigungsverfahren werden Bauteile schichtweise aus formlosem Material (z.B. Pulver, Draht) aufgebaut. So wird bspw. beim selektiven Laserschmelzen (Laser Powder Bed Fusion (L-PBF)) metallisches Pulver schichtweise auf eine Bauplatzform aufgebracht und mit einem Laser lokal aufgeschmolzen.

Durch das Aufschmelzen werden benachbarte Pulverpartikel miteinander verbunden. Außerdem findet eine Anbindung an die darunter liegende Schicht statt. Diese Schritte werden so lange wiederholt, bis ein komplettes dreidimensionales Bauteil entstanden ist.

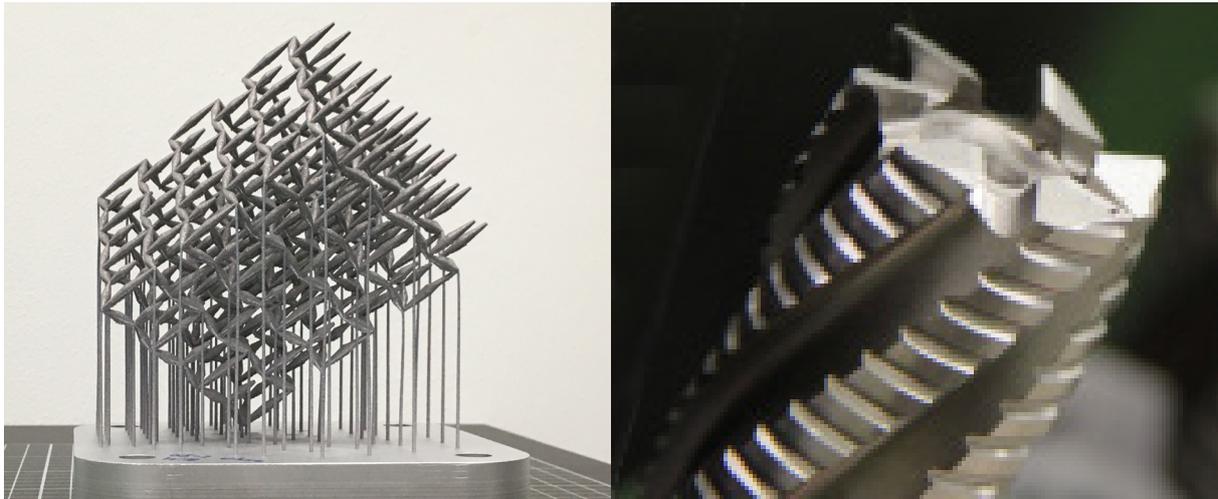
Die Gruppe additive Fertigung legt ihren Schwerpunkt auf den Fertigungsprozess und nachgelagerte Prozessschritte des Selective Laser Melting von Metallen. Mit Hilfe der Gestaltungsfreiheit (z.B. Gitterstrukturen oder integrierte Kühlkanäle), die diese Fertigungsklasse bietet, können vielfältige Produkte mit zum Teil einzigartigen oder gar maßgeschneiderten Eigenschaften entwickelt werden. Mit anderen Lehrstühlen und Instituten an der Universität des Saarlandes besteht in dem Gebiet außerdem eine intensive Zusammenarbeit.

Fertigungsprozessentwicklung

Der direkte Zugriff auf drei etablierte abtragende Fertigungsverfahren (gepulstes elektrochemisches Abtragen, photonische Technologien, funkenerosives Abtragen) ermöglicht es uns ein umfangreiches Portfolio im Rahmen der Fertigungsprozessentwicklung darzustellen.

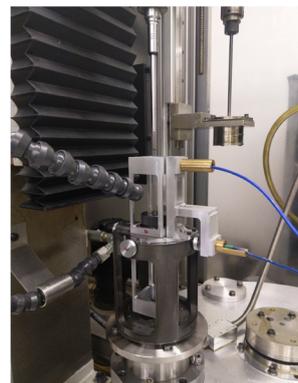
Die Verfügbarkeit und der direkte Zugriff auf die Anlagentechnik der drei etabliertesten, abtragenden Fertigungsverfahren (Gepulstes Elektrochemisches

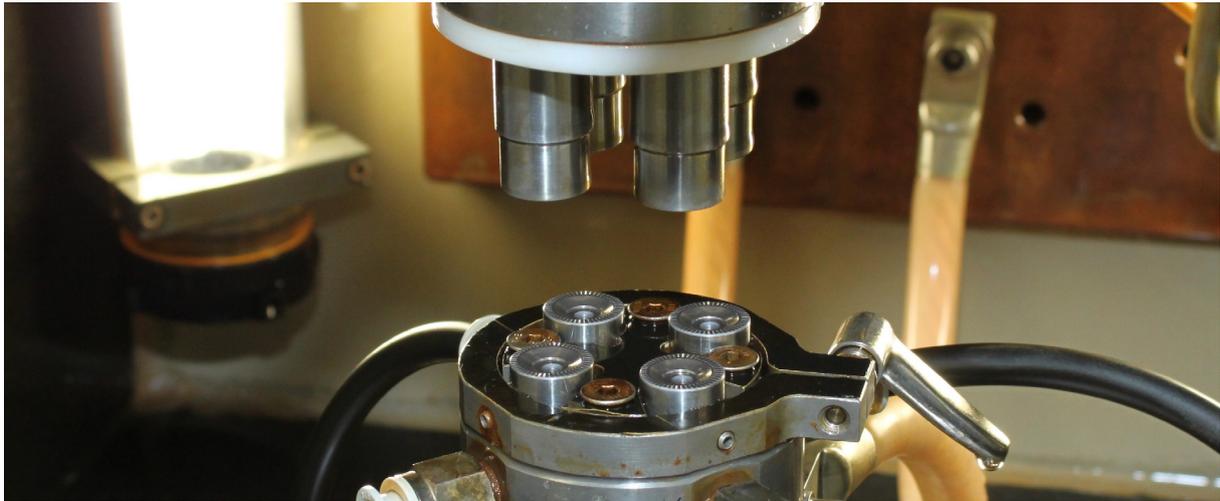
Abtragen, Photonische Technologien (Remote-Laserschweißen) und Funkenerosives Abtragen) ermöglicht es uns, in Kooperation mit unseren Projektpartnern und Lehrstühlen, sowohl an der Universität des Saarlandes als auch der Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, ein umfangreiches Portfolio im Rahmen der Fertigungsprozessentwicklung darzustellen.



Elektrochemische Verfahren in der Nachbearbeitung additiv gefertigter Teile

Die Verbindung der beiden Arbeitsgebiete PECM und additive Fertigung bietet zum einen die Möglichkeit unkonventionelle Prozessketten mit L-PBF-Teilfertigung und anschließender PECM-Nachbearbeitung aufzubauen, zu charakterisieren und zu erproben. Zum anderen bietet PECM weitere Möglichkeiten, die Bauteilqualität zu verbessern bzw. zu funktionalisieren.





Mathematische Modellbildung

Auf der Grundlage von Parameterstudien, die mit verschiedenen Versuchssystematiken wie statistischer Versuchsplanung (engl. Design of Experiments, DoE) ermittelt werden, werden mathematische Vorhersagemodelle für eine bestimmte Kombination aus Fertigungsparametern und Bauteileigenschaften

aufgestellt. Ziel ist es, ein Baukastensystem aufzubauen, mit dessen Hilfe im Rahmen einer Streuung Bauteileigenschaften berechnet werden. Im nächsten Schritt kann dann ein Gegenmodell die Fertigungsparameter für ein gewünschtes Eigenschaftsbild errechnen.



Transferraum DEPART!Saar

In 2022 wurde der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF geförderte Transferraum DEPART!Saar neu eingerichtet.

DEPART!Saar befasst sich mit dem Transfer von Erkenntnissen und Innovationen aus der ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenforschung in die regionale Industrie. Dabei wird das Ziel verfolgt, den einzigartigen Entwicklungsvorsprung im Bereich ressourceneffizienter Energiewandlungssysteme (Elastokalorik) für regionale Unternehmen nutzbar zu machen, um neue und zukunftssträchtige Geschäftsideen, Produkte, Lösungen und Dienstleistungen zu entwickeln, interne Abläufe zu verbessern und an Zukunftsbedarfen auszurichten sowie sich entlang von Wertschöpfungsketten zu vernetzen.

Als Erweiterung zu in der Region bereits bestehenden Transferaktivitäten wird ein durchgängiger, ganzheitlicher Transferansatz verfolgt, der konsequent den gesamten Produktlebenszyklus (Design, Entwicklung, Produktion, Anwendung, Recycling) in den Blick nimmt.

Der Transferraum DEPART!Saar und die Umsetzung bedarfsgerechter Transferformate fokussiert sich auf die neuartige Technologie Elastokalorik. Der Elastokalorik-Effekt basiert auf der thermomechanischen Wechselwirkung von sogenannten Formgedächtnislegierungen auf Basis von Nickel und Titan und kann mit hoher Energieeffizienz in Systemen für Kühlen, Heizen und Klimatisieren genutzt werden. Im Vergleich zur etablierten Kompression von Kältemitteln in heutigen Kühlsystemen und anderen Alternativen hat die Elastokalorik ein enormes Energie-sparpotenzial, trägt zur Reduzierung des CO₂-Ausstosses bei und verwendet keine seltenen Rohstoffe oder flüchtigen Stoffe.

Der im Rahmen von DEPART!Saar gewählte Ansatz zur Entwicklung innovativer Transferformate umfasst folgende Elemente:

- Entwicklung von neuen Formaten der direkten Kompetenzvermittlung zwischen Wissenschaft und Industrie.

- Einrichtung von Transferlaborbereichen und Experimentierfeldern unter Einbeziehung von Zugriffsmöglichkeiten auf industrielle Einheiten.
 - Entwicklung von Prozessen, Methoden, Organisation und Systemen zur strukturierten und effizienten Reifegradsteigerung von Technologien.
 - Örtliches und organisatorisches Zusammenführen von Personen aus Wissenschaft und Industrie für gemeinsame Transferprojekte.
 - Projektbasiertes, an den Technologiebedarfen ausgerichtetes Lernen im Rahmen eines universitäts- und hochschulübergreifenden Projektstudiums und darauf aufbauenden weiteren Qualifizierungsmaßnahmen und Fortbildungsangeboten.
- Ausrichtung wissenschaftlicher Qualifizierungsangebote (z.B. Promotion) an industriellen Transferbedarfen.

Initiale Partner des Transferraums DEPART!Saar sind neben dem ZeMA die Universität des Saarlandes UdS, die Hochschule für Technik und Wirtschaft Saar htw saar und die Montan-Stiftung-Saar.

Industrial Security

Forschungsbereich Industrial Security



Industrial Security

Die Digitalisierung im Bereich von Produktions- und Industrieanlagen erfordert zukünftig auf die Produktionswelt zugeschnittene Security-Lösungen zum Schutz der Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit der Anlagen.

Die Schwerpunkte in diesem Forschungsbereich liegen im Security Management und in Security Lösungen für die digitale Produktion

Security Management

Ziel ist die Entwicklung von ganzheitlichen Konzepten zum möglichst einfachen Aufbau eines Informationssicherheitsprozesses im Unternehmen. Grundlage liefern bestehende anerkannte Standards im Kontext (Industrial) Security.

Ein Fokus liegt auf der Unterstützung kleiner und mittlerer Unternehmen zur Erhöhung des IT-Sicherheitsniveaus der KMU.

Große Unternehmen können sich meist spezielle Abteilungen oder geschultes Personal leisten, das sich um das Thema Security Management kümmert. In KMU fehlt es häufig an Zeit, Geld und Expertise für Themen der IT-Sicherheit. Vor allem in der Umsetzung von organisatorischen und personellen Maßnahmen für mehr IT-Sicherheit liegen KMU oft weit zurück.

Umfragen zeigen jedoch, wie relevant das Thema IT-Sicherheit heutzutage ist: 73% der Unternehmen mit 100 bis 500 Mitarbeitern waren in den letzten zwei Jahren von Datendiebstahl, Industriespionage oder Sabotage betroffen. Die größten Hemmnisse für den Ausbau der IT-Sicherheit in KMU sind v.a. der Zeit-

und Kostenaufwand bei der Umsetzung, fehlende personelle Ressourcen und Fachwissen sowie Unübersichtlichkeit und Komplexität der vorhandenen Angebote. Dabei ist die Rolle des IT-Sicherheitsbeauftragten in KMU oft eine, im Arbeitsalltag sogar nachrangige Aufgabe von mehreren Aufgaben eines Mitarbeiters. Es kann also kein Spezial- oder Fachwissen erwartet werden.

Gerade Unternehmen im produzierenden Umfeld nutzen immer mehr Technologie und Vernetzung in ihrer Produktion und sind somit auf die Sicherheit der genutzten Technologien für die Funktionsfähigkeit der Produktion angewiesen.

Der Themenschwerpunkt Security Management hat das Ziel, verständliche und anwenderorientierte Handlungsempfehlungen insbesondere für KMU zu erstellen, sodass sich auch kleinere Unternehmen selbst mit dem Thema IT-Sicherheit befassen können, ohne große Mengen Geld und Zeit zu investieren. Mit den entwickelten Hilfestellungen kann die IT-Sicherheit eines Unternehmens interaktiv evaluiert und gesteigert werden.



Ansprechpartner / Contact:

Prof. Dr.-Ing. Georg Frey
+49 (0) 681 85787 – 540
georg.frey@zema.de

Security für die digitale Produktion

Das Thema Cyberbedrohungen hat sich zu einem der größten Risikofaktoren für Unternehmen entwickelt. Die neueste Betrachtung der IT-Sicherheitslage in Deutschland zeigt sehr deutlich die kritische Gefahrenlage für alle Unternehmen. Besonders im Bereich der Operational Technology (OT) gibt es zahlreiche Hürden auf dem Weg zur Erhöhung des Informationssicherheitsniveaus.

Diesen OT-Bereich kennzeichnet „Hardware und Software, die eine Änderung durch die direkte Überwachung und/oder Kontrolle von physikalischen Geräten, Prozessen und Ereignissen erkennen oder verursachen“ (Quelle Gartner Glossary). Da dieser Bereich historisch weniger stark vernetzt und

an die Außenwelt angebunden war, mit daraus resultierenden langen Lifecycle Zyklen der Komponenten und Systeme, gibt es durch die stark zunehmenden Digitalisierungs- und Vernetzungsbestrebungen besonderen Handlungsbedarf für die digitale Produktion.

Ziel dieses Forschungsschwerpunktes ist eine Unterstützung der Unternehmen durch zuverlässige und intelligente Technologien zur Ermöglichung eines stärker automatisierten Security Managements. Diese Technologien sind zwingend notwendig, um den finanzierbaren, effizienten und sicheren Betrieb bestehender Systeme, als auch die sichere Implementierung neuer Industrie 4.0-Systeme zu gewährleisten.



Ansprechpartner / Contact:

Prof. Dr.-Ing. Georg Frey
+49(0) 681 85787 – 540
georg.frey@zema.de



Cyber Awareness Demonstrator – Security Awareness für produktionsnahe KMU

Problemstellung:

In der jüngsten Vergangenheit erleben wir einen deutlichen Anstieg der Bedrohungen durch Cyberkriminalität. Komplexe Angriffe entwickeln sich für Unternehmen zu einem immer größeren Risikofaktor. Besonders die zunehmende Vernetzung von Systemen führt zu neuen Bedrohungen, die immense Schäden und Kosten verursachen können. Der fortschreitende Digitalisierungsprozess wird diese Gefahr in Zukunft noch vergrößern.

Die zentrale Herausforderung im Kontext der Digitalisierung und den damit zusammenhängenden Themenfeldern „Internet of Things“ oder auch „Industrie 4.0“ ist die IT-Sicherheit. Die Gewährleistung der IT-Sicherheit wird demnach in Zukunft die Schlüsselkompetenz für die anstehenden Digitalisierungsaufgaben darstellen und ist daher enorm wichtig für den wirtschaftlichen Erfolg.

Großunternehmen haben sich in den zentralen Fragen der Digitalisierung und IT-Sicherheit bereits durch zahlreiche Maßnahmen begonnen zu positionieren. Schäden durch IT-Sicherheitsvorfälle machen jedoch vor kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) nicht halt, welche in den meisten Fällen deutlich schlechter auf derartige Angriffe vorbereitet sind. KMU tragen in Deutschland nicht nur einen wesentlichen Teil zur Wirtschaftskraft bei, sondern stellen ebenfalls einen Innovationsmotor für Deutschland dar. Umso wichtiger wird es sein, diese Unternehmen im Prozess der Digitalisierung und dem damit verbundenen Enabling-Faktor IT-Sicherheit zu unterstützen.

Vielen kleinen und mittleren Unternehmen ist die Bedeutung der IT-Sicherheit zwar bewusst, jedoch hat sich die Lage in den letzten Jahren nicht deutlich verbessert, sodass es in den Unternehmen weiterhin Defizite in diesem Bereich gibt, die

beispielsweise den hohen Kosten, Personalmangel oder fehlendem Know-how geschuldet sind.

Da der überwiegende Teil der Geschäftsprozesse bereits heute durch die IT geprägt ist und dieser Teil im Wandel hin zur Digitalisierung weiter enorm steigen wird, ist es absolut notwendig Unterstützungsmöglichkeiten im Bereich IT-Sicherheit für KMU anzubieten. Die damit einhergehende Erhöhung des IT-Sicherheitsniveaus garantiert langfristig die Funktion der kleinen und mittleren Unternehmen als Wirtschafts- und Innovationsmotor in Deutschland.

Zielsetzung:

Ziel ist die Entwicklung eines mobilen Security Awareness Demonstrators, mit dem aktuelle Bedrohungen und Gefährdungen sowohl in der IT als auch in der OT (Operational Technology) simuliert und demonstriert werden können.

Der Demonstrator soll eine Referenznetzwerkarchitektur darstellen, wie sie bei vielen kleinen und mittleren Unternehmen vorhanden sein könnte. Entsprechende Komponenten werden im Demonstrator montiert und verkabelt, sodass eine funktionierende Infrastruktur entsteht. Um ebenfalls den im IT-Sicherheitskontext oft vernachlässigten Produktionsbereich abdecken zu können, kann auf bereits existierende Demonstratortechnik am ZeMA zurückgegriffen werden, die die wesentlichen Produktionskomponenten enthält.

Anhand des Demonstrators sollen aktuell relevante Bedrohungen und Gefährdungen aufgezeigt werden. Dazu werden Cyberangriffe wie sie täglich in Unternehmen vorkommen simuliert und die Auswirkungen und Schäden, die sie

nach sich ziehen, aufgezeigt. Mitarbeitenden von KMU kann somit live demonstriert werden, wie Cyberangriffe ablaufen können, welche Schwachstellen Angreifer ausnutzen und welche Schäden sie nach sich ziehen können („Live-Hacking“).

Um sich vor diesen Angriffen zu schützen, können passende Gegenmaßnahmen aufgezeigt werden. Anhand des Demonstrators können dadurch direkt die Auswirkungen dieser Schutzmaßnahmen sichtbar gemacht werden. Das Ziel ist, kleine und mittlere Unternehmen zu sensibilisieren und Awareness für das Thema IT-Sicherheit zu schaffen.

Vorgehen:

Ein wichtiger Baustein ist der Aufbau einer KMU-Netzwerkarchitektur, die sowohl den IT- als auch den OT-Bereich exemplarisch umfasst und somit die Gefahren auf das gesamte Unternehmen abbilden kann. Dafür werden verschiedene Netzwerkarchitekturen recherchiert und eine realitätsnahe, repräsentative Referenznetzwerkarchitektur erstellt, wie sie in kleinen und mittleren Unternehmen vorkommen könnte.

Anschließend werden Bedrohungen für IT- und OT-Systeme recherchiert und relevante Sicherheitsgefährdungen für die Unternehmen abgebildet. Die elementaren Gefährdungen des BSI werden analysiert und zusammen mit weiteren Bedrohungen gewichtet und den Komponenten der Architektur zugeordnet. Aus den Bedrohungen werden realitätsnahe Szenarien in Abstimmung mit der Netzwerkarchitektur erstellt.

Im nächsten Schritt wird ein geeignetes Design für den Demonstrator entwickelt,

indem die erarbeiteten Anforderungen aus Netzwerk- und Gefährdungssicht in ein CAD-Modell übertragen werden.

Abschließend werden alle notwendigen Komponenten beschafft und der Demonstrator mit Alu-Profilen aufgebaut und verkabelt. Auf der Frontplatte soll die Netzwerkarchitektur bestehend aus Teilnetzen und Verbindungen visualisiert sein.

Nun können gängige Cyber-Angriffe simuliert, die erarbeiteten Gefährdungsszenarien umgesetzt und Schwachstellen, Risiken und Schutzmaßnahmen aufgezeigt werden.

Das Konzept eines Cyber Awareness Demonstrators hat den entscheidenden Vorteil, dass Mitarbeitende von KMU praxisnah erfahren können, welche Schwachstellen einer Netzwerkinfrastruktur ausgenutzt werden und welche Schäden daraus resultieren können.

Durch ein „Live-Hacking“ erfahren die Mitarbeitenden der Unternehmen vor Ort, welche Folgen ein Cyberangriff haben

kann und bekommen direkt Möglichkeiten aufgezeigt, wie diese Auswirkungen abgeschwächt oder verhindert werden können.

Ergebnis/Projektstand:

Die Bearbeitung des Projektes soll durch mehrere studentische Hilfskräfte bzw. Werkstudenten erfolgen, die nacheinander in Form von Studentenprojekten beschäftigt werden. Jede Hilfskraft bzw. jeder Werkstudent bearbeitet unter der Leitung eines wissenschaftlichen Mitarbeiters des ZeMA jeweils einen Teil des Projektes.

Die Arbeitspakete sind überlappend angeordnet, sodass eine reibungslose Bearbeitung der Themen gewährleistet werden kann.

Aktuell befindet sich das Projekt noch in der ersten Phase, in der die Anforderungen an den Cyber Awareness Demonstrator analysiert und definiert sowie die Netzwerkarchitektur produktionsnaher KMU recherchiert werden.

Laufzeit:

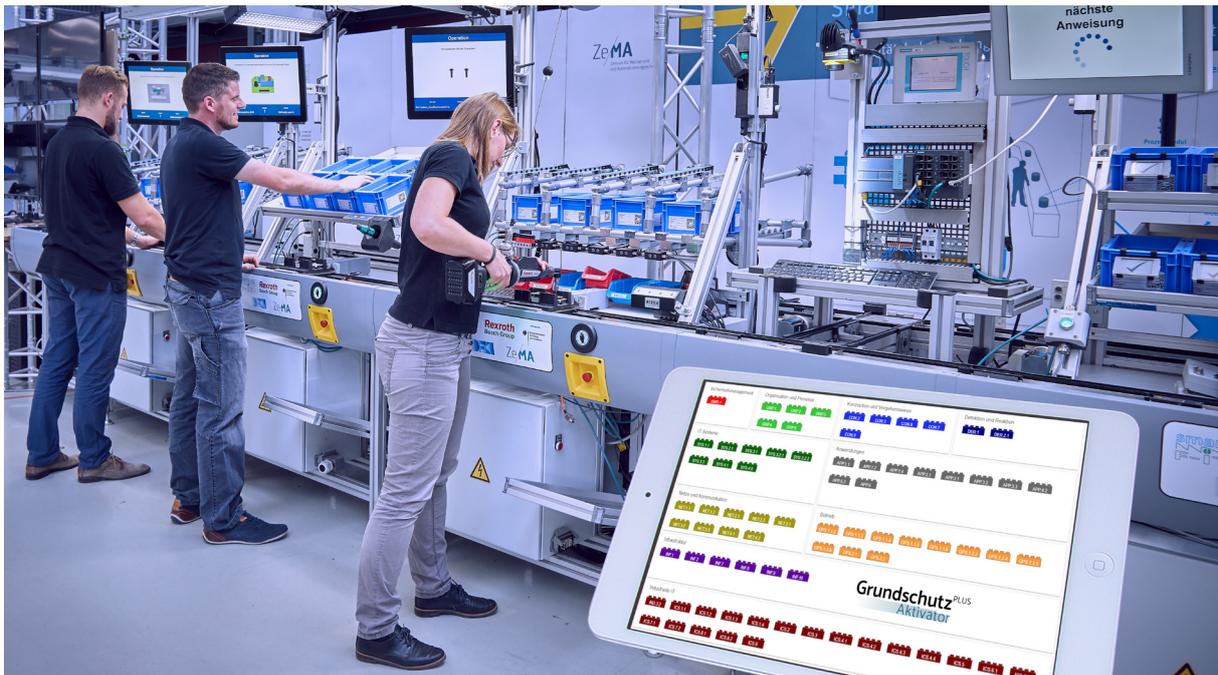
01.09.2022 – 29.02.2024



TÜV Saarland
Stiftung

Ansprechpartner/Contact:

Prof. Dr.-Ing. Georg Frey
+49 681 85787 540
georg.frey@zema.de



Forschungs- und Transferprojekt GrundschatzPLUS Aktivator

Problemstellung:

Studien zeigen, dass KMU im Vergleich zu größeren Unternehmen bei der Umsetzung organisatorischer, technischer und personeller IT-Sicherheitsmaßnahmen deutlich zurückliegen.

Dies kann jedoch nicht mit einer geringen Zahl an Angriffen gerechtfertigt werden, rund 70% aller KMU waren in den letzten zwei Jahren von Datendiebstahl, Industriespionage oder Sabotage betroffen. Neue Geschäftsmodelle und ein hoher Automatisierungsgrad auf Seiten der Angreifer machen auch kleine Unternehmen als Ziel interessant. Eine nicht ausreichend geschützte IT führt zu Schäden durch Datendiebstahl oder den Ausfall wichtiger IT-Systeme.

Aus Sicht der KMU sind die größten Hemmnisse für mehr IT-Sicherheit fehlende Personalressourcen und Exper-

tise sowie hoher Zeit- und Kostenaufwand. Existierende Standards, Normen und Arbeitshilfen sind oft zu komplex.

Zielsetzung:

Das Projekt hat zum Ziel, das IT-Sicherheitsniveau produzierender KMU zu erhöhen und Hürden in Bezug auf die Umsetzung von IT-Sicherheitsmaßnahmen abzubauen. Dazu wird eine interaktive Plattform geschaffen, die KMUs in die Lage versetzt, kompetente IT-sicherheitsrelevante Entscheidungen selbst zu treffen und das Verständnis für Sicherheitsfragestellungen stärkt. KMUs erhalten speziell auf ihr Unternehmen zugeschnittene IT-Sicherheitskonzepte und Hilfestellung bei der Umsetzung.

Vorgehen:

Grundlage ist die Erfassung der spezifischen IT-Sicherheitsanforderungen des KMU. Hierzu wird eine interaktive,

dialogbasierte und in der Sprache der KMU formulierte Erhebung der Anforderungen realisiert.

Die Plattform führt durch einen dynamischen Dialog bis alle relevanten Informationen erfasst sind und überführt diese in ein vereinfachtes Modell des Unternehmens. Auf Basis existierender Standards wird ein IT-Sicherheitsmodell entwickelt und hierzu passende Resilienz- und Schutzmaßnahmen identifiziert. Auf dieser Grundlage entwickelt die GrundschutzPLUS Plattform ein auf das Unternehmen zugeschnittenes IT-Sicherheitskonzept. Die Umsetzung wird durch Beispielrealisierungen, Schritt für Schritt Anleitungen und Templates unterstützt.

Die Realisierung erfolgt durch das Fraunhofer Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS und das Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik ZeMA. Kernaufgabe des ZeMA ist die Entwicklung des IT-Sicherheitsmodells und die Identifikation von Resilienz- und Schutzmaßnahmen. Das Fraunhofer IAIS fokussiert auf die Erhebungssystematik und die technische Implementierung der Plattform. Die Mittelstand-Digital Zentren an den Institutsstandorten sowie die Transferstelle IT-Sicherheit agieren als Vernetzer zu den KMU.

Ergebnis/Projektstand:

Die GrundschutzPLUS Plattform hilft dabei, das IT-Sicherheitsniveau produzierender KMU deutlich zu steigern. Durch die nutzerorientierte und branchenspezifische Führung durch den IT-Grundschutz und die IEC 62443-Normen werden die Hürden zur Umsetzung der Schutzanforderungen abgebaut.

Die Unternehmen werden befähigt selbständig kompetente IT-sicherheitsrelevante Entscheidungen zu treffen. Anstatt externe Experten zu beauftragen, wird das Verständnis für IT-Sicherheit innerhalb des Unternehmens verbessert. Dies führt dazu, dass die Unternehmen sicherer bei der Planung und Umsetzung digitalisierter Prozesse und Geschäftsmodelle werden. Die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit der produzierenden KMU wird gestärkt.

Die GrundschutzPLUS Plattform bietet eine Grundlage für weitere branchenspezifische IT-Sicherheitslösungen. Damit kann das IT-Sicherheitsniveau deutscher KMU allgemein gesteigert werden.

Laufzeit:

01.05.2020 – 30.04.2023





Ansprechpartner/Contact:

Prof. Dr.-Ing. Georg Frey
+49 (0) 681 85787 – 540
georg.frey@zema.de

Kai Pervölz
kai.pervolz@iais.fraunhofer.de

www.security4kmu.de

Montagesysteme

Forschungsbereich Montagesysteme



Montagesystemplanung und Digitalisierung

Die Gruppe plant effiziente und vernetzte Montageprozesse und -systeme im Kontext von Industrie 4.0 und Künstlicher Intelligenz. Durch die Forschung, Entwicklung und Anwendung von wissenschaftlichen Planungsmethoden sollen optimierte Abläufe und technologische Verbesserungen in der Montage erfolgen.



Digitale Fabrik und Automatisierungssysteme

Die Forschungsgruppe „Digitale Fabrik und Automatisierungstechnik“ entwickelt und erforscht praxisnahe Ansätze zur innovativen Konzeption und Inbetriebnahme, Nutzung und Optimierung wandlungsfähiger (teil-)automatisierter Montagesysteme im Kontext von Industrie 4.0. Eine essentielle Grundlage stellt dabei die Erforschung und Entwicklung eines generischen Digitalen Zwillings dar. Dieser soll bei der Entwicklung, im Betrieb und der Steuerung sowie Optimierung, (neuer) effizienter, wandlungsfähiger Produktionsprozesse und -systeme unterstützen.



Automobilmontage und Produktion alternativer Antriebstechnologien

Die Gruppe beschäftigt sich mit Themen der Automobilmontage, sowie mit der Produktion alternativer Antriebstechnologien. Dabei werden neuartige Technologien genutzt, um zukunftsfähige Prozesse nachhaltig und wirtschaftlich zu entwickeln und umzusetzen. Entwicklungsschwerpunkte sind dabei autonome Fahrzeuge, sowie Produktionssysteme für Wasserstofftechnologien.



Industrierobotik und Mensch-Roboter-Kooperation

Die Gruppe beschäftigt sich mit industrieller Robotik, insbesondere mit der Mensch-Roboter-Kooperation als Assistenzsystem für die Produktion. Dabei ermöglicht die Mensch-Technik-Interaktion die Entwicklung neuer Robotersysteme.

Automobile Produktionsforschung



Der Bereich der automobilen Produktionsforschung beschäftigt sich mit der Optimierung und Entwicklung von Montageprozessen im Bereich der Endmontage. Aktueller Fokus ist die Erforschung von Montage- und Inbetriebnahmeprozessen, sowie Prozessen zur Funktionsabsicherung zukünftiger Fahrzeuge. Hierunter fallen unter anderem elektrifizierte und autonome Systeme.

Bedingt durch die Entwicklung des Autonomen Fahrens verändert sich das Automobil vom klassischen Fahrzeug hin zum voll vernetzten cyberphysischen Multisensorsystem. Weiterhin halten neue Antriebstechnologien, wie elektrische Antriebe und der Brennstoffzellenantrieb Einzug. Zusätzlich zur herkömmlichen Fahrzeugmontage, werden in Zukunft umfassende Aufgaben zur Inbetriebnahme unterschiedlicher Fahrzeugsysteme in den Bereichen Sensorik und Aktorik hinzukommen. Ebenso muss am Ende der Produktion eine Absicherung der umfelderfassenden Systeme autonomer Fahrzeuge durchgeführt werden, da sicherheitskritische Funktionen zur Steuerung dieser Fahrzeuge in Serie implementiert werden.

Basierend auf den analysierten Anforderungen zukünftiger Fahrzeugsysteme werden neue Prozesse und Betriebsmittel mit dem Ziel erforscht, ein integrales

Gesamtszenario zur intelligenten Produktion zukünftiger Fahrzeuge zu erstellen. Hierbei werden Methoden und Technologien entwickelt, um autonome Fahrfunktionen über den Produktlebenszyklus absichern zu können. Basierend auf einer korrekten Erfassung und Erkennung der Umgebung soll das Fahrzeug bereits in der Produktion in einen sicheren und fahrfähigen Zustand zu versetzt werden. Schwerpunkt ist die Eliminierung der klassischen Parallelstruktur des aktuellen End-of-Line Bereiches durch die Verlagerung einzelner Prozesse in die Fließmontagelinie, auch In-Line Szenario genannt.

Die ermittelten Anforderungen werden mit den bestehenden und sich in Entwicklung befindenden Vorschriften von Herstellern und Gesetzgebern abgeglichen und weiterentwickelt. Darauf aufbauend sollen Prozesse und Technologien zur Durchführung einer sicheren Inbetriebnahme, als auch der redundanten Funktionsabsicherung am Ende der Fahrzeugproduktion erforscht und entwickelt werden. Diese Prozesse und Technologien sollen im Rahmen einer modularen Entwicklung im Weiteren zusätzlich in der Lage sein, die Inbetriebnahme neuartiger Antriebstechnologien wie elektrische und Wasserstoff-Antriebe eigenständig durchzuführen oder zu unterstützen.

Zur zielführenden Umsetzung und Integration der entwickelten Prozesse und Technologien ist eine durchgehende Digitalisierung und Vernetzung der entsprechenden Prozesse erforderlich. Somit muss die Automatisierung komplexer Inbetriebnahme-, Kalibrier- und Absicherungsaufgaben mittels durchgängiger und gleichsinniger Vernetzung von Produktions- und Montagestrukturen zu erforschen. Durch den so durchführbaren Datenaustausch, können Schlüsseltechnologien wie Cloud- und Edge-Computing zur Nutzung von künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen in die Produktionsumgebung integriert werden. Mittels der entwickelten Lösungen und der geschaffenen Infrastruktur wird eine intelligente Erhebung, Zuordnung und Auswertung von Daten direkt in der Montage unter Verwendung des zunehmend intelligenten, autonomen und vernetzten Produktes selbst realisiert. Dies birgt Anschlusspotenziale für intelligentere und flexiblere Prozesse und eine ressourceneffiziente Produktion.

Zur realitätsnahen Darstellung und Validierung der Forschungsergebnisse in einer Automobilmontagelinie, existiert ein

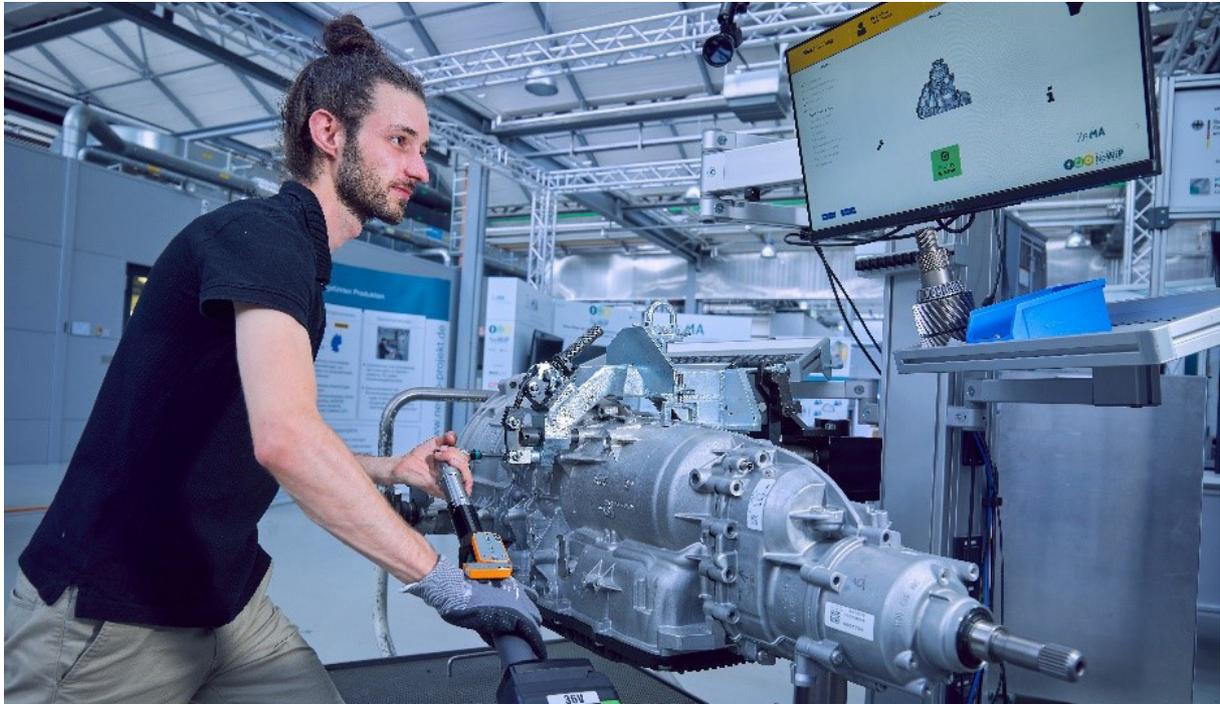
Technologiedemonstrator, welcher sechs Takte einer automobilen, flurfreien und drei Takte einer flurgebundenen Fließmontagelinie realitätsgetreu abbildet. Mit diesem Demonstrator bietet sich die Möglichkeit, zukunftsweisende Technologien unter Realbedingungen zu erproben und neue Verfahren für unterschiedlichste Montage- und Inbetriebnahmeverfahren zu entwickeln. Alle erreichten Forschungsergebnisse werden in der Modellfabrik validiert und als prototypische cyberphysische Systeme implementiert. Die technologische Reife, sowie die erreichbare Qualität der erforschten Montageprozesse sind somit wesentlich höher im Vergleich zu einer modellhaft verkleinerten oder rein virtuellen Darstellung. Der Technologiedemonstrator ist stationsübergreifend vernetzt und bietet somit zusätzlich die Möglichkeit einer Erfassung von realitätsnahen Prozess- und Produktionsdaten. Die Arbeitsgruppe forscht in europäischen und nationalen Verbundprojekten mit Kooperationspartnern aus Forschung, Verbänden, sowie Industrie und fokussiert sich auf einen industrienahen Transfer Ihrer Forschungsergebnisse durch Veröffentlichungen und wissenschaftlicher Unterstützung.



Ansprechpartner/Contact:

Lennard Margies
+49 (0) 681 85787 – 569
l.margies@zema.de

Mess- und Datenplanung zur Digitalisierung von Prozessen



Daten dienen als Grundlage der Digitalisierung und für die Anwendung von Künstlicher Intelligenz (KI) im Produktionsumfeld und der Montage. Aufgrund ihrer Wichtigkeit und mit Blick auf Daten als „Wirtschaftsgut“ sind Daten ein, wenn nicht der, mitentscheidende Produktionsfaktor. Ohne Daten in ausreichender Qualität ist eine effiziente und zielführende Digitalisierung oder der Einsatz von KI nicht möglich. Daten und Datenplanung ist somit die Ausgangslage für eine zielgerichtete Digitalisierung von Produktionsprozessen, Effizienzsteigerungen, der Anwendung von Assistenzsystemen und Erfüllung von Kundenanforderungen im Sinne von Rückverfolgbarkeit. Zur Gewinnung der Daten werden verstärkt Methoden und Technologien der Industrie 4.0 genutzt. So kann durch eine übergreifende Mess- und Datenplanung festgelegt werden, welche Daten im Wertstrom zu erfassen

sind und welchem Zweck diese dienen. Zudem können Daten zielgerichtet identifiziert und selektiert werden, um den Aufwand der Datenaufbereitung und -auswertung erheblich zu reduzieren und eine optimierte Datenbasis zu erhalten. Das Ziel ist eine hohe Datenqualität und Interpretation der Daten zu erreichen, um die Basis für eine transparente und digitalisierte Montage zu schaffen. Dazu wurde bspw. in Kooperation mit der Universität des Saarlands (Lehrstuhl für Messtechnik) ein methodischer Leitfaden zur Mess- und Datenplanung und ein ganzheitlicher Ablaufplan für wissensgetriebene Projekte des maschinellen Lernens entwickelt. Der methodische Leitfaden bietet eine Hilfestellung bei der Datenplanung und -auswertung.

Weiterhin werden die erhobenen Produkt- und Prozessdaten mit menschlichem Expertenwissen kombiniert, so dass eine transparente Montage entsteht. Durch die Digitalisierung von Mitarbeiterwissen entsteht ein Wissensmanagement. Diese Daten dienen auch als Grundlage für die Entwicklung von menschenzentrierten Assistenzsystemen zur kognitiven Entlastung der Mitarbeitenden. Kognitive Montageassistenzsysteme können zur Unterstützung der Mitarbeitenden und zur Entscheidungsfindung eingesetzt werden. Zumeist wird hierbei dem Mitarbeitenden über einen Bildschirm der Montageprozess angezeigt, der manuell oder halbautomatisiert durchgeführt wird. Neuere Entwicklung von Assistenzsystemen rücken von der reinen Informationsbereitstellung ab und sind mit Sensoren zur Prozessprüfung erweitert. Diese Systeme folgen prinzipiell dem folgenden Schema: Prozessinformation bereitstellen, Prozess durchführen / Betriebsmittel freigeben (optional),

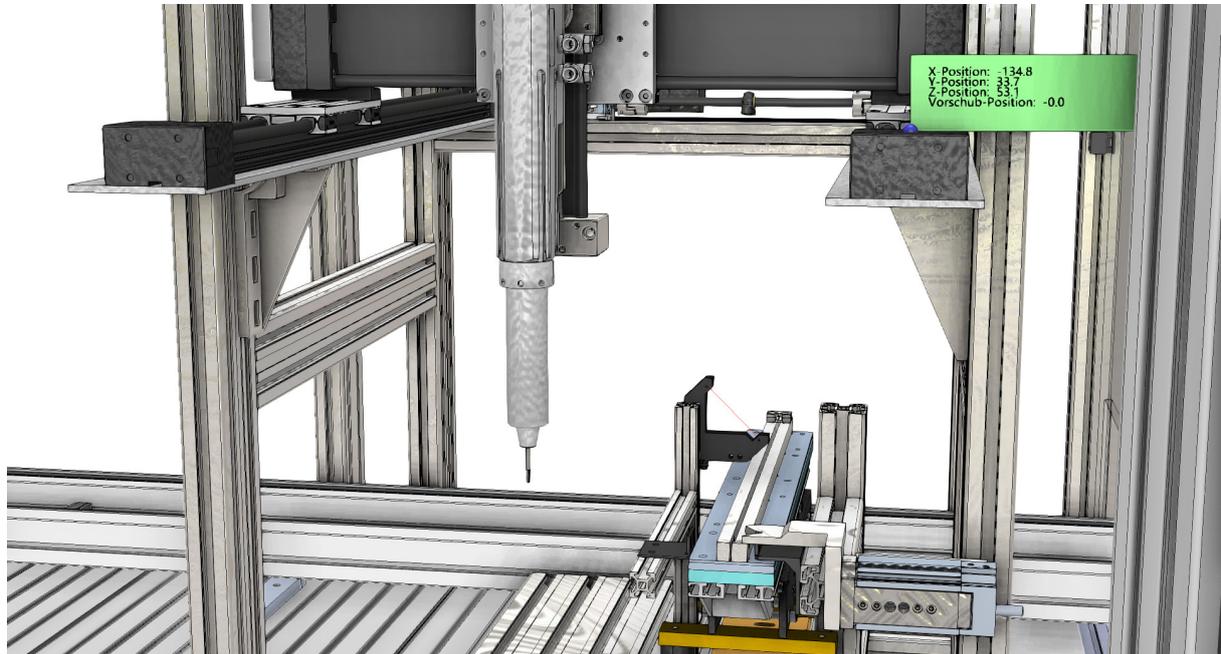
Prozess überprüfen und Prozessergebnis dokumentieren (optional). Am ZeMA werden mehrere Assistenzsysteme entwickelt, die auch die Unterstützung von Mitarbeitenden in dynamischen Arbeitsumgebungen wie der Nacharbeit ermöglichen. Weiterhin finden KI-Modelle Anwendung in Assistenzsystemen. Durch den Einsatz von KI sind diese Systeme fähig, auch in einer flexiblen Umgebung Mitarbeitende mit adäquaten Informationen zu versorgen. Dabei werden Beobachtungen mittels Sensoren durchgeführt und über einen längeren Zeitraum erfasst. Vor allem tragen sie aber zur Reduzierung von Montagefehlern bei und steigern somit die Qualität. Zudem werden Assistenzsysteme durch den Einsatz von KI robuster und flexibler. Arbeitsbereiche mit hohen Flexibilitätsanforderungen sind bspw. Nacharbeits- und Reparaturarbeitsplätze, die Baustellen- und Gruppenmontage sowie alle anderen Bereiche, die einer Manufaktur ähneln.



Ansprechpartner/Contact:

Anne Blum
+49 (0) 681 85787 – 556
a.blum@zema.de

Ganzheitlicher Digitaler Zwilling



Steigende Anforderungen an Produkt, Prozess und Betriebsmittel verlangen eine Umgestaltung von Entwicklungsprozessen. Dem steigenden Bedürfnis von Kunde, Politik und Umwelt nach intelligenten und vernetzten Produkten und Produktionsanlagen folgt ein stetiger Komplexitätsanstieg bei zunehmenden Kostenreduzierungen und kürzerer time-to-market. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, müssen sich Entwicklungs- und Produktionsprozesse anpassen. Häufig stellen dazu wandlungsfähige Systeme eine Möglichkeit dar, die gegensätzliche Entwicklung von Produkt- und Anlagenlebenszyklen in Kombination mit den externen Herausforderungen zu begegnen. Damit eine effiziente Konzeption, Inbetriebnahme und ein optimaler Betrieb ermöglicht werden können, stellen die Virtualisierung der Produkte, Prozesse und Betriebsmittel in Form

von digitalen Modellen eine vielversprechende Lösung dar. Diese digitalen Abbilder ermöglichen eine parallele simulative Analyse, Untersuchung und Optimierung der Produktionssysteme mit deren Prozessen. Mittels kontinuierlichen Datenrückfluss aus Produktion und Feldeinsatz repräsentieren diese Abbilder ihr reales Gegenstück im virtuellen Raum. Diese Abbilder werden als Digitale Zwillinge (engl. „Digital Twin“) bezeichnet und sind virtuelle Modelle eines Produktes oder einer Produktionsanlage. Ziel eines Digitalen Zwillings ist es den gesamten Lebenszyklus in digitaler Form abzubilden, um so durch Nutzung anfallender Daten- und Informationsflüsse Vorhersagen bzgl. des Verhaltens, Performanceoptimierungen oder Design- und Konstruktionsanpassungen durchführen zu können.

Eine spezifischere Einteilung je nach Verortung im Lebenszyklus wird vorgenommen in:

- „Product Twin“: Aufbau des digitalen Abbilds eines physischen Produkts in CAD/CAM Systemen zur nachgelagerten Durchführung realitätsnaher Simulationen in CFD/FEM Simulationen
- „Production Twin“: Aufbau des digitalen Abbilds eines physischen Produktionssystems zur Simulation und Optimierung von Fertigungs- und Montageprozesse
- „Performance Twin“: Nutzung von Auslastungs- und Effizienzdaten aus Produktion und Feld zur stetigen Optimierung von Produkt und Produktionssystem.

Ein wesentlicher Gedanke bei der Implementierung eines digitalen Zwillings ist die Nutzbarmachung zur kollaborativen Zusammenarbeit mehrerer Stakeholder (CO-Twin). Ein gemeinsam genutztes digitales Modell eines realen Produkts oder Produktionssystems kann zum gemeinsamen Verständnis und detaillierten Austausch innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken in der industriellen Produktion beitragen. Derzeit wird am ZeMA an einem übergreifenden Digitalen Zwilling geforscht, der insbesondere geeignet ist die Zusammenhänge zwischen Produkt, Prozess und Betriebsmittel abzubilden. Dazu werden insbesondere Aspekte, der einfachen Modellierung und Kompatibilität mit bestehenden Ansätzen wie bspw. der Verwaltungsschalen berücksichtigt. Ziel stellt es dabei dar, einen einfach zugänglichen und erweiterbaren digitalen Zwilling erstellen zu können, der in verschiedenen Anwendungsfällen (bspw. der Produktionsplanung) Verwendung findet.



Ansprechpartner/Contact:

Martin Karkowski
+49 (0) 681 85787 – 529
m.karkowski@zema.de

Montagesystemplanung und prozessorientiertes Toleranzmanagement



Die Forschungsgruppe plant effiziente und vernetzte Montageprozesse und -systeme. Durch die Entwicklung und Anwendung von wissenschaftlichen Planungsmethoden erfolgt eine Komplexitätsbeherrschung sowie die Optimierung von Abläufen und technologische Verbesserungen in der Montage. Die Vorgehensweise ist geprägt durch die Betrachtung von Produkt, Prozess und Betriebsmittel und deren Abhängigkeiten zueinander. Ausgehend vom zu montierenden Produkt erfolgt eine detaillierte Analyse, um anschließend Montageprozesse zu entwickeln oder vorhandene Montageprozesse strukturiert auswerten und aufbereiten zu können. Im Fokus dieser Prozessanalyse steht die Wertschöpfungskette in der Montage und dazugehörige effiziente Arbeitsabläufe, Prozessinformationen und Daten. Bei der ganzheitlichen Analyse wird ausgehend vom Produkt bspw. der Montagevorranggraph, die Taktzeit, die Montagegliederung, die Ablauforganisation, die Verkettung von Montagesystemen, die Materialbereitstellung, etc. beachtet. Des Weiteren werden die Toleranzen der Einzelteile und Baugruppen analysiert, um kriti-

sche Fügeprozesse zu identifizieren und um bei variantenreicher Produktion eine Reduzierung auf die prozessrelevanten Varianten durchzuführen. Hier wird auf das prozessorientierte Toleranzmanagement zurückgegriffen. Basierend auf der Analyse können Potentiale für die Montagesystemoptimierung abgeleitet werden. Gleichzeitig wird das Produkt und der Prozess hinsichtlich der Automatisierbarkeit bewertet. Anhand dieser ganzheitlichen Analysen können innovative Planungs- und Technologiekonzepte für die Montage entwickelt werden. Dabei erfolgt die Berücksichtigung von Lösungen für eine manuelle, teilautomatisierte bis hin zu einer vollautomatisierten Montage. Aufbauend auf diesem ganzheitlichen Ansatz wird die Planung und Betrachtung der Montage auf die vernetzte Montage, die menschenzentrierte Assistenzsysteme und die Integration von neuen Technologien wie sensitive Robotik erweitert. So werden innovative Zukunftstechnologien im Kontext der Digitalisierung und der Künstlichen Intelligenz berücksichtigt und führen zu effizienten Montagesystemen.

Das prozessorientierte Toleranzmanagement (TM) ist ein integraler Bestandteil der ganzheitlichen Betrachtung der Produktion und praxisnaher Erforschung effizienter Montageprozesse. Es steht in enger Verknüpfung mit der Montagesystemplanung und der Optimierung von Prozessen. Die wissenschaftlichen Methoden werden anhand von konkreten Anwendungsfällen aus der Praxis, d.h. anhand bestehender Prozesse und Betriebsmittel, entwickelt. Dabei stehen der Prozess und die Wechselwirkungen zwischen Produkt, Prozess und Betriebsmittel im Betrachtungsfokus. Diese gleichzeitige Betrachtung von Produkt, Prozess und Betriebsmittel sowie die Analyse der Merkmalentstehung ermöglichen eine ganzheitliche Abweichungs- und Wechselwirkungsanalyse sowie die wechselseitige Optimierung von Produkt und Prozess. Dadurch werden Abweichungen genau da aufgedeckt, wo sie entstehen und können so gezielt analysiert werden. Dies schließt auch die Betrachtung des Materialflusses und der konkreten Betriebsmittel mit ein. Erfahrungswissen wird mit

Daten verknüpft, sodass das Toleranzmanagement auch der interdisziplinären Diskussion und Dokumentation im Rahmen eines Wissensmanagement dient. Als Ergebnis der Forschungstätigkeiten entsteht ein Methodenbaukasten, welcher konsequent in verschiedenen Anwendungsfällen evaluiert und weiterentwickelt wird. Die Methoden und Tools setzen einen starken Fokus auf die Anwendbarkeit. Sie betrachten die Abweichungen und die zugehörigen Toleranzen zusammen als Ganzes und decken alle Detaillierungsstufen ab. Hierdurch ist eine tiefgehende Analyse sowohl der gesamten Prozesskette als auch einzelner Prozesse möglich. Die Entwicklung des prozessorientierten TM erfolgt in Anlehnung an das Qualitätsmanagement (QM). An der Schnittstelle zwischen QM und konstruktivem TM werden theoretische Toleranzbetrachtungen und einfache Methoden zur direkten Anwendung in der Praxis entwickelt und kombiniert. Die neuen Ansätze des prozessorientierten TM können ebenfalls die Basis für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz bilden.



Ansprechpartner/Contact:

Anne Blum
+49 (0) 681 85787 – 556
a.blum@zema.de

Produktionssysteme für Wasserstofftechnologien



Der Aufbau von Kompetenzen, Verfahren und Technologien im Bereich der wirtschaftlichen Produktion von Wasserstoffherzeugern und -verbrauchern ist notwendig, um Produktionskapazitäten aus der Automobil- und Zulieferindustrie in der Bundesrepublik Deutschland zu halten und auszubauen, da alternativen Antriebstechnologien künftig hohe Marktpotentiale zuzurechnen sind. Allerdings liegen bestehende Kompetenzen verteilt bei Produzenten und Produktionssystemherstellern. Zudem besteht über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg kein gemeinsames Verständnis über Produkt, Prozess und Betriebsmittel.

Ziel der Forschung für Produktionstechnologien im Bereich Wasserstoff ist die Entwicklung von skalierbaren Produktionssystemen und innovativen Verfahren im Bereich der Wasserstofftechnologien. Im gleichen Schritt soll der Aufbau eines Innovationsnetzwerks aus Industrie, Forschung, Kammern und Verbänden zum multidirektionalen Wissenstransfer untereinander sowie zur Initiierung von gemeinsamen Forschungsprojekten über das ZeMA

stattfinden. Der Fokus der Systementwicklung liegt auf Skalierbarkeit und Wandlungsfähigkeit. So soll ein Wechsel von manuellen Montagestationen, über teilautomatisierte Konzeptionen bis hin zu einer vollwertigen Automatisierung möglichst einfach und mit einem geringen wirtschaftlichen Aufwand durchgeführt werden können. Durch die momentan niedrige Nachfrage ist noch mit einer geringen Auslastung einer vollautomatisierten Anlage und demzufolge mit einer hohen Amortisationsdauer zu rechnen, weswegen eine skalierbare Anlage deutlichen Mehrwert bietet. Der geforderten Wandlungsfähigkeit kommt ebenso hohe Relevanz zu, da im aktuell uneinheitlichen Markt kein gemeinschaftliches Wissen über die sich durchsetzenden Produkte besteht und somit ein breites Variantenspektrum über die Produktionssysteme abgebildet werden muss. Im Rahmen der Aktivitäten sollen in einer ersten Phase ein Expertennetzwerk unter Leitung von wissenschaftlichen Experten des ZeMA aufgebaut werden. Durch den Schwerpunkt werden Produkt (Brennstoffzellen, Elektrolyseur etc.), Prozess (Fertigungs-, Prüf- und Montageprozesse)

und Betriebsmittel (Skalierbare Produktionssysteme) entlang der gesamten Wertschöpfungskette bei den Unternehmen durchgängig analysiert und transparent aufbereitet. Die Ergebnisse dienen einerseits dem Kompetenzaufbau und Wissensaustausch aller beteiligten Akteure sowie dem Aufbau eines einheitlichen Verständnisses über zukünftige Handlungsbedarfe zur wirtschaftlichen Einführung von Wasserstofftechnologien. Ausrüster sowie Hersteller von Produktionssystemen (Sondermaschinenbauer) sollen mit Entwicklung / Produktion (Automotive- Zulieferindustrie) und Forschungseinrichtungen vernetzt werden, um langfristig gemeinsame Produktionssysteme zur Herstellung von Wasserstofftechnologien zu entwickeln. Die Lösungen dienen den Ausrüstern zur Erweiterung des Produktionsportfolios und den Anwendern zur Beherrschung komplexer Produktionsprozesse. Im zweiten Schritt ist es das

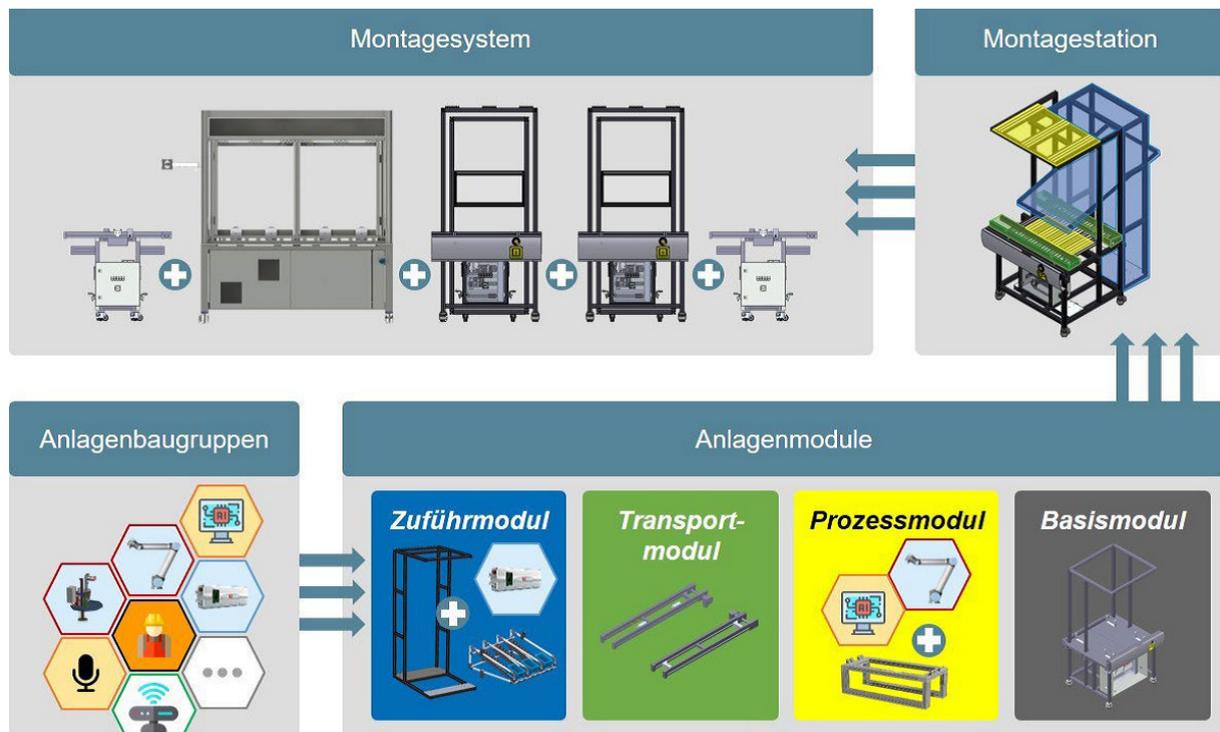
Ziel, eine H2 Factory mit realen Produktionssystemen in einer produktionsnahen Testumgebung aufzubauen. Auf Grundlage der Kompetenzentwicklung und des geschaffenen Wissens sollen in der H2 Factory kritische Produktionsprozesse im Bereich Produktionssysteme zur Herstellung von Wasserstofftechnologien (z.B. Brennstoffzellen-Stacks und Elektrolyse-Stacks) durch komplexe Entwicklungen gelöst werden. Die Ergebnisse dienen dem Aufbau von Kompetenzen, Technologien und Netzwerken im Bereich Wasserstofftechnologien und tragen zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie bei. Das Projekt H2 Factory befindet sich momentan in der Startphase. Bisher konnten kritische Prozesse bei der Montage von Brennstoffzellen- und Elektrolyse-Stacks sowie bei Fertigungsprozessen im Bereich Druckbehälter des Elektrolyseurs identifiziert werden.



Ansprechpartner/Contact:

Lennard Margies
+49 (0) 681 85787 – 569
l.margies@zema.de

Adaptive Produktionsplanung, -management und -steuerung von intelligenten, wandlungsfähigen Produktionssystemen für die nachhaltige Montage



In der Produktion kommt es immer wieder zu unvorhersehbaren Ereignissen und Einflüssen in Form von sogenannten externen als auch internen Störgrößen. So ändern sich über den Produktlebenszyklus bspw. die Marktbedingungen aber auch kurzfristigere Ereignisse, wie zum Beispiel Lieferschwierigkeiten eines Zulieferers, treten ein.

Die gegensätzliche Entwicklung von Produkt- und Anlagenlebenszyklen in Kombination mit den externen Herausforderungen verlangt dabei eine lösungsneutrale Auslegung der Systeme, um eine ökonomisch effiziente Anlagenflexibilität zu erreichen. Die Konzepte wandlungsfähiger Montagesysteme bieten einen möglichen Lösungsweg für eine nachhaltige und langfristige Produk-

tionstrategie. Diese sind hinsichtlich der drei Disziplinen Mechanik, Elektronik und Informatik äußerst modular, kompatibel, universell, mobil und skalierbar aufgebaut. Der Schwerpunkt der Forschung wandlungsfähiger Produktion- und Montagesystems liegt auf der Entwicklung modularer Konzepte hinsichtlich Mechanik, Elektrik und Software, bei einer gleichzeitigen Erfüllung weiterer sogenannter Wandlungsbefähiger. Zur Gewährleistung einer nachhaltigen Nutzbarkeit müssen hard- und softwareseitige Schnittstellen dabei in ihrer Gestaltung eine Auf- sowie Abwärtskompatibilität aufweisen, um den mechatronischen Systemansatz der Produktion zu gewährleisten und möglichst einfach und universell gestaltet werden.

Diese Einsatzflexibilität solcher Systeme verursacht jedoch eine enorme Steigerung der Komplexität hinsichtlich Planung, dem Management sowie der Steuerung. In der klassischen, sehr manuell geprägten Produktionsplanung und -steuerung (PPS) steht ein Mitarbeitender vor der Herausforderung zu entscheiden, wie das Produktionssystem ggf. umgeplant oder umgesteuert wird. Je länger die Produktionsketten sind, desto schwieriger wird die Entscheidung für den Mitarbeitenden. Diese Problematik verschärft sich unter Berücksichtigung von modularen wandlungsfähigen Produktionssystemen, die zusätzliche Anpassungsmöglichkeiten durch die sog. Rekonfiguration der Systeme erlauben. Das Forschungsvorhaben zur „adaptiven Produktionsplanung und -optimierung wandlungsfähiger Produktionssysteme“ widmet sich mit seinen Themenkomplexen diesen Problemstellungen und erarbeitet Lösungskonzepte, um den Mitarbeitenden in seiner Entscheidungsfindung durch optimierte und transparente Vorschläge zu unterstützen. Hierzu wird ein intelligentes System entwickelt, welches es dem Nutzer erlaubt, bspw. auf Basis von Auftragsverfügbarkeit, Nebenzeiten für Umrüstungen und Inbetriebnahmezeiten zu entscheiden, was die beste Problemlösung ist. In der Produktion oder Montage werden hierzu Beschreibungsmodelle der Produkte, der (Montage-) Prozesse und der eingesetzten Betriebsmittel zu einem Gesamtmodell kombiniert, um ein möglichst exaktes Abbild der realen Produktion zu erhalten. Durch das Modell werden dabei relevante Parameter, die die Fähig-

keiten und diverse Leistungsgrößen beschreiben abgebildet. Damit können mögliche alternative Konfigurationen und deren Leistungsfähigkeit bestimmt werden und den Produktionsplaner vorgeschlagen werden.

Damit solche wandlungsfähigen Systeme in neuen Rekonfigurationen betrieben werden können, erfolgt eine enorme Komplexitätssteigerung bei der Steuerungssoftware der Produktionsanlagen. Diese verwenden zur Ansteuerung seit Jahrzehnten speicherprogrammierbare Industriesteuerungen (SPS), deren Programmiersprachen zwar harmonisiert sind, allerdings nur ein geringes Abstraktionslevel bieten. Gerade diese Abstraktion wird jedoch für die Implementierung von flexiblen Produktionssystemen und der Umsetzung von modernen Software-Konzepten benötigt. Durch den Forschungsansatz des ZeMA wurde eine Toolchain, bestehend aus einem universellen Steuerungssystem, einer entsprechenden webbasierten Entwicklungsumgebung sowie Compilern zur Steuerungscode-Generierung entwickelt. Damit können aufwendige Implementierungs- und Inbetriebnahme Tätigkeiten deutlich vereinfacht und beschleunigt werden, da Anpassungen des Produktionssystems während seiner Lebensdauer lediglich in das Modell des Produktionssystems übertragen werden müssen und manuelle Anpassungen des Steuerungscode entfallen. Zur Steigerung der Verfügbarkeit des Produktionssystems, ermöglicht der Modellierungsansatz die automatische Planung von Routinen, womit der Modellierungsaufwand erheblich reduziert werden kann.



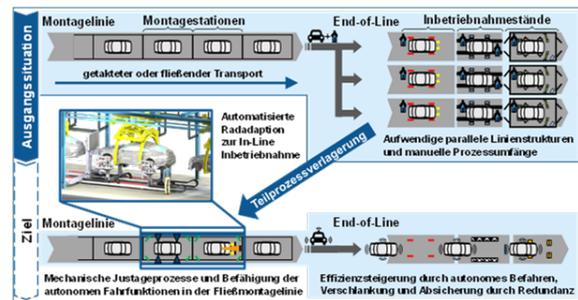
Ansprechpartner/Contact:

Martin Karkowski
+49 (0) 681 85787 – 529
m.karkowski@zema.de

FließInAb – Entwicklung eines neuartigen effizienten Systems zur Inbetriebnahme und Absicherung moderner und autonomer Fahrzeuge in der Fließmontageproduktion

Problemstellung:

Bei Fahrerassistenzsystemen und dem zukünftigen autonomen Fahren kommen bei Inbetriebnahme der sicherheitskritischen mechatronischen Funktionen im Fahrzeug neue Anforderungen hinzu. Bedingt durch umfangreiche Arbeitsabläufe auf den entsprechenden Prüfständen stellt die Umfeldsensor-Inbetriebnahme am Bandende der Fahrzeugendmontage einen signifikanten Zeit- und Kostenfaktor dar. Daneben wird eine Produktionsabsicherung für die Inbetriebnahme der sicherheitsrelevanten und autonomen Fahrzeugsysteme unumgänglich sein, denn nur sichere Fahrzeuge dürfen die Produktion verlassen und sich im Straßenverkehr bewegen. Da in naher Zukunft Fahrerassistenzsysteme weiter zunehmen werden, ist es notwendig, eine effiziente Inbetriebnahmestrategie zu entwickeln, um Prüfstandsüberlastungen zu vermeiden, eine produktionsseitige Funktionsabsicherung der Fahrzeugsysteme sicherzustellen und die Prozesskosten niedrig zu halten.



Zielsetzung:

Zur Absicherung automatisierter Fahrfunktionen, wie auch zur Effizienzsteigerung des aktuellen und des zukünftigen End-of-Lines, müssen die dort verorteten Prozesse verlagert oder eliminiert werden. In der Abbildung sind die aktuelle Ausgangssituation und die dazugehörige Zielsetzung aufgezeigt. Im oberen Teil ist der Status Quo dargestellt. Dabei ist zu sehen, dass das Fahrzeug innerhalb der Montagelinie durch eine Fördertechnik von einer Montagestation zur nächsten transportiert und dabei komplettiert wird. Anschließend wird das Fahrzeug auf seine eigenen vier Rädern abgesetzt und von einem Werker auf Prüfstände gefahren. Dort erfolgen unter anderem die Fahrwerkeinstellung und die Kalibrierung der Umfeldsensoren für das autonome Fahren.

Durch Einbettung einer neuen Technologie sollen Teile der Inbetriebnahmeprozesse aus dem End-of-Line in die Hauptmontagelinie vorverlagert werden. Dadurch ergeben sich folgende drei Ziele:

- Verschlankung des End-of-Line in Richtung einer Einlinigkeit durch Vorverlagerung der Inbetriebnahmeprozesse in die automatisierte Montagelinie.
- Absicherung der sicherheitsrelevanten Fahrfunktionen des Fahrzeugs durch redundante Inbetriebnahme in der Montagelinie und qualitative Überprüfung innerhalb des bestehenden End-of-Lines.
- Werkerloses End-of-Line wird ermöglicht durch autonom fahrende Fahrzeuge, die bereits in der Montagelinie dazu in Betrieb genommen und somit vorbefähigt worden sind.

Dadurch ergibt sich die Zieldarstellung, wie in der Abbildung unten aufgezeigt ist. Das End-of-Line wird nur noch zu Validierungs- und Nacharbeitsaufgaben benötigt. Bei einer reinen Produktion automatisierter Fahrzeuge besteht die Möglichkeit, das Fahrzeug eigenständig durch diese Validierungsphase zu führen. Dadurch ergeben sich für den OEM enorme Einsparpotenziale, um am Hochlohnstandort Deutschland bestehen zu können. Darüber hinaus entstehen durch qualitativ hochwertige Produkte Vorteile im Kundenwettbewerb.

Vorgehensweise:

Das Projekt nutzt das Radadaptionssystem, das bereits am ZeMA entwickelt wurde, als Basis. Dieses System ist in der Lage, die relevanten Fahrwerkgeometriedaten des Fahrzeugs für die Umfeldsensor-Inbetriebnahmen bereits in der getakteten Montagelinie zu ermit-

eln. Dadurch wird es möglich, Teilprozesse in die Montagelinie vor zu verlagern. Somit können eine Vorbefähigung des Fahrzeugs in der Montagelinie und eine produktionsseitige Absicherungsprüfung im End-of-Line erfolgen. Um die Inbetriebnahmeprozesse der Sensoren, wie Radar, Lidar, Kamera in der Montagelinie mit dem Radadaptionssystem durchführen zu können, benötigt es der Entwicklung und Untersuchung einer Kalibriertarget-Plattform. Dazu werden in einem ersten Schritt die Betriebsmittel für den fließenden Produktionsbetrieb bei unterschiedlichen Taktzeiten ausgelegt. Dabei gilt es, die Kalibriermöglichkeit der hochgenauen Messtechnik zu betrachten. Im Anschluss daran werden kinematische Modulplattformen mit Kalibriernormalen in das Fahrachssystem implementiert. Zusätzlich soll die Modularität des Gesamtsystems durch universelle Schnittstellen sowie die Skalierbarkeit gegeben sein, um flexibel auf Produktneuerungen und bestehende Produktionslinien zu reagieren. Nach der Entwicklung und dem Bau eines Prototyps sowie der Implementierung in die Modellfabrik am ZeMA, sollen umfangreiche Untersuchungen durchgeführt werden, um das Gesamtsystem zur Produktionsreife zu führen.

Projektstand:

Nach dem Projektstart im vergangenen Jahr, wurden die Randbedingungen für den Entwicklungsprozess des benötigten Betriebsmittels für die Fließmontagelinie erarbeitet. Anhand dieser Daten konnte eine Konstruktion abgeleitet werden, die in der folgenden Abbildung dargestellt ist.

Dabei wurde nicht nur die Konstruktion erarbeitet, sondern auch die antriebsseitige Auslegung ermittelt und

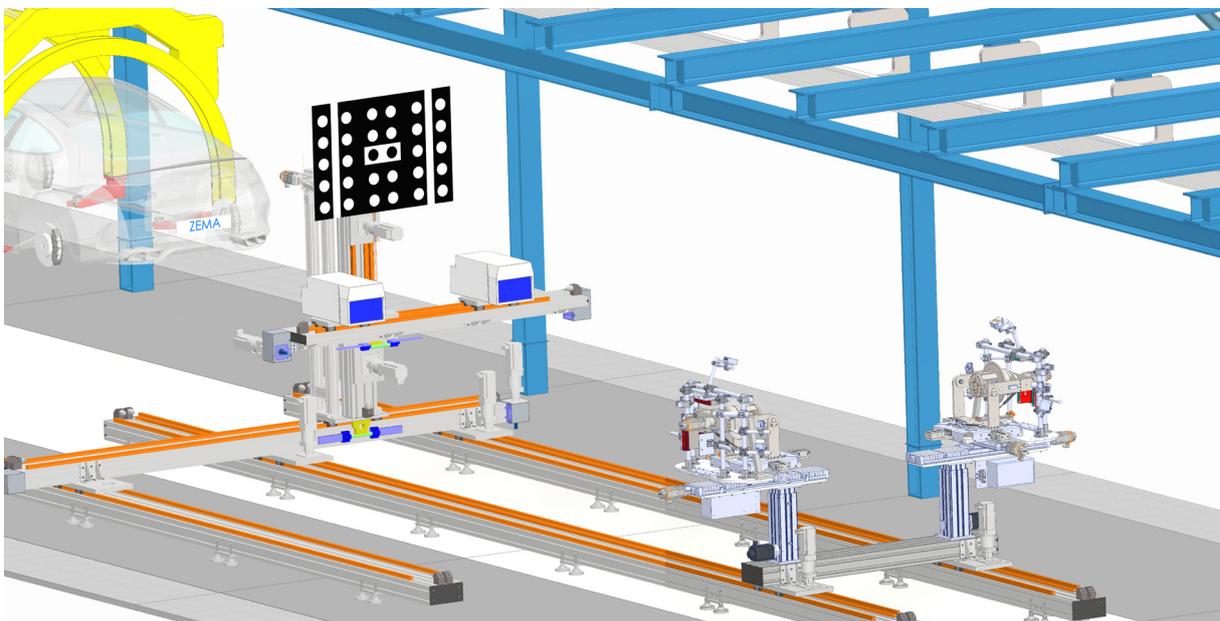
softwareseitige Schnittstellen zu bereits bestehenden Betriebsmitteln erstellt. Weiterhin wurde ein mathematisches Modell erarbeitet, das gewährleisten soll, mit vorhandenem Aufbau die Fahrzeuggeometriedaten in der fließenden Produktionslinie zu ermitteln.

Auch der Aufbau der Automatikstation sowie der Prozessablauf wurden dafür untersucht und neu erstellt.

Im folgenden Projektverlauf soll ein Prototyp abgeleitet und gebaut werden. Dieser wird im kommenden Jahr in die Modelllandschaft der Automobilmontagelinie am ZeMA implementiert, wonach die Validierungs- und Testphase beginnen soll.

Laufzeit:

01.09.2021 - 30.04.2024



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Ansprechpartner / Contact:

Dr. -Ing. Marcel Otto
+49 (0) 681 85787 – 536
marcel.otto@zema.de



iTecPro – Erforschung und Entwicklung von innovativen Prozessen und Technologien für die Produktion der Zukunftsmoderer und autonomer Fahrzeuge in der Fließmontageproduktion

Problemstellung:

Durch neue Entwicklungen in den Bereichen Digitalisierung und Industrie 4.0, Veränderungen des gesellschaftlichen Umfeldes, Weiterentwicklungen im Bereich der intelligenten Materialien und den Forderungen einer zunehmenden Ressourcenschonung, ergeben sich vielfach neue Herausforderungen sowohl in den Bereichen der Produktentwicklung, als auch der Produktion. Vielerorts entstehen durch diese Herausforderungen allerdings auch neue Potenziale. Diese können aufgrund des bereits hohen Kostendrucks in der Produktion oftmals nicht umgesetzt werden, was dazu führt, dass Teile der deutschen Wirtschaft die über Jahre aufgebaute Technologieführerschaft sukzessive an

ausländische Märkte verlieren. Dem Abwandern der aufgebauten Technologieführerschaft vor allem in wertschöpfungsintensiven Sektoren muss durch eine zielgerichtete Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen entgegen gewirkt werden. Dies erfordert in der produzierenden Industrie definierte Lösungspfade und zusätzliche Kapazitäten, welche oftmals nicht vorhanden sind.

Zielsetzung:

Durch die praxisnahe Ausrichtung des ZeMA sind viele der existierenden Potenziale bereits bekannt, welche die genannten Herausforderungen adressieren. Erste Entwicklungen neuartiger Produkte, Prozesse und Technologien

wurden bereits vorangetrieben und stoßen auf großes Interesse seitens der Anwender. Das Projekt verfolgt daher das Ziel, neue cyberphysische Produkte, Prozesse und die zugehörigen Technologien zu entwickeln und so die Innovationskraft deutscher Unternehmen nachhaltig zu erhöhen, sowie maßgeblich zur Stärkung und Erholung regionaler und überregionaler wirtschaftlicher Partner beizutragen. Dabei stehen neuartige Technologien und neuartige Produkte wie beispielsweise elektrifizierte und automatisierte Fahrzeuge, Brennstoffzellen und hybride Assistenzsysteme, sowie energieeffiziente Systeme auf Basis von smarten Materialien im Fokus. In fünf Arbeitspaketen werden zur Adressierung der genannten Herausforderungen neue Produktions- und Montageverfahren entwickelt, validiert und die Ergebnisse in die Wirtschaft transferiert.

Vorgehen:

Das Projekt gliedert sich in fünf Schwerpunkte, welche den aktuellen Handlungsbedarf verschiedener Branchen adressieren. Es sollen grundlegende Kompetenzen aufgebaut, Partner vernetzt, sowie Konsortien gebildet und abschließend Folgeprojekte initiiert werden. Es sollen die bereits herausgestellten Herausforderungen in den Bereichen Produkt, Produktionsprozesse und Technologien in fünf Bereichen adressiert werden. Maßgeblich ist dabei auch eine Anwendbarkeit der Ergebnisse, welche durch die Einbindung von Industriepartnern an geeigneten Stellen gewährleistet wird.

Im Bereich der Mobilität spielen in Zukunft vor allem alternative Antriebstechnologien und automatisierte Fahrzeuge eine wichtige Rolle. Die Produktion dieser

Fahrzeuge erfordert neue Prozesse und Technologien zur Montage, Inbetriebnahme und Funktionsabsicherung des Produktes Fahrzeug, welches sich mehr und mehr zum cyberphysischen Multi-sensorsystem entwickelt. Ziel des Vorhabens ist es primär, durch Forschung im Bereich der Montage, Inbetriebnahme und Funktionsabsicherung elektrischer und autonomer Fahrzeuge, die Technologieführerschaft deutscher und insbesondere saarländischer Unternehmen zu sichern und weiter auszubauen. Speziell durch die Entwicklungen in diesem Bereich, kann die Innovationskraft und Positionierung von Unternehmen am internationalen Markt im Zuge des aktuellen Strukturwandels erheblich gestärkt werden. Hierzu werden Methoden, Prozesse und Technologien erforscht und entwickelt, welche die fehlerfreie Funktion autonomer Fahrzeugsysteme, basierend auf einer korrekten Erfassung und Erkennung der Umgebung, gewährleisten. Es werden Methoden und Prozesse entworfen, welche in der Lage sind, durch geeignete Prüf- und Inbetriebnahmeprozesse, das Fahrzeug in einen sicheren und fahrfähigen Zustand zu versetzen. Zur Gewährleistung einer sicheren und nachvollziehbaren Fahrzeuginbetriebnahme werden anschließend Prozesse und Technologien entwickelt, welche eine Validierung der Ergebnisse der Fahrzeug-Inbetriebnahme in der Produktion adressieren. Hierzu ist eine übergreifende Betrachtung erfassender, erkennender und verarbeitender Fahrzeugsysteme erforderlich. Die Anforderungen aus dem ersten Arbeitspaket werden weitergeführt und ein Vorgehen wird entwickelt, welches die Ergebnisse der Inbetriebnahme entweder durch redundante Prozesse, sowie Betriebsmittel oder auch eine sichere Methodik validieren

kann. Die Automatisierung komplexer Inbetriebnahme-, Kalibrier- und Absicherungsaufgaben mittels durchgängiger und gleichsinniger Vernetzung von Produktions- und Montagestrukturen ist Bestandteil. Durch den so durchführbaren Datenaustausch, können Schlüsseltechnologien wie Cloud- und Edge-Computing zur Nutzung von künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen in die Produktionsumgebung integriert werden. Die Prozesse und Technologien werden realitätsnah in der ZeMA-Technologiefabrik aufgebaut und validiert.

Ein weiteres Ziel ist die systematische Erschließung von Potentialen der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens in der Montage. Diese Potenziale werden in der Produktion immer sichtbarer, jedoch existieren Hemmnisse bei der Umsetzung. Die größten Hemmnisse sind an dieser Stelle die Datenqualität und die digitale Aufbereitung des menschlichen Prozesswissens, was für den Einsatz von nachvollziehbarer KI („Explainable AI“) und hybrider KI essentiell ist. KI und ML bringen für Unternehmen einen großen Wettbewerbsvorteil, wenn die Methoden zur Mess- und Datenplanung bereits während der Entwicklung an Praxisbeispielen aus der Industrie erforscht werden. Es muss eine übergreifende Mess- und Datenplanung für die Produktion zur Kombination von Messdaten mit menschlichem Expertenwissen über die betrachteten Prozesse umgesetzt werden. Dabei werden notwendige Merkmale (Korrelationen), Messintervalle und Datenformate identifiziert, und ein durchgängiger Dokumentations-Standard von Prozessänderungen definiert. Zusätzlich müssen modellbasierte Methoden zur Bestimmung aussagekräftiger Merkmale erforscht werden,

auf deren Grundlage im Weiteren in verschiedensten Prozessen Daten zielführend erhoben werden können. Die so erhobenen Daten werden dann durch Methoden des unüberwachten maschinellen Lernens geprüft, um unvorhergesehene Ereignisse oder unplausible Merkmalswerte festzustellen und Schwachstellen in vorhandenen Analogien aufzudecken. Eine zentrale Datenplattform, der Persönliche Informationsassistent (PIA), bietet eine Basis zum Sammeln von (Produkt-/Prozess-/Betriebsmittel-) Wissen, welches abteilungsübergreifend zur Verfügung steht. Dabei werden heterogene Daten (Merkmals-, Rezeptdaten, Schichtbücher, Wartungs- und Rüstpläne, etc.) zur ganzheitlichen Analyse zusammengeführt. Hierzu werden unter anderem Metadaten der Produktvarianten und Bauteilbezeichnungen, sowie Informationen über die Prozessparameter und Betriebsmittel genutzt. Als Ergebnis werden statistische Auswertungen und Algorithmen des maschinellen Lernens genutzt, um diese mit den manuell erfassten Daten zu kombinieren. Durch die zentrale Darstellung aller notwendigen Informationen, Speicherung von Auswertungen und der damit geschaffenen Transparenz können gezielt Fehlerursachen identifiziert und datengetriebene Optimierungsprojekte vollzogen werden. Somit stellt PIA ein Wissensmanagementsystem für die Montage dar, in dem Wissen abgelegt werden kann und für zukünftige Auswertungen oder zum Anlernen neuer Mitarbeiter leicht abrufbar ist.

Zusätzlich werden im Projekt Herausforderungen und den Optimierungsbedarf rund um Energieeffizienz, Digitalisierung, Fachkräftemangel und Qualifizierung im Bereich der Produktion adres-

siert. Die stetig zunehmende Komplexität muss mit intelligenten und wandlungsfähigen Anwendungen und Lösungen begegnet werden. Neben intelligenten autonomen Systemen in der Produktion stehen dabei jedoch auch intelligente Lösungen im Vordergrund, um den Menschen, als wichtigsten Bestandteil der Produktion, zu unterstützen und zu befähigen, sei es in Hybriden Teams oder durch intelligente Assistenzsysteme. Dazu sollen Lösungen für produzierende Unternehmen entwickelt werden, um die Produktion energieeffizient, intelligent, adaptiv und menschenzentriert zu gestalten. Die daraus gewonnenen Vorteile bei Zertifizierungen, Kosteneinsparungen und Produktivität bringen den Unternehmen einen entscheidenden Vorteil und versetzt sie in die Lage, ihre Technologieführerschaft zu stärken. Die am ZeMA vorhandenen Expertisen im Bereich Industrie 4.0 und Digitalisierung müssen im Hinblick auf die heutigen Themenkomplexe Umwelt (bspw. Green Deal), Einsatz Künstlicher Intelligenz in der Produktion und Gestaltung der Arbeit deutlich erweitert werden. Gleichzeitig zeigen innovative Aktor-Sensor-Systeme auf Basis intelligenter Materialien ein Forschungsfeld auf, auf dem das ZeMA international als Vorreiter gilt, das Potenzial für neue Lösungsansätze zu genau diesen Themen.

Zur Adressierung der Energieeffizienz in industriellen Prozessen wird die Thematik „Energieeffizientes Kühlen“ weiterverfolgt. Diese stellt einen extrem breiten Anwendungsbereich dar, der sich von Gebäudeklimatisierung über Industriekühlung bis hin zur E-Mobilität erstreckt. Zudem lässt sich mit der Technologie ohne große bauliche Veränderungen auch ein Wärmepumpeneinsatz realisieren. In all diesen Bereichen

gibt es unterschiedliche Anforderungen an Kühlleistungen, sowie damit verbundene Umgebungs- und Einbaubedingungen. Speziell bildet sich dies auf vier verschiedene Kühlgeräteansätze ab. Hier ist zunächst grundlegend ein rotatorisches Konzept zu nennen. Dieses hat den Vorteil einer klaren Trennung zwischen Warm- und Kaltseite, benötigt aber einen relativ großen Bauraum. Zusätzlich wurde in vorausgehenden Forschungen bereits ein translatorisches, bauraumoptimiertes Konzept zum Patent angemeldet, welches allerdings einen komplexeren Umgang mit der Kühlmedienführung erfordert. Für beide Konzepte ist je nach Anwendung in manchen Fällen ein direktes Luft-/Luftwärmetauschprinzip relevant, was in z.B. Gebäudeklimatisierungsanwendungen zusätzliche Wärmetauscher in dezentralen Systemen überflüssig macht. In anderen Fällen hingegen ist ein flüssiges Medium wünschenswert, wie etwa in der E-Mobilität, wo Kühlung nicht nur für die Innenraumluft erforderlich ist, sondern auch für die Batterien, zu denen sich die Kälte nicht effizient in Form von Luft transportieren lässt.

Zusätzlich wird ein Kompetenzaufbau im Bereich der Produktionssysteme für Wasserstofftechnologien verfolgt, um so das Saarland als wettbewerbsfähigen Industrie- und Forschungsstandort zukunftsweisend aufzustellen. Zudem sollen ein Vorgehen für die Produktion von Brennstoffzellen- und Elektrolysestacks entwickelt und konkrete Prozesse hierfür erforscht werden. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen als Basis für anknüpfende Forschungsvorhaben dienen, in denen die konzeptionell entworfenen Systeme entwickelt und erprobt werden sollen. Weiterhin dienen die gewonnenen Erkennt-

nisse als maßgebliche Grundlage für den beschriebenen Kompetenzaufbau im Bereich der Wasserstofftechnologien und deren Transfer in Industrie, Wissenschaft, Gesellschaft und Politik im Saarland. Hierzu werden Produkt (Brennstoffzellen, Elektrolyseur etc.), Prozess (Fertigungs-, Prüf- und Montageprozesse) und Betriebsmittel (skalierbare Produktionssysteme) entlang der gesamten Wertschöpfungskette durchgängig analysiert und transparent aufbereitet. Die Ergebnisse ermöglichen ein grundlegendes Verständnis über zukünftige Handlungsbedarfe und Entwicklungschancen zur wirtschaftlichen Einführung von Wasserstofftechnologien in Produktionssysteme. Auf Grundlage der Kompetenzentwicklung und des geschaffenen Wissens, sollen konzeptionelle Lösungsmöglichkeiten für kritische Produktionsprozesse im Bereich der H₂-Produktionssysteme entwickelt werden. Besonderer Fokus liegt auf einer angestrebten Skalierbarkeit, sowie einer Wandlungsfähigkeit der Produktionssysteme, da aktuell noch nicht absehbar ist, für welche Geometrien, Bauarten und Größen Kapazitäten aufgebaut werden müssen. Die konzeptionell erstellten Produktionsszenarien sollen abschließend simulativ im erstellten digitalen Zwilling evaluiert werden.

Der Transfer der Ergebnisse mittels Kooperationsprojekten soll die Technologieführerschaft und Innovationsstärke beteiligter Partnerunternehmen festigen und weiter ausbauen. Aktuelle Themen wie das autonome Fahren, Künstliche Intelligenz (KI), Maschinelles Lernen (ML), Big Data, intelligente Materialien und die Produktion von Brennstoffzellen werden als Schlüsselthemen behandelt und so auch im Bereich der Forschung der Exzellenzcharakter des Standortes Saarland hervorgehoben, beziehungsweise der Weg einer intelligenten Spezialisierung verfolgt. Durch die Initialforschung in den einzelnen Schwerpunktthemen entstehen Potenziale zur Weiterentwicklung von Forschungsthemen und der Definition von Anschlussprojekten, was es ermöglicht, langfristig die Produktionsforschung im Saarland auf einem hohen Niveau zu erhalten.

Projektstand:

Zum aktuellen Zeitpunkt befindet sich das Projekt in der Abschlussphase. Der Großteil der beschriebenen Forschungsarbeiten wurde abgeschlossen. Ausstehende Tätigkeiten befinden sich in der Fertigstellung, bereits vorliegende Ergebnisse werden dokumentiert. Das Projekt wird fristgerecht abgeschlossen.

Laufzeit:

01.06.2021 – 28.02.2023



Ansprechpartner/Contact:

Lennard Margies
+49 (0) 681 85787 – 569
l.margies@zema.de



KIAS – KI gestützte Angebotskalkulation im Sondermaschinenbau moderner und autonomer Fahrzeuge in der Fließmontageproduktion

Problemstellung:

Der Maschinenbau zählt seit vielen Jahren zu den strukturprägenden Wirtschaftszweigen der saarländischen Industrie. So produziert bspw. die Firma WOLL Maschinenbau GmbH (Woll) am Standort Saarbrücken kundenspezifische Sondermaschinen und Produktionsanlagen für Abnehmer in der Automobil-, Lebensmittel- und Medizinbranche. Der gestiegene Wettbewerb mit globalen Lieferketten führt zu vielen neuen Herausforderungen wie u.a. einem zunehmenden Preis-, Kosten und Zeitdruck durch Wettbewerber (u.a. aus Niedriglohnländern), aufkommenden Handelsbarrieren durch länderspezifische Standards, Normen/Vorschriften und Digitalisierung. Insbesondere die Angebotserstellung und Nachkalkulation von Projekten sind zwei erfolgskritische Prozesse für die Akquise und Durchführung von Aufträgen im Sondermaschinenbau. Die Angebotserstellung erfolgt i.d.R. von Projektleitern unter

Hilfe von Mitarbeitenden aus einzelnen Fachbereichen (Konstruktion, Einkauf, etc.). Hier ist hervorzuheben, dass die Anzahl der Anfragen für Angebote zunehmend steigt und aufgrund des Wettbewerbsdrucks ein Vielfaches an Angeboten ausgearbeitet werden muss, da es gängige Praxis ist, mehrere Vergleichsangebote für eine Projektbeauftragung einzuholen. Dies führt insbesondere im Sondermaschinenbau, bei denen von Angebot zu Angebot oftmals unterschiedlichste Kundenanfragen und -anforderungen vorliegen, zu einem Dilemma zwischen einem möglichst präzisen Angebot und der Abgabe eines nur grob kalkulierten Angebots in einer möglichst kurzen Zeit.

Zielsetzung:

Ziel des Forschungsprojektes KIAS ist die Optimierung bestehender Produktions- und Unternehmensprozesse unter Einsatz von Künstlicher Intelligenz bei der Firma WOLL. Der Fokus

der Entwicklungen im Forschungsprojekt liegt im Bereich interner Prozesse der Angebotserstellung (von Angebotserstellung bis zur Nachkalkulation) zur Projektierung von Anlagen im Sondermaschinenbau (Konstruktion, Fertigung, Montage und Inbetriebnahme sowie Service). Ziel ist es, durch Innovationen die laufenden Prozesse in der Angebotserstellung und Projektnachverfolgung genauer, schneller und kosteneffizienter zu gestalten und so für einen Wettbewerbsvorteil zu sorgen. Dies erfolgt unter Anwendung neuartiger Berechnungsmodelle/Algorithmen, Optimierungen von Prozessabläufen und dem Einsatz von Künstlicher Intelligenz. Dabei ist der Innovationsgrad des Vorhabens maßgeblich von der Komplexität im Sondermaschinenbau geprägt. Während im Werkzeug- und Formenbau (meist wiederkehrende mechanische Produkte) Methoden und Berechnungsmodelle für die Angebotserstellung vereinzelt etabliert und verankert sind, existieren für den Sondermaschinenbau von Anlagen (meist kundenindividuelle mechatronische Produkte) derzeit keine Lösungen, die durch Methoden und Algorithmen die Angebotskalkulation unterstützen.

Vorgehen:

Das Projektvorhaben gliedert sich in fünf Phasen. Durch die Erfassung heutiger Ist-Prozesse wurden relevante Abteilungen / Personen sowie Dokumenten- und Informationsflüsse im Rahmen der Angebotserstellung bei WOLL identifiziert. Darauf aufbauend werden die erforderlichen Beschreibungsmodelle und Zielprozesse abgeleitet. Dies resultiert in einer Standardisierten Beschreibung von Sondermaschinen und deren Angebote zu den historischen Daten verknüpft werden können. Sie dienen

als Datenbasis und werden zur Entwicklung von Berechnungsmodellen (KI und klassisch) verwendet. Mit der Umsetzung einer Mensch-Maschine-Schnittstelle soll das System in einem prototypischen Aufbau bei WOLL validiert und iterativ verbessert werden. Durch die Umsetzung der beschriebenen Forschungs-idee ergibt sich erhebliches Innovationspotential sowohl für die Firma WOLL als auch langfristig für die Forschung sowie in der Folge von Veröffentlichungen und Ergebnistransfer auch für produzierende Unternehmen und Dienstleister.

Ergebnis/Projektstand:

Im Jahr 2022 konnte das Projekt erfolgreich abgeschlossen werden. Dazu konnte auf den Ist- und Soll-Prozesse sowie einer standardisierten Beschreibung von Produkten (Gesamtprojekt, Baugruppenstrukturen und Komponenten) innerhalb des ERP-Systems (Enterprise Resource Planning - hier: Odoo) – welche in während des Projekt identifiziert und entwickelt wurden - aufgebaut werden.

Grundlage für eine effiziente Kalkulation von Sondermaschinen, stellt die parametrisierte Beschreibung von Produkten dar. Dazu wurden im Rahmen des Projektes spezifische, beschreibende Parameter für verschiedene Produktgruppen (bspw. Transportbänder, Roboter, oder ähnliches) identifiziert und abgeleitet. Diese dienen im Folgenden als Grundlage zur parametrisierten Suche, KI-basierten Ähnlichkeitssuche sowie KI-basierten Kostenkalkulation dieser Produkte.

Während eine parametrisierte Suche die gezielte Suche von Produkten ermöglicht, erfolgt bei der Ähnlichkeitssuchen ein Vorschlag von ähnlichen Produkten (vgl. Amazon) basierend auf einem sog.

Empfehlungsdienst (Recommender System). Die Kombination beider Suchoptionen ermöglichen es, den Projektieren die (historische) Suche von vergleichbaren Produkten und Projekten, die bei der Kalkulation als Grundlage verwendet werden können. Um die Suchergebnisse zu verfeinern erfolgte eine Anreicherung der standardisiert-beschriebenen Produkte, mittels Metadaten.

Zur KI-basierten Kostenkalkulation wurden erfolgreich Algorithmen für ein regressionsbasiertes automatisiertes Kalkulationsverfahren entwickelt. Dazu wurden zusammen mit WOLL Maschinenbau historische Daten (Trainingsdaten) identifiziert, extrahiert und in das Prototypensystem importiert.

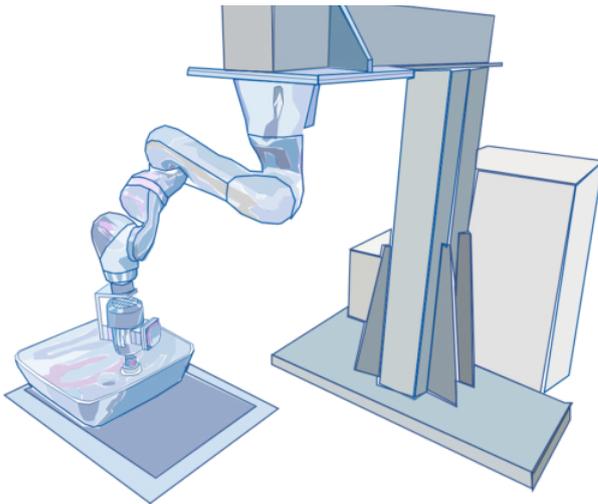
Um den sog. Kaltstart-Problem (Verminderte Nutzbarkeit des Systems aufgrund unzureichender Datengrundlage) zu begegnen, wurden zusammen mit dem Partner (teil-)automatisierte Mechanismen zur Datenaufbereitung entwickelt und implementiert. Diese ermöglichen es, die Datengrundlage für die Suche und KI-basierte Kalkulation zu erweitern.

Abschluss des Projektes stellt die durchgeführte Nutzerstudie dar, bei der Optimierungspotentiale innerhalb des Prototyps identifiziert werden konnten. Ferner konnten weitere Anknüpfungspunkte zur Fortsetzung und zum Transfer des Prototyps in den Realbetrieb identifiziert werden.

Laufzeit:

01.12.2020 – 30.11.2022

<p>• Staatskanzlei SAARLAND</p>		<p>Ansprechpartner/Contact:</p>
	<p>Europäische Union EUROPÄISCHER FONDS FÜR REGIONALE ENTWICKLUNG</p>	<p>Martin Karkowski +49 (0) 681 85787 – 529 m.karkowski@zema.de</p>
		<p>www.zema.de/projekt/kias</p>



Einsatz eines sensitiven Roboters zur kraftgesteuerten Bearbeitung von Freiform-Oberflächen (SenRob)

Problemstellung:

Beim Herstellungsprozess von keramischen Bauteilen entstehen fertigungsbedingte Materialüberstände sowie Fehler, die im nachgelagerten Weißputzprozess entfernt werden müssen. Das Schleifen verlangt eine direkte Interaktion des Werkzeuges mit der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche, sodass Kontaktkräfte und -momente entstehen. Bei der Automatisierung eines solchen Prozesses mithilfe eines Roboters ist ein nachgiebiges Verhalten des Roboter manipulators notwendig. Insbesondere die gewählte Regelungsstrategie spielt eine wichtige Rolle, um während des Bearbeitungsprozesses adäquat auf die Bauteilkontur reagieren zu können. Darüber hinaus wird ein spezielles Werkzeug sowie ausgewählte Sensorik in Kombination mit passender Software für eine gesamtheitliche Ausführung der Schleifaufgabe notwendig.

Zielsetzung:

Das Ziel in diesem Projekt ist die Entwicklung eines Prototyps für die Automatisie-

rung, des sog. Weißputzprozesses, mit einem sensitiven Roboter. Die Roboteranwendung soll die Erfassung von Fehlern am Weißling sowie die Bearbeitung und die Qualitätskontrolle des Weißlings durchführen. Dazu werden die systematischen und zufälligen Fehler durch eine Messtechnik detektiert und der Roboter schleift mit einer genau definierten Kraft die fehlerhafte Freiform-Oberfläche des Weißlings. Im Forschungsprojekt werden die Grundlagen für die roboterbasierte Anwendung geschaffen. Dazu zählen die Hardware- und Softwarekomponenten. Anhand einer Prozess- und Technologieentwicklung sollen der Prozess und die erforderlichen Betriebsmittel wie Roboter, Sensoren und Werkzeuge sowie die Roboterbahnplanung und -regelung erforscht und prototypisch umgesetzt werden.

Vorgehen:

Im Forschungsprojekt erfolgte eine eingehende Analyse des aktuellen Produktionsprozesses und des Produktes. Anschließend wurde im Projekt mit

der Prozessentwicklung begonnen und diese umgesetzt. Dazu zählen im Detail das Roboterkonzept, das Werkzeug, das Multisensorsystem sowie die Entwicklung der erforderlichen Softwarekomponenten. Parallel zur Entwicklung und zum Abschluss des Projektes erfolgt die Durchführung von Versuchsreihen in einer realen Arbeitsumgebung. Dabei werden Erkenntnisse und Informationen über das aktuelle Konzept und den entwickelten Prototyp gesammelt sowie die Prozessrobustheit und technische Risiken identifiziert.

Ergebnis / Projektstand:

Das Projekt wurde im Mai 2021 gestartet und läuft bis Dezember 2022. Durch die Entwicklung eines Prototypenwerkzeuges konnten bereits Erkenntnisse für die Einstellung der Schleif- und Roboterparameter identifiziert werden. Außerdem wurde ein Ansatz zur automatischen sensorbasierten Beurteilung von Bauteilkanten im Kontext der Qualitätskontrolle erarbeitet. Der gesamte Prototyp wurde abschließend erfolgreich in einer realen Arbeitsumgebung getestet und die Robustheit, der Prozess und technische Risiken bewertet.

Laufzeit:

01.05.2021 – 31.12.2022

Gefördert von:

Zentrales Technologieprogramm
Saar (ZTS)



EUROPÄISCHE UNION

Europäischer Fonds für
Regionale Entwicklung

Ansprechpartner/Contact:

Marco Schneider
+49 681 85787 581
m.schneider@zema.de

www.zema.de/projekt/senrob



ViSAAR – Virtuelle Arbeitsgestaltung & Technologien für Innovationen im Strukturwandel

Problemstellung:

Ziel des Projekts ViSAAR (Virtuelle Arbeitsgestaltung & Technologien für Innovationen im Strukturwandel) ist es, kleine und mittelständische Unternehmen durch die Gestaltung virtueller Arbeit zukunftsfähig aufzustellen. Hiervon sollen sowohl die saarländischen Unternehmen als auch der Wirtschaftsstandort Saarland in seinem Strukturwandel profitieren.

Im Projekt ViSAAR werden virtuelle und insbesondere remote Formen der Arbeit untersucht. In Zeiten der Pandemie und der Klimakrise bieten Virtualität und Remotivität eine Form der ortsunabhängigen Arbeit an und ermöglichen hierdurch effizienteres Arbeiten. Allerdings müssen diese Technologien bedarfsgerecht eingesetzt werden. Zudem weisen Mitarbeitende unterschiedliche Vertrautheit und Zugang zu den Technologien auf, sodass nicht immer der spielerische Umgang mit den Technologien vorausgesetzt werden kann. Hinzukommt, dass die Art der

Kommunikation der Mitarbeitenden durch diese Technologien einen Paradigmenwechsel erfährt, dessen Konsequenzen auf lange Sicht bisher unbekannt sind. Im Projekt ViSAAR werden Potenziale für den erfolgreichen Einsatz virtueller Technologien identifiziert und umgesetzt. Zudem werden auf arbeitswissenschaftlicher Ebene die Implikationen der Technologie untersucht.

Zielsetzung:

Das ZeMA übernimmt den technischen Aspekt des Projektes und begleitet zwei Unternehmen exemplarisch bei der Identifikation und Umsetzung von Virtualisierungspotentialen. Ziel ist die Durchführung einer Machbarkeitsstudie und prototypische Umsetzung im Unternehmen. Die zwei Szenarien untersuchen zum einen die papierlose Abbildung unternehmensinterner Projektprozesse im Sondermaschinenbau sowie die digitale Zuweisung von Arbeitsaufträgen an Mitarbeitende ohne zwischengeschaltete Instanz samt Optimierung der Auftragszuweisung.

Vorgehen:

Das Projekt startete mit Prozessanalysen sowie der Definition von Muss- und Kann-zielen unter Einbezug betroffener Mitarbeitenden. Basierend darauf wurden Konzepte entwickelt, die später in mehreren Iterationsschleifen technologisch umgesetzt werden. Dabei werden betroffene Mitarbeitende in den Gestaltungsprozess einbezogen. Im weiteren Verlauf des Projektes werden die Umsetzungen finalisiert und evaluiert.

Ergebnis / Projektstand:

UZum aktuellen Zeitpunkt wurden in den zwei vom ZeMA betreuten Anwendungsfällen folgende Projektstände erzielt:

Für papierlose Abbildung unternehmensinterner Prozesse wurde ein Softwareprototyp aufgesetzt, der die Hinterlegung von Technischen Zeichnungen und weiterer Projektdaten ermöglicht. Projektbeteiligte haben in unterschiedlichen Ansichten Zugriff auf die für Sie relevanten Informationen. Der Prototyp ist bisher am Beispiel eines Sägearbeits-

platzes umgesetzt. Der Prototyp ist sowohl am ZeMA als auch beim Projektpartner installiert. Im nächsten Schritt werden weitere Informationen eingepflegt und die Möglichkeit der Integration weiterer Abteilungen einbezogen.

Für digitale Zuweisung von Arbeitsaufträgen an Mitarbeitende wurde eine Zuweisungsmethode umgesetzt, die unter Berücksichtigung von Lieferterminen und verfügbaren Mitarbeitern und weiteren Kapazitäten / Randbedingungen Vorschläge zur Auftragszuweisung unterbreitet. Diese Methode wurde im Rahmen einer Simulation erprobt, um bei der Einführung Ablaufstörungen möglichst gering zu halten. Im nächsten Schritt wird das Vorschlagssystem auf das Produktivsystem übertragen, wobei zwei Systeme parallel laufen werden bis eine ausreichende Zuverlässigkeit des Vorschlagssystems erkennbar ist.

Laufzeit:

01.05.2021 - 30.04.2024

<p>GEFÖRDERT VOM</p>  <p>Bundesministerium für Bildung und Forschung</p> <p>REGION. innovativ</p> <p>INNOVATION & Strukturwandel</p>	<p>Ansprechpartner/Contact:</p> <p>Attique Bashir +49 (0) 681 85787 – 580 a.bashir@zema.de</p> <p>www.visaar.de</p>
---	--



VProSAAR – Verteilte Produktion für die saarländische Automotivindustrie: Nachhaltig, Vernetzt, Resilient

Problemstellung:

Der voranschreitende Strukturwandel (bedingt durch die Dekarbonisierung, Elektrifizierung, etc.) im Automobilsektor wird unweigerlich zur Adaption bestehender aber auch zur Entwicklung gänzlich neuer innovativer Produkte und Services führen müssen. Zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit und Festigung der Position von Produktionsstätten (hier v.a. KMU), ist es notwendig, sich den technologischen Herausforderungen (häufige Prozess- und Produktinnovationen, Ressourcen- und Energieeffizienz, optimierte Maschinenauslastung, etc.) sowie sozio-ökonomischen Herausforderungen (Nachfrageschwankungen, Globalisierung, demographischer Wandel) anzupassen. Um auch kurzfristig auf sich ändernde Randbedingungen reagieren zu können, sind gesteigerte Flexibilität und Rekonfigurierbarkeit (Wandlungsfähigkeit) von Produktionsumgebungen und -anlagen unabdingbar. Zusätzlich ist es entscheidend die Mitarbeiterzentrierung zu fördern und den Produktions-

status sowie Produktionsfähigkeiten intern und unternehmensübergreifend kommunizieren zu können. Durch technologische Innovationen und eine stärkere Fokussierung auf innerbetriebliche (Vernetzte Produktion) und außerbetriebliche (Verteilte Produktion) Informationsaustausche, können sich kleine und mittlere Unternehmen im globalen und konzerninternen Wettbewerb behaupten.

Zielsetzung:

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist es die Grundlagen und Technologien für eine verteilte, vernetzte und menschenzentrierte Produktion zu erforschen, um eine höhere Wandlungsfähigkeit in der Wirtschaft sicherzustellen. Zur Gewährleistung der Übertragbarkeit werden daher folgende Grundbausteine adressiert:

- Standardisierung von Schnittstellen, Datenaustauschformaten und Semantiken zum vereinfachten Datenaustausch und Datenverständnis

- Kommunikation und Vernetzung von Produktionsressourcen zur automatischen horizontalen und vertikalen Informationsübermittlung
- Betriebs- und Angriffssicherheit der kommunizierenden Produktionsressourcen
- Wandlungsfähigkeit und Resilienz von Produktionsressourcen (mit der Betrachtung von Robotersystemen als häufige Komponente in der Prozessautomatisierung)
- Umgang und Organisation von veränderten Produktionssystemstrukturen und Kompetenzprofilen der Mitarbeitenden
- Modellierung von Teil- und Gesamtsystemen zur Sicherstellung von Transparenz und zur Identifikation von Optimierungspotentialen

Vorgehen:

Diese Grundbausteine sollen innerhalb des Forschungsprojektes in ein gemeinsames digitales Abbild realer Produktionssysteme gegossen werden. Die initiale Konzeption und Abgrenzung fundamentaler Systembausteine dient der Auswahl und Definition von Standards sowie Konzepten zum kontrollierten Zugriff auf alle Informationen eines Assets der Produktion (Produkt-, Prozess- und Betriebsmitteldaten) - vergleichbar mit einer Verwaltungsschale. Ausgehend von diesem gemeinsamen, forschungsbereichsübergreifenden Aspekt erfolgen Teilentwicklungen in nachfolgenden Schwerpunkten, die als Teilmodul des Gesamtdemonstrators zu verstehen sind. Dabei werden die Themen Produktentstehung/Fertigung, agile adaptive Produktionsressourcen, adaptive Robotik, Montagesystemplanung & -optimierung, Produktionssystemorchestrierung, Multisensorsystem & Datenfusion sowie Industrial Security weiter erforscht.

Ergebnis/Projektstand:

Die wissenschaftlichen Erfolgsaussichten des ZeMA werden durch die Festlegung von Standards im Bereich der vernetzten Produktion und des Aufbaus eines repräsentativen Demonstratorszenarios weiter gesteigert. Die technische Verifizierung der Forschungsergebnisse durch die praktische Umsetzung der Ergebnisse innerhalb eines Demonstrators auf Industriestandard stellt sowohl die Grundlage für den Nachweis der Erfolgsaussichten als auch für die Übertragbarkeit auf andere Branchen dar.

Darüber hinaus wird der Demonstrator für die Lehre und für Weiterbildungsmaßnahmen eingesetzt. Es bieten sich beispielsweise Schulungen und Seminare im Bereich der vernetzten Produktion, Aufbau Digitaler Zwillinge, Datensicherheit und -qualität sowie weiterführende Forschungsvorhaben zu Themen der virtuellen Anlageninbetriebnahme sowie des energieeffizienten Betriebens von Anlagen an. Zudem können in Kooperation beispielsweise mit dem automobilen Netzwerk Saarland Angebote erarbeitet werden. Letztlich können die hier erarbeiteten Ergebnisse direkt im Kontext von Transferprojekten nutzbar gemacht werden. Im Rahmen derzeitiger Projekte und deren Nachfolgerprojekten (bspw. dem Mittelstand-Digital Zentrum Saarbrücken, RZzKI - Regionale Zukunftszentrum für KI und digitale Transformation) können wissenschaftlich erarbeitete Erkenntnisse direkt mit regionalen Unternehmen, im speziellen KMU geteilt werden.

Laufzeit:

01.10.2022 – 30.09.2026

• Ministerium für
Wirtschaft, Innovation,
Digitales und Energie

SAARLAND



Europäische Union

EUROPÄISCHER FONDS FÜR
REGIONALE ENTWICKLUNG

Ansprechpartner/Contact:

Max Eichenwald
+49 (0) 681 85 787 – 555
m.eichenwald@zema.de
www.zema.de/projekt/vprosaar



COTEMACO – Competitiveness Through Efficient Man & Machine Collaboration

Produzierende KMU in Nordwesteuropa haben mit ihrer Wettbewerbsfähigkeit gegenüber der Großproduktion in Niedriglohnländern zu kämpfen. Hinzu kommen der Fachkräftemangel und der Trend zu individualisierten Produkten. Eine flexible Produktion, die die Wünsche des Kunden nach höherer Individualisierung und somit auch geringeren Losgrößen erfüllt, ist ein entscheidender Wettbewerbsvorteil, der Arbeitsplätze in der Region sichert. Weiterhin bringt der technologische und rasante Wandel (bspw. Industrie 4.0, Digitalisierung, Einsatz von Künstlicher Intelligenz) sowohl Risiken als auch Vorteile für Unternehmen, insbesondere auch KMU, mit sich. Forschungseinrichtungen sowie Kammern und Verbände aus Belgien, Deutschland, Niederlande und Großbritannien hatten sich dazu im Projekt COTEMACO zusammengeschlossen, um KMU (kleine und mittlere Unternehmen) aus dem Bereich Automotive und Lebensmittelherstellung dabei zu unterstützen, neue Technologien in ihre

Produktion einzuführen. Der Fokus lag dabei insbesondere auf der Mensch-Maschine-Kooperation sowie Assistenzsystemen, die zu einer höheren Flexibilität in der Produktion führen. Das Projekt hat erfolgreich am 06.07.2022 geendet.

COTEMACO, welches eine Initiative von INTERREG North-West Europe war, verfolgte das Ziel, Test- und Erprobungsumgebungen zu schaffen und unterstützte erfolgreich 64 KMUs aus der produzierenden Automobil- und Lebensmittelindustrie bei der Einführung von Robotersystemen und digitale Technologien (bspw. Assistenzsystemen) in sogenannten Unterstützungsprojekten. COTEMACO stand dabei Unternehmen mit Workshops, Technologiekonzepten und Erprobungsszenarien aus dem wissenschaftlichen Umfeld heraus zur Seite und unterstützte insbesondere kleinere Unternehmen bei einer Technologieauswahl sowie Konzeptio-

Transferprojekte am ZeMA

nierung neuer (Produktions-)Prozesse. Von den 64 ausgesprochenen Automatisierungs- und Digitalisierungsempfehlungen wurden bis Ende des Projekts 15 % umgesetzt und weitere 50 % sind in Planung bei den KMUs.

Neben der Steigerung der Produktionsflexibilität wurde auch die Verlagerung der Produktion ins Ausland eingedämmt und die Zahl der Arbeitsplätze in der Fertigung erhöht, was allgemein zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der involvierten Unternehmen führte. Des Weiteren wurde das Bewusstsein bei den Unternehmen geschärft und Know-how bezüglich der Potentiale und Grenzen, z.B. der Mensch-Roboter-Kooperation, sowohl an Entscheider und Planer als auch an Mitarbeitende der Produktion transferiert. Die KMUs hatten

die Möglichkeit die Testumgebungen des ZeMA sowie der anderen Transferpartner in den weiteren Regionen (Belgien, Niederlande und England) zu besuchen. Mit dem verfügbaren Equipment wurden in den Testumgebungen erste Machbarkeitsstudien für die Unternehmen durchgeführt. Auf diesem Weg konnten insbesondere KMUs neueste Technologie ohne eine riskante Investition testen. Neben dem Testen neuer Technologie konnten Mitarbeitende verschiedene Aufbauten in den Testumgebungen ausprobieren. Die erfolgreichen Unterstützungsprojekte können auf der COTEMACO-Website nachgelesen werden (www.robot-hub.org/cotemaco-success-stories).

Laufzeit

07.03.2018 – 06.07.2022



Ansprechpartner / Contact:

Fabian Adler
+49 (0) 681 85787 – 522
f.adler@zema.de

www.robot-hub.org/cotemaco



KomZetSaar – Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Saarbrücken

Mit einem breiten, praxisnahen und neutralen Angebot unterstützte das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Saarbrücken (KomZetSaar) kleine und mittlere Unternehmen (KMU) kostenfrei bei der digitalen Transformation. Im Fokus stand dabei die Produktionsvernetzung, Assistenzsysteme, Digitale Geschäftsmodelle, Digitales Handwerk und Bereiche der Künstlichen Intelligenz. Das Projekt endete erfolgreich zum 31.08.2022.

Gemeinsam digitale Lösungen finden

Das Kompetenzzentrum hat viele kleine und mittlere Unternehmen bei der digitalen Transformation unterstützt. Dazu wurden u.a. zahlreiche Sprechstunden, Informationsveranstaltungen und Workshops durchgeführt.

Zudem halfen Ideenwerkstätten, Technologieführungen, Konferenzen, Webinare und Online-Services, wie zum Beispiel der Digitalcheck, Unternehmen bei ihren konkreten Digitalisierungsvorhaben.

Mit insgesamt 16 Unternehmen wurden zusätzlich individuelle Praxisprojekte durchgeführt. Diese können auch nach Projektende hier weiterhin unter www.digitalzentrum-saarbruecken.de eingesehen werden. Die vom Kompetenzzentrum erarbeiteten Leitfäden und Broschüren stehen ebenso weiter zur Verfügung.

Technologie erleben

Die Nutzung von KI bietet auch KMU großes Potenzial, um von diesem technologischen Fortschritt zu profitieren. Die Anwendungsmöglichkeiten für digitale Technologien im Handwerk, in der Produktion sowie im Büro sind vielfältig. Vom digitalen Auftragsablauf, über Mensch-Roboter-Kollaboration in der Industrie 4.0 bis hin zu Virtual Reality in der Ausbildung. Das KomZetSaar hatte u.a. als Anwendungsbeispiel das Wandelbare Montagesystem (WaMo). Dieses zeigt, wie ein Montagesystem zeit- und ressourcen-

schonend angepasst werden kann, um auf kürzere Produktlebenszyklen und Marktturbulenzen zu reagieren. Technologien wie Plug-and-Produce, RFID, ERP und MES sind in das System integriert, um verschiedene Szenarien abbilden zu können. Viele weitere Anwendungsbeispiele sind unter: www.digitalzentrum-saarbruecken.de zu finden.

Was ist Mittelstand-Digital?

Mittelstand-Digital informiert kleine und mittlere Unternehmen über die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung. Die geförderten Kompetenzzentren helfen mit Expertenwissen, Demonstra-

tionszentren, Best-Practice-Beispielen sowie Netzwerken, die dem Erfahrungsaustausch dienen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz ermöglicht die kostenfreie Nutzung aller Angebote von Mittelstand-Digital.

Weitere Informationen finden Sie unter www.mittelstand-digital.de

Laufzeit

01.09.2017 – 31.08.2022



Mittelstand 4.0
Kompetenzzentrum
Saarbrücken

Mittelstand-
Digital



Gefördert durch:

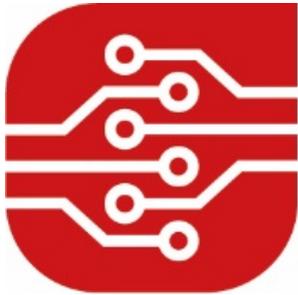


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ansprechpartner / Contact:

Anne Blum
+49 (0) 681 85787 – 556
a.blum@zema.de



Mittelstand-Digital Zentrum Saarbrücken

Mittelstand-Digital Zentrum Saarbrücken

Das Mittelstand-Digital Zentrum Saarbrücken hat zum 01. September 2022 seine Türen geöffnet. Das Zentrum unterstützt kleine und mittlere Unternehmen (KMU) bei der digitalen Transformation. Durch den Einsatz innovativer digitaler Anwendungen und neuer Technologien sollen die Unternehmen gezielt gefördert werden. Die Angebote richten sich an produzierende Unternehmen (inkl. produktionsnahe Dienstleister und Handwerk), Informations- und Kommunikationstechnik und den Dienstleistungssektor.

Angebote und Themen

Das kostenfreie und praxisorientierte Angebot des Zentrums umfasst Informations-, Qualifikations-, Demonstrations- und Vernetzungsformate sowie die Unterstützung bei der Umsetzung von Praxisprojekten.

Das Leistungsportfolio ist nachhaltig aufgebaut. Beginnend mit einer Sprechstunde, über verschiedene Informationsveranstaltungen bis hin zu Qualifizierungsmaßnahmen und der konkreten

Umsetzungsunterstützung betreut das Zentrum die KMU Schritt für Schritt auf seinem persönlichen Weg.

Die Themenbereiche sind:

- **Bürodigitalisierung:** Wie kann Büroarbeit effizienter gestalten?
- **Wandlungsfähige Produktionssysteme:** Wie kann ich meine Produktion schnell und flexibel anpassen?
- **Smarte Sensorik und Prozessvirtualisierung:** Wie kann die Arbeitswelt intelligenter sowie effektiver und effizienter gestaltet werden?
- **Energie- & Ressourceneffizienz:** Wie kann ich meine Prozesse grüner gestalten?
- **Künstliche Intelligenz:** Wie kann KI eingesetzt werden, um Büro- und Produktionsprozesse zu verbessern?

- **Digitale Unternehmenskultur:** Wie gelingt die digitale Transformation im gesamten Unternehmen?

Aktuelle Informationen, Termine und Veranstaltungen sind unter www.digitalzentrum-saarbruecken.de abrufbar.

Das Konsortium

Das Kernkonsortium des Mittelstand-Digital Zentrums Saarbrücken setzt sich aus drei Projektpartnern zusammen. Die Projektpartner bringen einerseits große wissenschaftliche Expertise aus ihren jeweiligen Disziplinen ein und haben andererseits gezeigt, dass sie bei Praxisprojekten in der Lage sind, innovative Vorhaben im betrieblichen Alltag umzusetzen, Ergebnisse in den Bereichen Industrie 4.0 und Digitalisierung für Unternehmen und deren Mitarbeitenden praxisgerecht aufzubereiten und in die Industrie zu transferieren.

Das ZeMA ist der Konsortialführer und stellt die leitende Geschäftsstelle des Mittelstand-Digital Zentrums dar. Das

AWSi ist primär verantwortlich für die digitalen Angebote des Zentrums. Saaris ist zuständig für alle Aufgaben im Bereich Marketing und Öffentlichkeitsarbeit.

Was ist Mittelstand-Digital?

Mittelstand-Digital informiert kleine und mittlere Unternehmen über die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung. Die geförderten Zentren helfen mit Expertenwissen, Demonstrationszentren, Best-Practice-Beispielen sowie Netzwerken, die dem Erfahrungsaustausch dienen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz ermöglicht die kostenfreie Nutzung aller Angebote von Mittelstand-Digital.

Weitere Informationen finden Sie unter www.mittelstand-digital.de

Laufzeit

01.09.2022 – 31.08.2025



Mittelstand-Digital

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ansprechpartner / Contact:

Anne Blum
+49 (0) 681 85787 – 556
a.blum@zema.de

www.digitalzentrum-saarbruecken.de



Power4Production – Zentrum für innovative Produktionstechnologien

Im Zuge des industriepolitischen Leitprozesses „Saarland Industrieland“ unter dem Leitthema „Wie wir mit Industrie Zukunft gewinnen“ des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr sowie der Landesregierung wurden verschiedene Maßnahmenfelder beschlossen. Dazu gehören u.a. die Digitalisierung der Produktion, Energie, Fachkräftesicherung, Industrie und Förderung sowie Infrastruktur und Ansiedlungspolitik. Ein Beitrag zu dieser Strategie und zur Standortsicherung der Produktion im Saarland stellt das saarländische Kompetenzzentrum für innovative Produktionstechnologien im Rahmen von Industrie 4.0 „Power4Production“ dar. Das Zentrum „Power4Production“ (P4P) steht für die intelligente Vernetzung von Produkten und Produktionsumgebungen der industriellen Wertschöpfung. Im Mittelpunkt stehen Industrie 4.0, Digitalisierung, Anwendung von Künstlicher Intelligenz und Robotik im industriellen Umfeld, insbesondere in der Produktion. Einzel-

themen sind bspw. die direkte Kommunikation zwischen Werkstück und Maschine und die Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) in Verbindung mit sogenannten Cyber-Physischen-Produktionssystemen. Dazu kommen Fragestellungen rund um Themen wie robuste Netze, Cloud-Computing und Energieeffizienz und 5G in der Produktion. Das entstandene Zentrum ist eine Kooperation des Zentrums für Mechatronik und Automatisierungstechnik (ZeMA) und dem Deutschen Forschungszentrum für künstliche Intelligenz (DFKI) jeweils am Standort in Saarbrücken. Power4Production verbindet Forschungsexpertise in Informations- und Kommunikationstechnologien und Produktionstechnologien. Der Branchenschwerpunkt des Zentrums liegt dabei u.a. auf der Automobilindustrie und deren Zuliefererfirmen, Maschinenbau und Produktion von Konsumgütern. Mit dem Aufbau des Zentrums seit 2015 wurden Forschungsinfrastruktur und ein Netzwerk mit

Transferprojekte am ZeMA

Akteuren aus Industrie und Wissenschaft aufgebaut. Am Standort findet sich Forschungsinfrastruktur mit vielen Demonstratoren rund um Industrie 4.0, Digitalisierung und Mensch-Roboter-Kooperation, insb. einem MRK-Labor mit vielen verschiedenen Robotersystemen und Anwendungsfeldern. Darüber hinaus beschäftigt sich das Zentrum aktuell auch mit der Anwendung von 5G im Produktionsumfeld und ist in der Planung zur Installation eines 5G Campusnetzes am Standort. Im Zentrum werden heute bereits verschiedene Forschungsprojekte und deren Ergebnisse betreut, von denen durch gemeinsame Aktionen, Forschung und Ergeb-

nistransfer regionale Unternehmen profitieren. Das Zentrum strebt in seinem Netzwerk neben Workshops und Technologieführungen insbesondere die Unterstützung von Unternehmen durch gemeinsame Forschungsk Kooperation bspw. in öffentlich geförderten Projekten an. Neben den regionalen Aktivitäten wird langfristig auch eine Vernetzung von „Power4Production“ überregional und insb. auf europäischer Ebene mit Forschungspartnern und Industriepartnern angestrebt. Der überregionale und europäische Austausch soll die regionale Industrie durch Vernetzung und Kollaborationen auf europäischer Ebene sowie in EU-geförderten Projekten stärken.

Laufzeit

01.07.2019 – 31.12.2022

 <p>Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie SAARLAND</p>	<p>Ansprechpartner/Contact:</p> <p>Christoph Speicher +49 (0) 681 85787 – 535 christoph.speicher@zema.de www.power4production.de</p>
--	---



RICAIP – Research and Innovation Centre on Advanced Industrial Production

Industrie 4.0, der Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Produktion und Digitalisierung im Allgemeinen sind noch nicht flächendeckend in den Industriesektoren angekommen. Es bestehen nicht nur Unterschiede zwischen kleineren, mittleren und großen Unternehmen sondern auch von Region zu Region. Um Industrieunternehmen auf europäischer Ebene zu stärken, bedarf es Forschungs Kooperationen, die zugleich einen Fokus auf den industrienahen Ergebnistransfer und Innovationen mit der Industrie legen. Das RICAIP-Projekt, welches im EU Teaming Programm gefördert wird, stärkt die wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen Deutschland und der Tschechischen Republik. Kernpartner sind dabei CIIRC CTU (Czech Institute of Informatics, Robotics and Cybernetics at Czech Technical University), CEITEC BUT (Central European Institute of Technology at Brno University of Technology), DFKI (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz) und das ZeMA. Langfristig soll aus der

zwei-Länder Kooperation ein europäischer Forschungsstützpunkt hervorgehen, der über verschiedene Standorte verteilt ist. Dazu zählen heute Prag, Brno und Saarbrücken. Durch gemeinsame Forschung in den Bereichen Industrie 4.0, Künstliche Intelligenz, Roboter-technologien und Digitalisierung sollen neue Technologien und Innovationen gemeinsam mit der Industrie geschaffen werden.

Neben gemeinsamer Forschung steht auch die Unterstützung von kleineren und mittleren Unternehmen durch Veranstaltungen, Workshops und wissenschaftlicher Beratung im Vordergrund von RICAIP. Darüber hinaus stehen Lehre und Innovationsmanagement auf der Agenda in RICAIP. Durch Forschung, Innovation, Lehre und Transfer sollen insbesondere produzierende Unternehmen in den Branchen Automotive, Flugzeugproduktion und Maschinenbau zielgerichtet unterstützt werden. Abseits von der Industrie

Transferprojekte am ZeMA

vernetzt sich RICAIP auf europäischer Ebene mit anderen Forschungspartnern, europäischen Aktivitäten und bestehenden Netzwerken, um möglichst viele Synergien zu bündeln und einen anerkannten europäischen Forschungszentrum zu schaffen. Dieser soll wesentlich zur europäischen Forschungslandschaft beitragen und durch verteilte Standorte eine transnationale Infrastruktur für Forschung und Entwicklung schaffen.

RICAIP befindet sich in der ersten Projektphase, die sich schwerpunktmäßig auf den Aufbau des Zentrums und den Aufbau und Ausweitung eines Netzwerks im wissenschaftlichen und

industriellen Umfeld konzentriert. Im Mittelpunkt stehen aktuell der Ausbau vorhandener Forschungsstrukturen und Demonstratoren sowie die Vernetzung der Forschungszentren in Prag, BRNO und Saarbrücken zur Abbildung verschiedener Forschungsszenarien rund um die genannten Schwerpunkte. Veranstaltungen und Industrieevents sind fest etabliert, um die vorhandenen Ergebnisse in die Industrie zu transferieren und das Industrienetzwerk zu stärken. Zudem laufen erste Forschungsprojekte mit verschiedenen Forschungs- und Industriepartnern.

Laufzeit

01.09.2019 – 28.02.2026



Ansprechpartner/Contact:

Khansa Rekik
+49 (0) 681 85787 – 520
r.rekik@zema.de

www.ricaip.eu



RZzKI – Regionales Zukunftszentrum für KI und digitale Transformation Saarland und Rheinland-Pfalz

Was ist das RZzKI?

Das Ziel des RZzKI ist die Entwicklung und Anwendung eines ganzheitlichen Ansatzes zur digitalen Transformation, wobei ein wesentlicher Schwerpunkt auf der Gestaltung und Handhabung menschenzentrierter KI-Systeme liegt. Kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) sowie Beschäftigte im Saarland und in Rheinland-Pfalz werden mittels Beratungs- und Qualifizierungsangeboten bei der partizipativen Erprobung und Einführung von neuen Technologien, insbesondere im Kontext von Künstlicher Intelligenz (KI), unterstützt. Basis hierfür ist ein ganzheitliches Befähigungsmodell zur digitalen Transformation. Als niedrigschwelliger Einstiegspunkt für KMU dient die Lotsenberatung des RZzKI. Ergänzend sowie darauf aufbauend werden einerseits neu entwickelte, innovative Lehr-/Lernmodule zu vielfältigen Aspekten der Digitalisierung für unterschiedliche Zielgruppen (Management, Fachkräfte, Arbeitnehmervertretung) angeboten.

Andererseits stehen weiterführende und vertiefende Beratungsmöglichkeiten zur Verfügung, beispielsweise hinsichtlich der Einführung und Anwendung von KI im KMU-Umfeld, die bis hin zur Unterstützung bei der konkreten Erprobung reichen. Auf diese Weise werden die Selbstlern- und Gestaltungskompetenz der Unternehmen und ihrer Mitarbeitenden bezüglich des Einsatzes digitaler Technologien, nicht zuletzt von KI, nachhaltig durch das RZzKI entwickelt und gestärkt.

Wer ist im Konsortium des RZzKI

Die Umsetzung dieses Konzepts erfolgt durch ein regionales Konsortium bestehend aus der Beratungsstelle für sozialverträgliche Technologiegestaltung der Arbeitskammer des Saarlandes (AK/BEST), dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), dem Festo Lernzentrum Saar (FLZ), dem Institut für Technologie und Arbeit (ITA), der

TBS Rheinland-Pfalz (TBS), der Technologie-Initiative SmartFactory KL (SF) und dem Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik (ZeMA). Hierdurch ist im RZzKI umfangreiche Expertise hinsichtlich der Aus- und Weiterbildung, der sozialverträglichen Technologiegestaltung, der Arbeitnehmervertretung, der Arbeitsforschung, der Industrieanforderungen (insbesondere KMU) sowie der Forschung für innovative Technologie im Allgemeinen und für Künstliche Intelligenz im Speziellen vertreten.

Aktivitäten

Nachdem die organisatorischen und technischen Grundlagen zur Durchführung des Projektes in 2021 geschaffen wurden, konnte das Regionale Zukunftszentrum 2022 mit einer hybriden Großveranstaltung am ZeMA erfolgreich eröffnet werden. Verschiedene Beratungen, Workshops- und Informationsveranstaltungen ermöglichte die

vertiefende Unterstützung unterschiedlicher KMU aus diversen Branchen. Durch das interdisziplinäre Konsortium konnte dabei insbesondere eine ganzheitliche Unterstützung der KMU erfolgen. Eine Weiterführung des RZzKI und der Angebote über 2022 hinaus wird angestrebt. Das kostenfreie und aktuelle Angebot finden Sie unter www.rzzki.de

Das Projekt **Regionales Zukunftszentrum für KI und Digitale Transformation** in Saarland und Rheinland-Pfalz wird im Rahmen des Programms „**Zukunftszentren (KI)**“ durch das **Bundesministerium für Arbeit und Soziales** sowie durch das **Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie Saarland** und das **Ministerium für Soziales, Arbeit, Transformation und Digitalisierung Rheinland-Pfalz** gefördert.

Laufzeit

15.03.2021 – 31.12.2022



Ansprechpartner/Contact:

Martin Karkowski
+49 (0) 681 85787 – 529
m.karkowski@zema.de

www.rzzki.de

Smarte Materialsysteme

Smarte Materialsysteme



Formgedächtnislegierungen

Im Bereich der Formgedächtnislegierungen (engl. Shape memory alloy, SMA) spezialisiert sich die Arbeitsgruppe auf Forschungsaktivitäten, ausgehend von Grundlagenuntersuchungen zur Materialcharakterisierung von Formgedächtnislegierungen (FGL) bis hin zur Entwicklung von innovativen Aktor-Sensor-Systemen.

Speziell das Feld der Elastokalorik birgt das Potenzial eines Paradigmenwechsels in der Klimatechnik.



Elektroaktive Polymere

Die Arbeitsgruppe „Elektroaktive Polymere“ (EAP) beschäftigt sich mit der Entwicklung von Aktor- und Sensorsystemen auf Basis elektroaktiver Polymere in den Bereichen Grundlagenforschung sowie anwendungsnaher Forschung und Entwicklung industrieller Systeme.

Die Forschungsthemen beinhalten die Herstellung sowie Charakterisierung elektroaktiver Polymere, die Entwicklung von Systemlösungen sowie deren Integration in verschiedenste Anwendungsfelder.



Hybride Systeme

Durch die spezielle Kombination mehrerer smarter Materialien können besonders effiziente Systeme entwickelt werden.

Die Verwendung von Formgedächtnislegierungen oder unterschiedlichster elektroaktiver Polymere (z. B. dielektrische Elastomere, elektroaktive Fluide, ionische Polymere) ermöglicht das Ausnutzen der jeweiligen Materialvorteile und somit das Umsetzen integrierbarer und energieeffizienter Lösungen.



Elektronik- und Softwareentwicklung

Ziel dieser Arbeitsgruppe ist die integrierte Ansteuerung von Systemen auf Basis smarter Materialien. Die Schaltungsentwicklung spielt besonders bei dem zur Verfügung stellen der für die Materialien benötigten Spannungen und Ströme eine große Rolle.

Zusätzlich sind spezielle Elektroniklösungen zur Erfassung von sensorischen Größen erforderlich. Die entwickelten Lösungen werden kompakt in die Gesamtsysteme integriert, sowohl in Anwendungen mit begrenztem Bauraum als auch in flexiblen Systemen.

Ebenso ist die Microcontroller-Programmierung ein wichtiger Bestandteil der Forschungsarbeiten, um die gesamte Ansteuerung und Auswertung abdecken zu können.

Smarte Materialsysteme



Modellierung und Regelung

Die Arbeitsgruppe konzentriert sich auf die Entwicklung von Materialmodellen und intelligenten Regelungsalgorithmen für innovative Aktor-Sensor-Systeme.

Die entwickelten Modelle und Algorithmen werden in enger Zusammenarbeit mit den anwendungsbezogenen Gruppen validiert. Die dadurch ermöglichte Integration einer angepassten Auslegung, Steuerung und Regelung führt zu intelligenten Gesamtsystemen.



Angewandte Simulation

Die Arbeitsgruppe konzentriert sich auf die Entwicklung von Simulationswerkzeugen für innovative mechatronische Aktoren und Sensoren. In Zusammenarbeit mit den Gruppen der unterschiedlichen Themenfelder werden die entwickelten Modelle und Werkzeuge validiert.

Diese werden zur Auslegung und Anpassung anwendungsorientierten Systemlösungen genutzt. Ziel ist die Optimierung der entwickelten Systeme für verschiedenste Anwendungsgebiete.

Intelligente Aktor-Sensor-Systeme auf Basis elektroaktiver Polymere

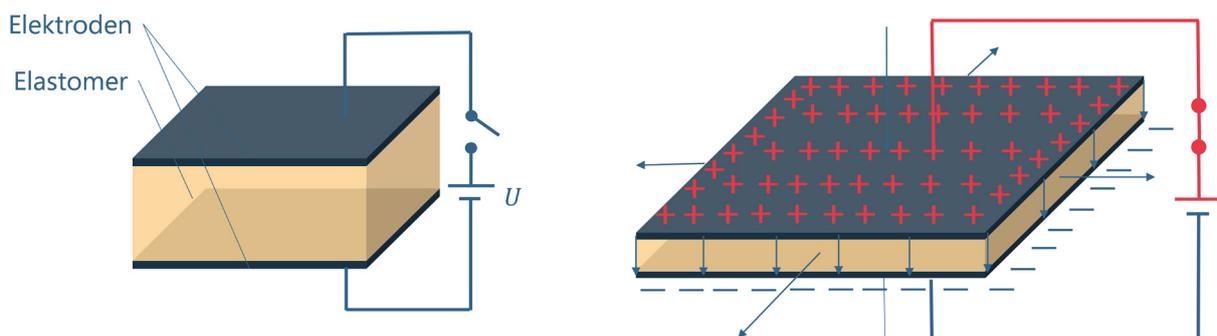


Der Bereich Smarte Materialsysteme am ZeMA bearbeitet vorrangig industrie- und anwendungsrelevante Forschungsthemen, bei denen die Entwicklung mechatronischer Aktor-Sensor-Systeme im Vordergrund steht. Eine Materialkategorie zur Umsetzung dieser Forschungsthemen sind elektroaktive Polymere (EAP). Diese schließen beispielsweise dielektrische Elastomere (DE), ionische Polymere und dielektrische Fluide mit ein. Diese Werkstoffe besitzen neben aktorischen auch gleichzeitig sensorische Eigenschaften und ermöglichen den Aufbau kompakter, leichter und energieeffizienter Lösungen für Antriebssysteme, die konventionell oft auf pneumatischen, hydraulischen oder elektromagnetischen Elementen beruhen.

Die Forschungsaktivitäten der Arbeitsgruppe und des Lehrstuhls haben dabei sowohl grundlagen- als auch anwendungsorientierten Charakter, dokumentiert durch Projekte in DFG-Schwerpunkten ebenso wie durch zahlreiche Industriekooperationen.

Generell gliedern sie sich in die folgenden Teilbereiche auf:

- Experimentelle Charakterisierung des elektromechanischen Materialverhaltens
- Entwicklung von Technologie-demonstratoren, u. a. mit der Integration des Self-Sensing Effektes zum Aufbau kompakter, sensorloser EAP Aktorsysteme
- Miniaturisier- und integrierbare Hochspannungselektronikkonzepte



Funktionsprinzip dielektrischer Elastomere: Formänderung durch elektrostatische Anziehung der Elektroden

Themenschwerpunkte

Forschungsschwerpunkte

- Herstellung von dielektrischen Elastomeren mit industrietauglichen, skalierbaren Prozessen
- Entwicklung industrieller Aktoren, Soft-Robots, Wearables und kooperativen Mikroaktoren
- Positionsbestimmung von EAP-Aktoren durch „Self-Sensing“ zum Aufbau kompakter, sensorloser Aktorsysteme

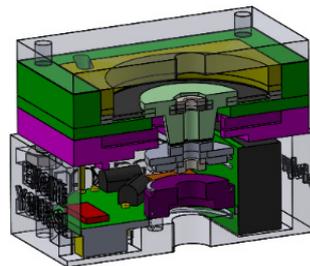
Eine dünne Elastomerfolie ($< 100 \mu\text{m}$) wird mit elektrisch leitfähigem Material bedruckt. Bei Anlegen einer elektrischen Spannung wirkt die elektrostatische Anziehung der Ladungen auf die Elektroden, wodurch das weiche Polymer komprimiert wird. Das Material weicht

zur Seite aus und vergrößert damit die Membran in Querrichtung.

Vorteile:

- Geringes Gewicht
- Gute Integrierbarkeit
- Hohe Energieeffizienz
- Sensorlose Überwachung durch Self-Sensing
- Geringe Materialkosten

Die DE-Technologie ist als Dehnungssensor bereits in einem Serienprodukt umgesetzt, weitere potenzielle Anwendungsfelder sind die Ventiltechnik, Pumpen, Aktoren für haptisches Vibrationsfeedback (in Touchscreens) und Lautsprecher.



DE-Dehnungssensor (links, Quelle: www.parker.com/eap) und DE-Linearaktormodul mit integrierter Elektronik (rechts)



Ansprechpartner/Contact:

Daniel Bruch
Gruppenleiter Elektroaktive Polymere
+49 (0) 681 85787 – 910
d.bruch@zema.de

Intelligente Aktor-Sensor-Systeme auf Basis von Formgedächtnislegierungen



Der Bereich Smarte Materialsysteme am ZeMA beschäftigt sich vorrangig mit industrie- und anwendungsrelevanten Forschungsthemen, bei denen die Entwicklung mechatronischer Aktor-Sensor-Systeme mit sogenannten intelligenten Materialien (engl. „smart materials“) im Vordergrund steht. Ein Materialkategorie zur Umsetzung dieser Forschungsthemen sind Formgedächtnislegierungen (FGL), von denen hauptsächlich thermische Formgedächtnislegierungen im Fokus der Forschung stehen.

Diese Werkstoffe besitzen neben aktorischen auch gleichzeitig sensorische Eigenschaften und ermöglichen den Aufbau kompakter, leichter und energieeffizienter Lösungen für Antriebssysteme, die konventionell oft auf pneumatischen, hydraulischen oder elektromagnetischen Elementen beruhen.

Die Forschungsaktivitäten der Arbeitsgruppe und des Lehrstuhls haben dabei

sowohl grundlagen- als auch anwendungsorientierten Charakter, dokumentiert durch Projekte in DFG-Schwerpunkten ebenso wie durch zahlreiche Industriekooperationen.

Generell gliedern sie sich in die folgenden Teilbereiche auf:

- Experimentelle Charakterisierung des thermo-elektro-mechanischen Materialverhaltens
- Entwicklung von Technologiedemonstratoren und funktionalen Prototypen sowie Optimierung von FGL-Aktorsystemen
- Entwicklung fortgeschrittener Ansteuerkonzepte für FGL-Aktoren

Forschungsschwerpunkte:

- Entwicklung neuartiger Aktorikkonzepte für Endoskope zum Einsatz in Industrie und Medizintechnik, Kontinuumsroboter sowie schnelle und energieeffiziente Greiftechnologien
- Entwicklung neuartiger elastokalorischer Kühlaggregate, Wärmepumpen und Wärmekraftmaschinen

Themenschwerpunkte

Funktionsprinzip Formgedächtniseffekt in der Aktorik: Formänderung durch Phasentransformation

Mechanische Spannung ruft in der Legierung (typischerweise NiTi) eine Phasentransformation und eine Deformation hervor, die selbst bei Entlasten bleibt. Durch Aufheizen kann diese Deformation rückgängig gemacht werden.

Populäre Anwendungsfelder für FGL-Aktoren sind unter anderem die Ventiltechnik und Mikro-Kamerasysteme. Beispielsweise basieren Lordosstützen und Massagefunktion in Autositzen von neuen PKWs auf von FGL-Ventilen geregelten Systemen. Miniaturkameras für Smartphones sollen in Zukunft auch mit FGL-Autofokus-Modulen ausgestattet werden.



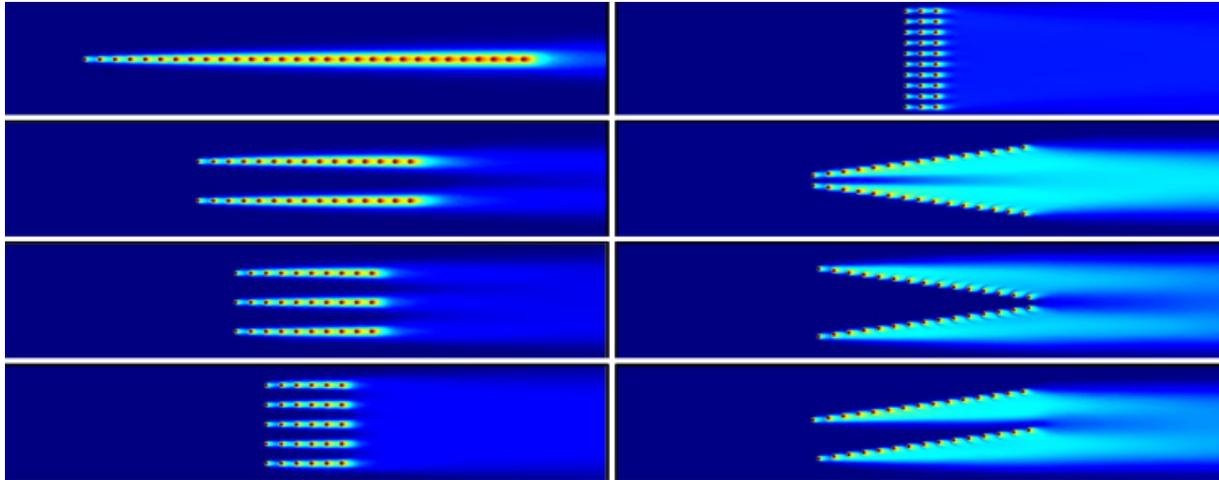
FGL-Ventilblock für PKW-Sitzkomfort (links) und FGL-Autofokus-Aktor für Mini-Kameras (rechts), Quelle: <https://www.actuator-solutions.de/english/products/>



Ansprechpartner/Contact:

Sophie Nalbach
Bereichsleitung Smarte Materialsysteme
+49 (0) 681 85787 – 910
s.nalbach@zema.de

Modellierung und Regelung von smarten Materialsystemen



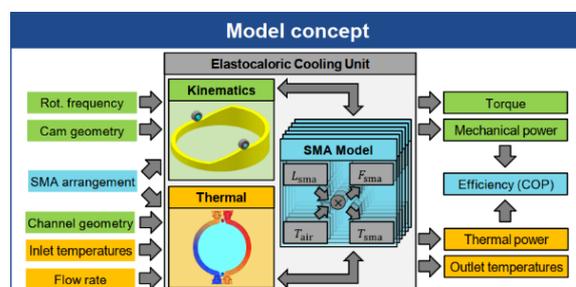
Intelligente Materialien wie beispielsweise Formgedächtnislegierungen oder Dielektrische Elastomere weisen typischerweise ein stark nicht-lineares Materialverhalten auf, oftmals mit großer Hysterese verbunden.

Das Verständnis dieses Materialverhaltens und seine mathematische und physikalische Beschreibung bildet die Grundlage für effizientes Aktor- und Sensordesign. Der Forschungsbereich entwickelt analytische und FE-basierte Modelle, welche bei der Auslegung von Prototypen unterstützen.

Aufgrund der Nichtlinearität stellt auch die Ansteuerung und eventuelle Regelung der Materialien eine weitere Herausforderung dar. Neue Regelstrategien und -konzepte erlauben den optimierten Betrieb der intelligenten Aktoren in der Anwendung.

Forschungsschwerpunkte

- Konzentrierte- und Finite-Elemente-Modellierung, multiphysikalisch gekoppelte Simulationen sowie experimentelle Charakterisierung
- Entwicklung von KI-Methoden zur Optimierung des Systementwurfs und GUI-Design-Schnittstellen auf Anwenderebene
- Entwicklung von Algorithmen zur Bewegungs-/Kraftregelung und Hysterese-Kompensationsmethoden
- Entwicklung von Regelstrategien für smarte Aktoren in Anwendungen auch mit mehreren Freiheitsgraden und sensorloser Echtzeitregelung





Ansprechpartner/Contact:

Sophie Nalbach
Bereichsleitung Smarte Materialsysteme
+49 (0) 681 85787 – 910
s.nalbach@zema.de

Smarte Industrieautomatisierung



In vielen Bereichen unserer Arbeitswelt und unseres täglichen Lebens werden Smarte Materialsysteme als energieeffiziente und hochkompakte Alternativen komplizierte Motoren, Pneumatik oder Hydraulik ersetzen. Beispiele hierfür sind druckluftfreie Industrie-4.0-Montagesysteme oder innovative Robotiklösungen, die mit smarten und soften Polymersystemen eine ungefährliche Mensch-Roboter-Kooperation ermöglichen.

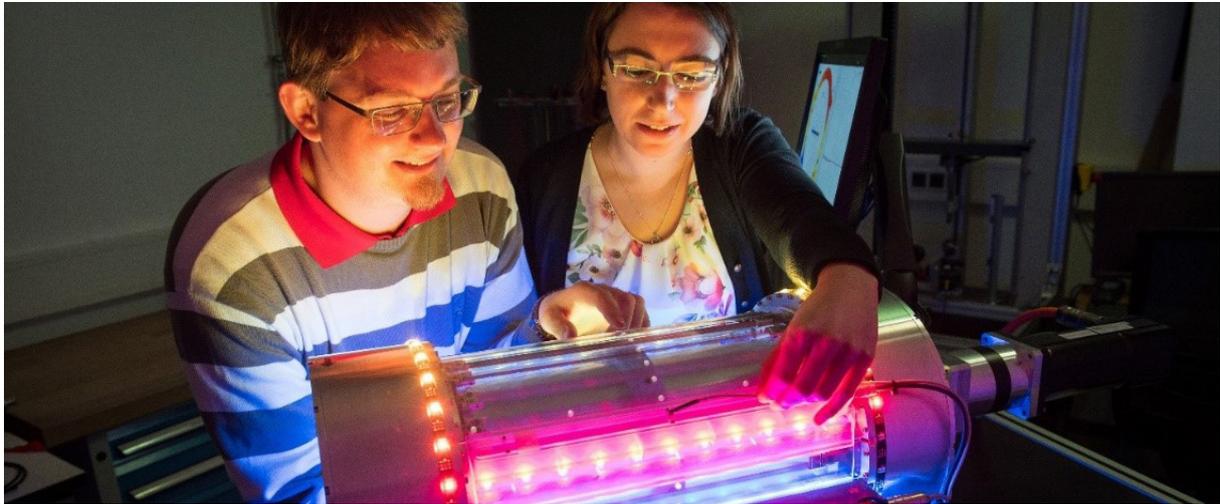
Innovative smarte Handschuhkonzepte mit integrierter Sensorik, haptischem und akustischen Feedback binden Werker in moderne Industrie-4.0-Umgebungen ein, und Greifsysteme mit weichen, bioinspirierten Funktionsoberflächen werden zukünftig energieeffiziente neue Handling-Konzepte verwirklichen.



Ansprechpartner/Contact:

Sophie Nalbach
Bereichsleitung Smarte Materialsysteme
+49 (0) 681 85787 – 910
s.nalbach@zema.de

Elastokalorik



Elastokalorisches Kühlen und Heizen ist eine disruptive neue Technologie, die auf dem mechanischen Be- und Entlasten von superelastischen Nickel-Titan-Legierungen (NiTi) beruht, welche dabei extrem große Wärmemengen freisetzen und absorbieren können.

Dieses tun sie um ein Vielfaches effizienter als gegenwärtig übliche Kältekompressionsverfahren und darüber hinaus

wird durch die Verwendung von Metallen die Freisetzung schädlicher Klimagase in die Atmosphäre vollständig vermieden.

Zu dieser Technologie wurden von der Arbeitsgruppe im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms SPP1599 "Ferroic Cooling" entscheidende Beiträge, u.a. in Form eines weltweit ersten Luft-/Luft-Maschinendemonstrators, geliefert.



Ansprechpartner/Contact:

Franziska Louia
+49 (0) 681 302 – 71364
franziska.louia@imsl.uni-saarland.de



BEAT – Basslautsprecher mit dielektrischem ElastomerAntrieb

Problemstellung:

Basslautsprechersysteme, speziell für den Eventbeschallungsbereich, sind gegenwärtig durch hohes Gewicht und, für den Betrieb erforderliche, hohe elektrische Ströme gekennzeichnet.

Im Rahmen des hier beantragten Forschungsprojekt zwischen der Stamer Musikanlagen GmbH, St. Wendel, und dem Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik gGmbH, Saarbrücken, soll eine revolutionäre, neue Antriebstechnologie für Basslautsprechersysteme entwickelt werden, die beide Nachteile behebt und einen attraktiven neuen Absatzmarkt für Audiosysteme aus dem Saarland schafft. Speziell beschäftigt sich der Antrag mit der Entwicklung eines neuartigen Membranantriebs auf Basis dielektrischer Elastomeraktoren (DEAs).

Zielsetzung:

- Deutliche Gewichtsreduktion (ca. 10 kg / 25 %) durch Wegfall schwerer Magnetantriebe und daraus zusätzlich resultierender Kostenvorteil (geringere mecha-

nische Anforderungen)

- Verzicht auf immer knapper werdende, hauptsächlich in Fernost abgebaute Seltene-Erden-Ressourcen in der Lautsprecherherstellung
- Ausnutzung möglicher Kostenvorteile am Antrieb (günstige polymerbasierte Rohstoffe)
- Steigerung der Energieeffizienz (ca. 50 – 70 %) und damit einhergehende Zulassungs-Erleichterungen

Als Projektziel soll ein erster Prototyp hergestellt werden. Dieser wird aus einem vollfunktionsfähigen, leichteren Basslautsprecher bestehen, der im Vergleich mit herkömmlichen Basslautsprechern (z. B. L SUB 1800 A von HK Audio) messtechnisch validiert und zur Bewertung des Technologiepotenzials herangezogen werden soll.

Vorgehen:

Im Wesentlichen müssen in diesem Projekt drei Bestandteile aktiver Lautsprecher genau untersucht und weiterentwickelt werden: die schallerzeugende Membran, ihr Antrieb und die Verstärkerelektronik.

Die schallerzeugende Membran muss bezüglich ihrer mechanischen Eigenschaften an die Bedürfnisse von DEAs, unter Berücksichtigung ihrer akustischen Eigenschaften, angepasst werden.

Die DEAs selbst müssen bezüglich ihres dynamischen Verhaltens für den angestrebten Frequenzbereich optimiert und ihr nichtlineares Verhalten genauestens charakterisiert werden. Diese Informationen fließen anschließend auch in die Entwicklung der Verstärker ein. Zusätzlich müssen die Verstärker, anstelle der üblicherweise hohen Ströme, hohe Spannungen erzeugen. Dies macht die Entwicklung einer neuartigen Verstärkertechnologie von Nöten. Daher ist während des gesamten Projekts eine enge Kooperation zwischen beiden Forschungsstellen mit ihrem jeweiligen Know-how (ZeMA: DEA Entwicklung, Integration und Hochspannungserzeugung; Stamer: Akustik von Membranen und Verstärkerelektronik) nötig.

Verwertungskonzept:

Der Einsatz signifikant leichterer Woofer mit einem deutlich höheren Systemwir-

kungsgrad wird der Stamer Musikanlagen GmbH eine relevant höhere Marktstellung im Bereich der aktiven Basslautsprecherboxen ermöglichen. Da davon auszugehen ist, dass viele Kunden auch die entsprechenden Mittel-Hochton-Einheiten vom selben Hersteller kaufen wollen, wird sich auch ein spürbarer Effekt auf andere Produktgruppen einstellen.

Zudem ist auch eine Vermarktung der Woofer an andere Hersteller denkbar, was ein neues Geschäftsfeld mit enormem Marktpotential darstellt, welches vom Volumen her im Nachfolgenden kurz dargestellt wird.

Von Seiten des ZeMAs werden die Forschungsergebnisse genutzt, um weiterführende Forschungsprojekte zu beantragen und durchzuführen. Darüber hinaus werden die entstehenden Erkenntnisse und Laboraufbauten für die Lehre (inkl. Abschlussarbeiten) verwendet.

Laufzeit:

01.03.2019 – 28.02.2021 (kostenneutral verlängert bis 30.09.2022)



Ansprechpartner/Contact:

Daniel Bruch
Gruppenleitung Elektroaktive Polymere
+49 (0) 681 85787 – 910
d.bruch@zema.de



Smart Implants 2.0 – Entwicklung einer neuartigen Sensor-Aktor Frakturversorgungsplatte

Problemstellung:

Auch heute kommt es, individuell unterschiedlich, zu teilweise erheblichen Störungen der Knochen- und Weichteilheilung. Diese Heilungsstörungen haben schwerwiegende Folgen für den individuellen Patienten (Schmerzen, Revisionsoperationen, deutlich verlängerte Behandlungszeiten) und stellen eine erhebliche gesundheitsökonomische Belastung dar (Behandlungs- und ggf. Rentenkosten, Ressourcenverbrauch, Arbeitsunfähigkeiten etc.). Individuelle Faktoren spielen dabei eine wichtige Rolle, sind aber in der Routinebehandlung bisher weder ausreichend definier- noch beeinflussbar. Das mit 8 Millionen Euro geförderte Projekt überschreitet bewusst derzeitige Forschungsanstrengungen zu neuen Materialien (smart materials) und intelligenten Implantaten (smart implants), um durch die Kombination aus Materialtechnik, Künstlicher Intelligenz und medizinischem Wissen erstmalig eine autark agierende Frakturversorgungsplatte zu entwickeln, die patientenspezifisch optimale Heilungsbedingungen in der Frakturzone erzeugen kann.

Zielsetzung:

Belastungsmuster nach Frakturen als wesentlicher Einflussfaktor auf die Heilung sind bekannt, aber bisher weder individuell erfass- noch beeinflussbar. Durch die erstmalige Übertragung von smart materials basierter Sensor-/ Aktortechnologie auf den Medizinbereich werden diese direkt steuerbar. Die zu Grunde liegende Technologie ist prinzipiell verfügbar. Diese innovativen Techniken machen die Frakturbehandlung intern, auch postoperativ, beeinflussbar, individueller, sicherer und kostengünstiger.

Vorgehen:

Phase 1 startete fristgerecht im Oktober 2019 und beinhaltete eine detaillierte Patent- und Literaturrecherche, Detailplanung und Interaktionen mit den Projektpartnern. Einzelschritte des Projektes wurden definiert und erste Konzepte für ein „smart implant“ sowie zugehörigem Demonstrator wurden erarbeitet. In Absprache mit den Projektpartnern wurde sich auf ein Konzept zur Weiterentwicklung verständigt. In der im April 2020 gestarteten aktuellen

Phase 2 wird das ausgewählte Konzept weiter ausgearbeitet und ein hochskalierter Demonstrator entwickelt.

Laufzeit:

01.01.2020 – 31.12.2025

WSS
WERNER SIEMENS-STIFTUNG

Ansprechpartner/Contact:

Prof. Dr. Paul Motzki
+49 (0) 681 85787 – 545
p.motzki@zema.de



iSMAT

Problemstellung:

Metalle und Polymere, die ihre Form ändern können und dabei gleichzeitig als ihr eigener Sensor fungieren, sind die modernen Antriebssysteme von morgen. Aufgrund ihrer multifunktionalen Eigenschaften werden sie auch als smarte oder intelligente Materialien bezeichnet. Die Forschung und Entwicklung in diesem Fachgebiet konzentrieren sich seit einigen Jahren darauf, Antriebssysteme wie Motoren, Pneumatik oder Hydraulik in vielen Bereichen unserer Arbeitswelt und unseres täglichen Lebens durch hochkompakte und energieeffizientere Systeme zu ersetzen. Beispielanwendungen hierfür umfassen druckluftfreie Industrie-4.0-Montagesysteme oder innovative Robotik Lösungen, die mit intelligenten und soften Polymersystemen eine ungefährliche Mensch-Roboter-Kooperation ermöglichen. Innovative Greifsysteme werden neue energieeffiziente Handling-Konzepte verwirklichen und somit vor allem die Effizienz und Nachhaltigkeit im Bereich der Produktion stärken. Nicht zuletzt wird auch der Bereich der Biomedizin durch intelligente und hochin-

tegrierte Kontinuumsrobotik profitieren und mit dieser innovativen Technologie neue Möglichkeiten und Methoden der Patientenbehandlung verwirklichen. Ein weiteres branchenübergreifendes Potenzial liegt im Bereich moderner Klimatisierungstechnik. Auf Basis spezieller Nickel-Titan-Legierungen kann Kälte und Wärme um ein Vielfaches effizienter erzeugt werden, als dies etablierte Verfahren wie die Kälte-Kompression heutzutage tun. Die „Elastokalorik“ zeigt dabei ein bisher nicht dagewesenes Potential zur Bewältigung der globalen Energie- und Klimaprobleme auf, da sie neben deutlich höheren Wirkungsgraden vollständig ohne klimaschädliche Gase auskommt.

So faszinierend die Eigenschaften intelligenter Materialien auch sind, der technologische Erfolg und der Durchbruch zu gesellschaftlich relevanten Anwendungen basiert auf deren wirtschaftlich attraktiver und nachhaltiger Produktion. Dies beginnt mit speziellen Fertigungstechnologien für diese Materialien, gefolgt von effizienten Montage- und Automa-

tisierungsprozessen für Komponenten bis hin zu integrierten Systemlösungen, welche durch intelligente Algorithmen zur Ansteuerung und Selbstüberwachung maximalen Mehrwert gegenüber heutigen Aktor-Sensor-Lösungen darstellen.

Zielsetzung:

Das übergeordnete Forschungsziel in den kommenden Jahren ist die ganzheitliche Steigerung des Technologie-Reifegrades relevanter Produktionstechnologien über den gesamten Produktentstehungsprozess auf dem Weg hin zu zukünftiger Massenproduktion von intelligenten Antriebs- und Klimasystemen basierend auf smarten Materialien. Dabei sollen in drei parallelen Projektvorhaben die Bereiche Fertigungstechnik, Montagetechnik sowie Aktorik und Sensorik gleichermaßen adressiert werden und durch bereichsübergreifende Kommunikation und Zusammenarbeit stets der vollständige Produktentstehungszyklus im Vordergrund stehen.

Jedes einzelne der drei Teilprojekte verfolgt zwei konkrete Forschungsschwerpunkte in seinem Forschungs-

bereich der Produktionstechnologie und wird von Arbeitsgruppen-Kooperationen von Lehrstühlen und Professuren der Hochschule für Technik und Wirtschaft (htw), der Universität des Saarlandes (UdS) am Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik gemeinnützige GmbH (ZeMA) bearbeitet.

Das Gesamtvorhaben wird die international führende Position des Saarlandes im Forschungsbereich intelligenter Materialien („smart materials“) weiter stärken und darüber hinaus eine essenzielle Grundlage für die zukünftige Produktion von Systemen basierend auf diesen Materialien schaffen. Dies geht Hand in Hand mit den ersten Ausgründungsvorhaben aus den Forschungsgruppen der intelligenten Materialsysteme, welche sich zum Ziel gesetzt haben, die Forschungsergebnisse der vergangenen Jahre in kommerzielle Produkte zu überführen und diese auch am Standort Saarland selbst zu produzieren.

Laufzeit:

01.01.2022 – 30.9.2024



Ansprechpartner/Contact:

Sophie Nalbach
Bereichsleitung Smarte Materialsysteme
+49 (0) 681 85787 – 910
s.nalbach@zema.de



DEPART!Saar

Initiale Partner des Transferraums DEPART!Saar sind neben dem ZeMA die Universität des Saarlandes UdS, die Hochschule für Technik und Wirtschaft Saar htw saar und die Montan-Stiftung-Saar.

Der industrielle Kern an produzierenden Unternehmen im Saarland steht aktuell vor immensen Herausforderung im Hinblick auf eine nachhaltig erfolgreiche Bewältigung des Strukturwandels, denn in den beiden größten regionalen Industriezweigen (Automobil- und Stahlindustrie) kommt es zeitgleich zu einschneidenden Veränderungen.

Die hohen und perspektivisch weiter steigenden Kosten für Energie und die heute in der Region noch starke Abhängigkeit von fossilen Primärenergieträgern fordert eine deutliche Senkung von Energieverbräuchen und den schnellen Transfer hin zu regenerativen Energiequellen und nachhaltiger Energienutzung. DEPART!Saar verfolgt das Ziel, den

einzigartigen Entwicklungsvorsprung der im T!Raum vereinten Wissenschaftseinrichtungen im Bereich ressourceneffizienter Energiewandlungssysteme (Elastokalorik) zu nutzen, damit der in der Region vorhandene industrielle Kern an produzierenden Unternehmen, gerade auch zahlreiche KMU, über maßgeschneiderte Transferformate neueste Forschungsergebnisse zu einem deutlich früheren Zeitpunkt als heute aufgreifen, in neu geschaffenen Experimentierfeldern unter Realbedingungen testen, validieren und gemeinsam mit der Wissenschaft weiterentwickeln sowie mit Unterstützung ausgewiesener Experten aus dem T!Raum beschleunigt in ein wirtschaftlich tragfähiges Geschäft überführen kann.

Eine ausführlichere Beschreibung des Projektes, der Anfang 2023 für 3 Jahre (mit Verlängerungsoption bis zu 9 Jahren) starten soll, erhalten Sie in diesem Bericht auf der Seite „Transferprojekte“ des Forschungsbereichs „Fertigungssysteme“

Daten zum Jahr

Zentrum für Digitale Neurotechnologien will Menschen und Maschinen enger miteinander verbinden (20.01.2022)

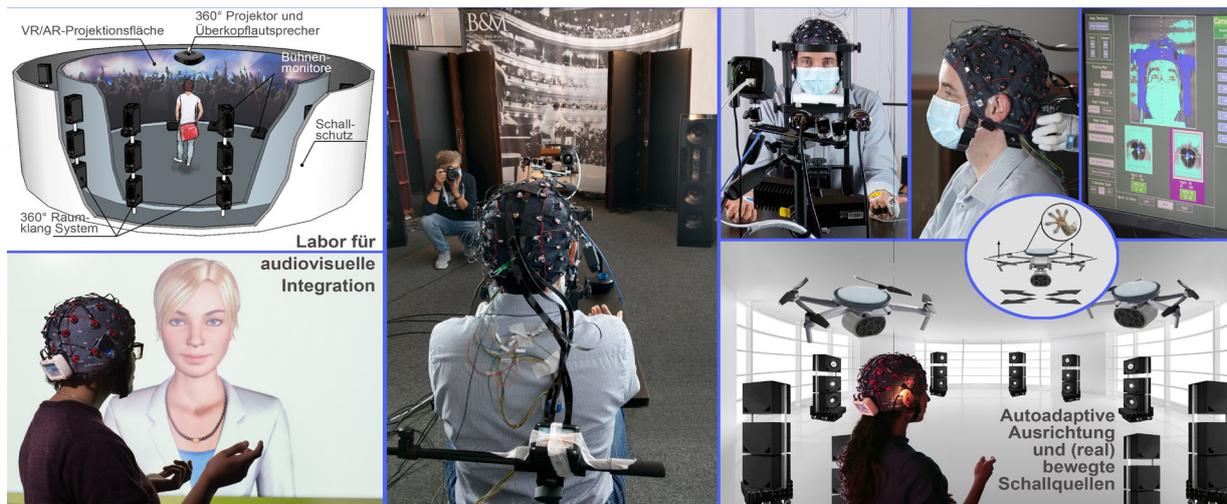
Computeroptimierte Operationsmethoden, die frühzeitige Entdeckung von Krankheiten durch Erhebung von Gesundheitsdaten oder auch verbesserte Behandlungsmethoden in der Geburtsmedizin: Wie die engere Verzahnung von Mensch und Computer insbesondere auf dem Feld der Medizin verbessert werden kann, erforschen Wissenschaftler der Saar-Uni, der htw saar sowie des Zentrums für Mechatronik und Automatisierungstechnik (ZeMA) in Zukunft im „Center for Digital Neurotechnologies Saar (CDNS)“. Das Projekt wird mit 2,7 Millionen Euro aus Mitteln des Saarlandes sowie der EU als Startfinanzierung für die nächsten vier Jahre unterstützt.

Das CDNS hat das Ziel, Systeme zur neuroergonomischen, also „hirngerechten“ Interaktion zwischen Mensch und Maschine bzw. Mensch und empha-

tischem Roboter im Industrie-4.0-Umfeld zu entwickeln. Dabei nimmt die Kopplung zwischen Neuro- und Physio-Ergonomie gerade in der hochdigitalisierten Produktion eine hohe Stellung ein. Die Gewinnung von Daten aus Maschinen und Prozessen zusammen mit den psychophysiologischen Daten des Menschen ermöglicht die Optimierung von Arbeitsplatzkonzepten nicht nur in der Produktion, sondern auch im klinischen Arbeitsumfeld. Mit dem Thema „Gesundheitskonzepte für die Fabrik der Zukunft“, wie beispielsweise neue Konzepte zur Reha-Unterstützung oder in der Arbeitsmedizin, erschließt sich für das ZeMA zusammen mit dem neuen Zentrum ein spannendes und vielversprechendes neues Forschungs- und Anwendungsgebiet.“



Eröffnungsveranstaltung am Campus der Medizinischen Fakultät in Homburg; v.l.n.r: Michael Menger (Dekan der Med. Fakultät) mit Michael Zemlin (Direktor Kinderklinik, online), Manfred Schmitt (Präsident UdS), Daniel Strauß (Direktor Systems Neuroscience & Neurotechnology Unit), Ministerpräsident Tobias Hans, Dieter Leonhard (Präsident htw saar), Martina Lehser (wissenschaftliche Geschäftsführerin ZeMA)



Landtagsausschuss für Wissenschaft, Forschung und Technologie (05.04.2022)

Der Landtagsausschuss für Wissenschaft, Forschung und Technologie besuchte das Zentrum für digitale Neurotechnologien am Universitätsklinikum in Homburg und konnte sich im Rahmen einer Veranstaltung einen umfangreichen Einblick in die Forschungsarbeiten

der Wissenschaftler*innen der htw saar, der UdS, der UKS und des ZeMA machen. Vorgestellt wurden u.a. Projekte aus Biomedizin, Human-Machine-Interaction und Immersion (inkl. Kommunikation, Entertainment und Kultur).



14. Montage-Tagung

Am 04. und 05. Mai 2022 veranstaltete das Team rund um Prof. Dr.-Ing. Rainer Müller, Leiter Forschungsbereich Montagesysteme am ZeMA, die 14. Montage-Tagung in der Congresshalle in Saarbrücken. Die Tagung war Treffpunkt für Entscheidungsträger, Planer und Entwickler aus Produktion und Engineering. Im Fokus standen dabei Anwendungen, Technologien und Vorgehensweisen für die digitale Transformation

der Industrie, aber auch strategische Themen wie die Nutzung von Wasserstoff für eine emissionsfreie Mobilität. In Vorträgen wurden zudem die Nachhaltigkeit im Produktionsumfeld, die Qualifizierung von Mitarbeitenden und das Thema Industrial Security thematisiert. Auch in diesem Jahr wurde den Teilnehmenden eine Ausstellung geboten, die zum Fachaustausch und Erleben von neuen Produkten und Entwicklungen einlud. Im nächsten Jahr wird die Tagung in die 15. Auflage gehen.



Weiterbildungsmesse

Am 7. Mai fand die erste Messe zur „Zukunft der Weiterbildung im Saarland“ im Ausbildungszentrum der Saarstahl AG statt. Hier durfte das ZeMA mit der Forschungsgruppe Montagesysteme einen Einblick in aktuelle Tätigkeiten und Transferprojekte wie beispielsweise das „Mittelstand 4.0 Kompetenzen-

trum (KomZetSaar)“ oder das „Regionale Zukunftszentrum für Digitale Transformation und Künstliche Intelligenz (RZzKI)“ geben. Im Rahmen dieser Transferprojekte möchte das ZeMA Wissensbausteine über aktuelle Technologien aus der industrienahen Forschung an Unternehmen und Interessierte weitergeben.



Make-it.Saarland

Am 14. und 15. Mai fand die erste Make-it. Saarland im Gewerbepark am Eschberger Weg rund um das East Side Fab und das ZeMA statt. Jung und Alt hatten auf der Messe die Möglichkeit neueste Technologien und Trendthemen hautnah zu erfahren und diese einmal selbst auszuprobieren. Rund 900 Teilnehmende konnten sich dabei an beiden Tagen über Themen wie 3D-Druck, Nachhaltig-

keit, Programmierung und Robotik informieren. Im Rahmen mehrerer Führungen und Workshops („Mensch und Roboter – Das Dreamteam“ und „Einblicke in Rapid Prototyping“) konnten die Teilnehmenden zudem einen Einblick in die Forschungsarbeit des ZeMA mit vielen Anwendungsbeispielen aus den Forschungsbereichen Montagesysteme und Smarte Materialsysteme gewinnen.



Hannover Messe

Als Teil des Saarland-Gemeinschaftsstands nahm der Forschungsbereich Smarte Materialsysteme zusammen mit dem Lehrstuhl für intelligente Materialsysteme im Mai an der Hannover Messe teil.

Franziska Louia, Dominik Scholtes, Philipp Molitor und Sophie Nalbach stellten mehrere Exponate zur Elastoka-

lorik sowie zu Systemen auf Basis elektroaktiver Polymere und Formgedächtnislegierungen vor.

Gemeinsam mit der matelligent GmbH, deren Ziel die Überführung der Forschungsergebnisse zu Smarten Materialien in Produkte ist, knüpfte die Gruppe vielversprechende Kontakte für neue Forschungsprojekte.



Montage-Technisches-Kolloquium 2022

Am 3. Juni war es so weit! Das M:sys-Team traf sich zum Montage-technischen-Kolloquium 2022. Das besondere bei diesem Treffen – auch ehemalige Doktorand:innen, die jetzt in der Industrie tätig sind, waren dabei und berichteten in interessanten Vorträgen von ihren neuen Aufgaben und Themengebieten in Forschung und Industrie. Das Kolloquium startete mit der Begrüßung

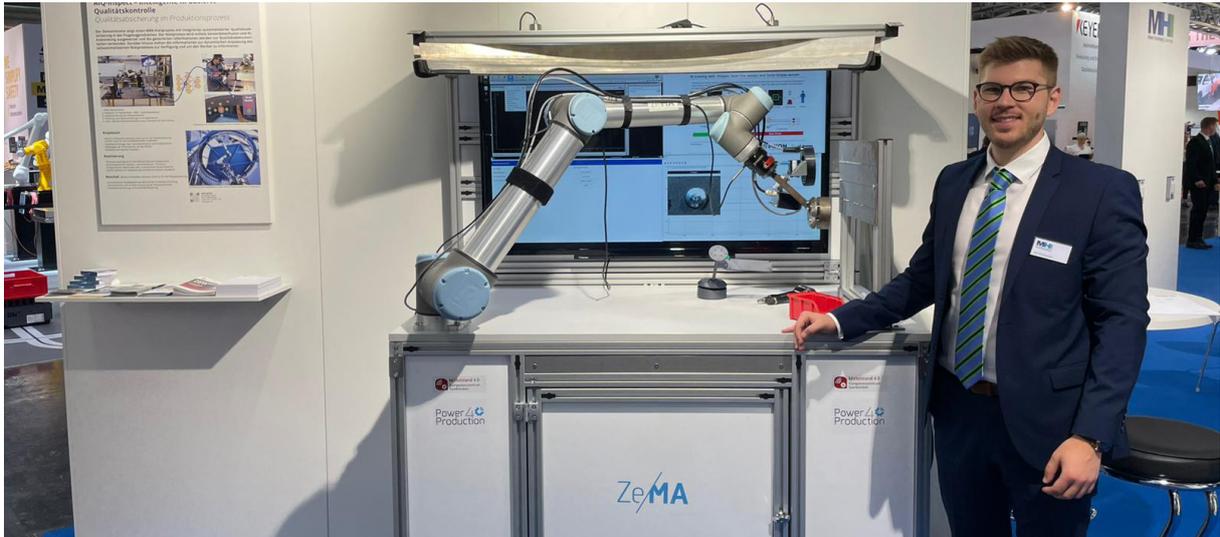
von Prof. Müller. Nach der Begrüßung folgten spannende Vorträge der Unternehmen, HYDAC, Daimler, ZF und Miele aus den Bereichen Künstliche Intelligenz, emissionsfreie Antriebe und neue Antriebssysteme. Im Anschluss an die Vorträge tauschte sich das M:sys-Team mit den Ehemaligen über die gehörten Vorträge aus.



EuroEAP

Zum 10-jährigen Jubiläum der EuroEAP – International conference on Electro-mechanically Active Polymer (EAP) transducers & artificial muscles in Chianciano Terme stellte die Arbeitsgruppe „Elektroaktive Polymere“ im Juni ihre Forschungsergebnisse vor. Zu Themen von Materialentwicklung bis hin zu

anwendungsnahen Systemen wurden Arbeiten auf Posterbeiträgen und in Form eines Demonstrators vorgestellt. Mit dem „Dielectric Elastomer Rollercoaster“ nahm das gesamte Team an der Society Challenge teil und belegte den dritten Platz.



Automatica in München

Die Forschungsgruppe Montagesysteme des ZeMA war auf dem Gemeinschaftsstand des MHI e.V. auf der Automatica in München zu finden. In Halle 4 am Stand 210 kann man einen Einblick in die Forschung des ZeMA gewinnen. Der AIQ Inspect Demonstrator veranschaulicht wie Nietprozesse in der Flugzeugpro-

duktion mit Hilfe von Mensch-Roboter-Kollaboration und in Kombination mit einer KI-basierten Qualitätskontrolle durchgeführt werden können. Während des Nietprozesses kann mittels Sensordatenfusion und KI-Auswertung die Qualität dokumentiert werden.



Firmenlauf in Saarbrücken

Am Freitag 24.06.22 hieß es nach Feierabend: Packt eure Sportschuhe ein und los geht's. Nach über zwei Jahren lockte uns der Firmenlauf nach Saarbrücken. Pünktlich zum Startschuss beruhigte sich auch das Wetter und die insgesamt 3000 Sportler gingen an den Start. Die Strecke durch Saarbrücken und an der

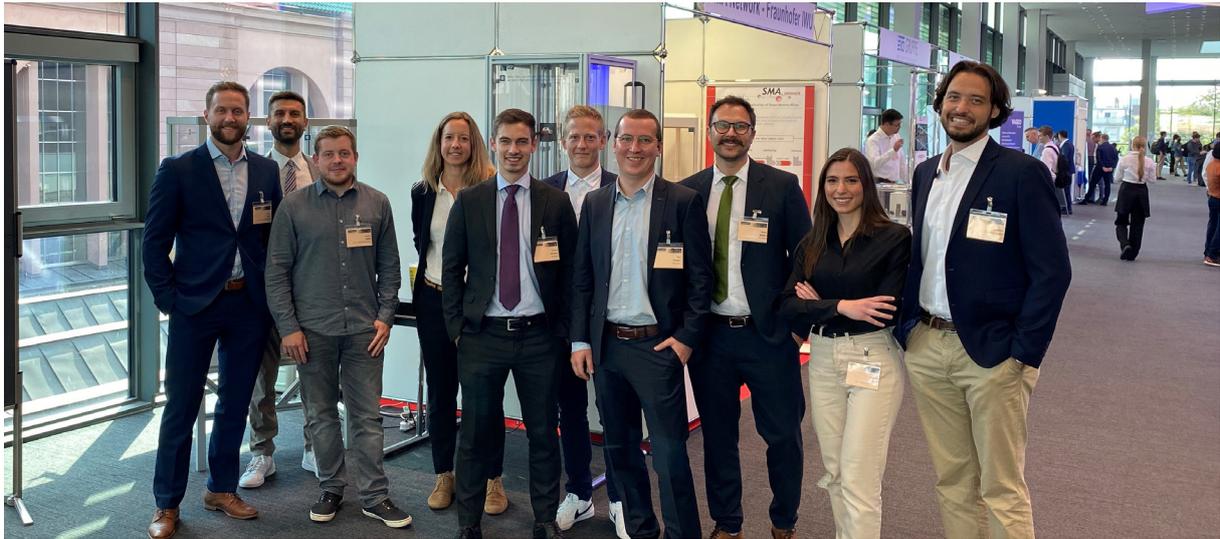
Saar entlang begann und endete vor dem Staatstheater, wo nach dem Lauf auch noch ein Finisher-Bier anstand. Wir freuen uns, dass alle Läufer gesund im Ziel angekommen sind und ihren Spaß hatten. Nächstes Jahr geht es hoffentlich in die nächste Runde des Saarbrücker Firmenlaufs.



50 Jahre htw Saar

Die Projekte „KomZetSaar“ und „RZzKI“ des Forschungsbereichs Montagesysteme präsentierten sich am 28. Juni 2022 bei der 50 Jahre HTW Feier auf dem Platz vor dem saarländischen Staatstheater. In dem geräumigen Ausstellungscontainer konnten sich die Besucher über Möglichkeiten und Entwicklungen in der Robotik

informieren. Mit dabei war ein Roboter mit einer Sensorhaut, der besondere Sicherheitstechniken beinhaltet und für die Zusammenarbeit mit dem Menschen entwickelt wurde. Das Projekt „KomZetSaar“ lockte die Besucher mit der Roboterdame Pepper an den Stand.



Actuator

Im Juni nahm das Team der Smarten Materialsysteme an der auf der Actuator 22 – International Conference and Exhibition on New Actuator Systems and Applications teil.

In Vorträgen zu Aktoren auf Basis smarter Materialien wurden neue Forschungsergebnisse zu Formgedächtnislegierungen und elektroaktiven Polymeren vorgestellt.



Unternehmertreffen der saarländischen Automobilindustrie 2022

Am 30.06.2022 fand das Unternehmertreffen der saarländischen Automobilindustrie statt. Die Veranstaltung stand dabei unter dem Motto „Umbruch in der automobilen Wertschöpfungskette – mit welchen Strategien Hersteller und Zulieferer dem Markt der Zukunft begegnen“. Nach einer Begrüßung durch die saaris und Ministerpräsidentin Anke Rehlinger folgten spannende Vorträge von verschiedenen Automobilherstellern und Zulieferern. Schwerpunkt der Veranstaltung waren die Herausforderungen und

Chancen der durch die Dekarbonisierungsziele bedingten Transformation der Automobilindustrie. Das ZeMA nutzte die Gelegenheit um mittels eigenem Ausstellungsstand den Besuchern und Vortragenden die aktuellen Forschungsthemen vorzustellen. Maßgeblich im Fokus standen dabei die Projekte rund um die Themen Wasserstoff, Automobilmontage und IT Sicherheit. Auch im nächsten Jahr wird das ZeMA wieder mit der Forschungsgruppe Montagesysteme auf der Veranstaltung vertreten sein.



Pressekonferenz TraSaar

Am 11.07.2022 lud das Projekt TraSaar zu einer Pressekonferenz am ZeMA ein. Die Redner, Jürgen Barke, Armin Gehl, Harry Laufer und Timo Ahr gaben der Presse gemeinsam mit Prof. Müller einen ersten Ausblick auf das Projekt. Das Projekt TraSaar, mit einer Laufzeit von 3,5 Jahren, soll ein regionales Transformationsnetzwerk schaffen. Dieses Netzwerk wird sich mit dem Wandel der Automobilbranche und den damit einhergehenden Auswirkungen auf die Unternehmen, Mitarbeitenden und Geschäftsfelder beschäftigen. Gemeinsames Ziel des Projektes ist die Entwicklung von Strategien und Konzepten, um mit diesen die bevorstehenden Verän-

derungen in zukunftssichere Chancen umzuwandeln. Kernthemen sind dabei auf technischer Seite die Trends der Automatisierung und Digitalisierung, sowie die Wandlungstreiber Batteriemobilität und Wasserstofftechnologien. Der Bereich Montagesysteme des ZeMA unterstützt das Projekt, in dem die autoregion e.V., Arbeitskammer des Saarlandes, IG Metall Transformationswerkstatt Saar, IHK Saarland und das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie gemeinschaftlich arbeiten, im Lenkungskreis mit technischer Expertise.



Ministerpräsidentin Anke Rehlinger zu Besuch bei der Robotix-Academy

Im Rahmen ihrer zweiwöchigen Sommer-tour 2022 kam Ministerpräsidentin Anke Rehlinger am 27. Juli auch zu Besuch ans ZeMA, um sich das erfolgreiche Interreg-Projekt Robotix-Academy anzuschauen. Die Robotix-Academy gilt als Leuchtturmprojekt und gutes Beispiel für eine gelungene grenzüberschreitende Kooperation in der Großregion. Dr.-Ing. Ali Kansa, Projektleiter der Academy, zog eine überaus positive Bilanz des Ende Juni abgeschlossenen Projekts: In über sechs Jahren konnten mehr als 430

44.000 Teilnehmer erreicht werden. Das Angebot erstreckt sich von Veranstaltungen über Vorlesungen, Konferenzen, Summer Schools bis hin zu Roadshows oder Workshops für alle, die sich für das Thema Robotik interessieren. Die Ministerpräsidentin Anke Rehlinger sprach mit Dr.-Ing. Ali Kansa u.a. über Themen, wie junge Menschen für Forschung begeistert werden können und welche Perspektiven es für weitere grenzüberschreitende Forschungsk Kooperationen gibt.



Start des neuen Mittelstand-Digital Zentrum Saarbrücken

Zum 1. September 2022 ist das neue Mittelstand-Digital Zentrum Saarbrücken gestartet. Das neue Zentrum schließt damit nahtlos an die fünfjährige erfolgreiche Arbeit des Mittelstand-4.0-Kompetenzzentrum Saarbrücken (KomZetSaar) an und führt dessen Angebote in neuer und erweiterter Form fort. Das ZeMA übernimmt die Konsor-

tialleitung und freut sich gemeinsam mit dem August-Wilhelm Scheer Institut für digitale Produkte und Prozesse (AWSi) und saarland.innovation&standort e. V. (saaris) kleine und mittlere Unternehmen auf dem Weg in die Digitalisierung kostenfrei zu unterstützen. Anne Blum, aus dem Forschungsbereich M:sys, übernimmt die Projektleitung.



Motek

Auf der Motek war das ZeMA als Partner des Netzwerks smarthoch3 vertreten. Mehrere Exponate zu Formgedächtnislegierungen und elektroaktiven Polymeren wurden von Prof. Paul Motzki, Carmen Perri, Sebastian Gratzkelly und Carmelo Pirritano vorgestellt.



Wo der Mensch im Fokus steht - Kickoff der beiden Projekte Digital Scrubs und Multi Immerse (14.10.2022)

Virtuelle Krankenbesuche, Künstliche Intelligenz im Operationssaal - daran arbeiten derzeit die Forschenden am Center for Digital Neurotechnologies Saar (CDNS) in Homburg.

Seit Anfang 2022 kooperieren das ZeMA, die htw saar und die Universität des Saarlandes im Bereich Neurowissenschaften, Informatik und Saarwirtschaft zusammen, um Menschen mit Hilfe neuester Technologien zu helfen.

Die interdisziplinären Projekte werden mit rund 3,8 Millionen Euro durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung, die Saarindustrie, den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung sowie das Land gefördert. Auch Jürgen Barke, Minister für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie, machte sich an diesem Tag ein Bild von dem Zentrum.



Veranstaltungen zum Wissenstransfer

Das Team des Bereichs Smarte Materialsysteme nahm an verschiedenen Veranstaltungen teil, um den Kontakt zu jungen Talenten zu knüpfen, Neugierde für MINT-Berufe zu wecken und innovative Forschungsthemen bekannt zu machen.

Bei Make-It.saarland wurde ein Workshop zu 3D-Druck angeboten und es gab einen Vortrag von Prof. Paul Motzki zu Antrieben mit intelligenten Materialien.

Im Mai war das Team beim Tag der offenen Tür der Universität des Saarlandes vertreten. Neben der Forschung ist es ein

großes Bestreben, andere Menschen für die Arbeit, Projekte und das Fachgebiet zu begeistern. Im direkten Austausch und Vorträgen gab es Gelegenheit vielen Interessenten Ideen näher zu bringen, die sich mit realen Problemstellungen aus der Wirtschaft sowie neuen Entwicklungen befassen, die in der Zukunft eine große Rolle spielen werden.

Workshops zu Systemen mit Formgedächtnislegierungen wurden beim Girls' Day und am Aktionstag #fürtechnikbegeistern angeboten, um speziell Schülerinnen von technischen Themen und Berufen zu begeistern.



SMASIS und SMST

Auf der SMASIS – Conference on Smart Materials, Adaptive Structures and Intelligent Systems wurden die neuesten Entwicklungen und Forschungsergebnisse im Bereich Formgedächtnislegierungen vorgestellt. Das Team belegte mit anschaulichen Demonstratoren zu den Forschungsthemen den 2. und 3. Platz. Forschungsergebnisse zu Formge-

dächtnislegierungen wurden auch auf der SMST 22 – Shape Memory and Superelastic Technologies Conference and Exposition präsentiert. Bei der CASMART Design Challenge belegte das Team den ersten Platz. Auch die Gewinner der Challenge vom vorherigen Jahr, die pandemiebedingt nur online stattfand, wurden geehrt.



Lehrveranstaltungen zu Smarten Materialsystemen

Im Sommersemester wurde das erste Mal die Lehrveranstaltung „Smarte Materialsysteme – hands on“ von Prof. Paul Motzki angeboten. Neben dem Vorgehen bei der Entwicklung von smarten Materialsystemen stand vor allem das Projektmanagement und das Kennenlernen von agilen Methoden im Vordergrund.

Im Wintersemester wurde erneut die Vorlesung „Einführung in die Aktorik mit Aktiven Materialien“ angeboten, die vor

allem einen Überblick über unterschiedliche intelligente Materialien gibt sowie die Möglichkeiten bei der Entwicklung mit diesen aufzeigt. Ebenso beteiligte sich der Bereich an der neuen Veranstaltung „Digitales Datenmanagement für die Ingenieurwissenschaften“, die zusammen mit Prof. Kathrin Flaßkamp und Prof. Andreas Schütze umgesetzt wurde.

Veröffentlichungen

Veröffentlichungen

- Anne Blum, Yannick Wilhelm, Steffen Klein, Christopher Schnur, Peter Reimann, Rainer Müller und Andreas Schütze, Ganzheitlicher Ablaufplan für wissensgetriebene Projekte des maschinellen Lernens in der Produktion (Holistic workflow for knowledge-driven machine learning projects in manufacturing), *tm – Technisches Messen*, 89(5), 363-383, doi: 10.1515/teme-2022-0027, 2022.
- Tanja Dorst, Maximilian Gruber, Benedikt Seeger, Anupam Prasad Vedurmudi, Tizian Schneider, Sascha Eichstädt, Andreas Schütze, Uncertainty – aware data pipeline of calibrated MEMS sensors used for machine learning, *Measurement: Sensors*, 22, 100376, doi: 10.1016/j.measen.2022.100376, 2022.
- Tanja Dorst, Tizian Schneider, Sascha Eichstädt, Andreas Schütze, Uncertainty – aware automated machine learning toolbox (Automatisierte Toolbox für maschinelles Lernen unter Berücksichtigung von Messunsicherheiten), *tm – Technisches Messen*, aop, doi: 10.1515/teme-2022-0042, 2022.
- Payman Goodarzi, Andreas Schütze, and Tizian Schneider, Comparison of different ML methods concerning prediction quality, domain adaptation and robustness (Vergleich verschiedener ML-Methoden bezüglich Vorhersagequalität, Domänenanpassung und Robustheit), *tm – Technisches Messen*, vol. 89(4), 224–239, doi: 10.1515/teme-2021-0129, 2022.
- Güner, M.; Daniel, M.; Bähre, D. “Approach and Development of a Methodology for Machining of Shapes in Cylindrical Bores by Precision Honing” 50th SME North American Manufacturing Research Conference (NAMRC 50), West Lafayette (Indiana, USA), *Manufacturing Letters*, Volume 33, pages 365–372, ISSN 2213-8463, DOI: 10.1016/j.mfglet.2022.07.044, 2022.
- Güner, M.; Lang, S.-E.; Herter, F.; Bähre, D. “Analysis of the Dynamic Behaviour of a Structurally Optimized Gimbal – Mounted Workpiece Fixture in Precision Honing” 50th SME North American Manufacturing Research Conference (NAMRC 50), West Lafayette (Indiana, USA), *Manufacturing Letters*, Volume 33, pages 622–629, ISSN 2213-8463, DOI: 10.1016/j.mfglet.2022.07.077, 2022.
- Yuhui Lo, Peter Harris, Liam Wright, Kavya Jagan, Gertjan Kok, Loic Coquelin, Jabran Zaouali, Sascha Eichstädt, Tanja Dorst, Christos Tachtatzis, Ivan Andonovic, Gordon Gourlay, Bang Xiang Yong, Good Practice Guide on Industrial Sensor Network Methods for Metrological Infrastructure Improvement, report published on Zenodo: deliverable of the project 17IND12 Met4FoF “Metrology for the Factory of the Future” funded by EMPIR, 2022.

- Maurer, O.; Herter, F.; Bähre, D. "The impact of manufacturing parameters on corrosion resistance of additively manufactured AlSi10Mg – samples: A design of experiments approach" *Manufacturing Letters*, Volume 34, pages 29–33, ISSN 2213-8463, DOI: 10.1016/j.mfglet.2022.08.006, 2022.
- Maurer, O.; Herter, F.; Bähre, D. "Tolerancing the laser powder bed fusion process based on machine capability measures with the aim of process control" *Journal of Manufacturing Processes*, Volume 80, pages 659–665, ISSN 1526-5125, DOI: 10.1016/j.jmapro.2022.06.031, 2022.
- Müller, Rainer; Plapper, Peter; Brüls, Olivier; Gerke, Wolfgang; Abba, Gabriel; Kumar, Atal; Kanso, Ali (Hg.) (2022): *Robotix-Academy Conference for Industrial Robotics (RACIR) 2022*. 1. Auflage. Düren: Shaker (Berichte aus der Robotik).
- Yannick Robin, Johannes Amann, Payman Goodarzi, Tizian Schneider, Andreas Schütze, Christian Bur, Deep Learning Based Calibration Time Reduction for MOS Gas Sensors with Transfer Learning, *Atmosphere* 2022, 13(10), 1614, doi: 10.3390/atmos13101614, 2022.
- Christopher Schnur, Payman Goodarzi, Yevgeniya Lugovtsova, Jannis Bulling, Jens Prager, Kilian Tschöke, Jochen Moll, Andreas Schütze and Tizian Schneider, Towards Interpretable Machine Learning for Automated Damage Detection Based on Ultrasonic Guided Waves, *Sensors* 2022, 22(1) special issue Smart Sensors for Damage Detection, 406, doi: 10.3390/s22010406, 2022.
- Christopher Schnur, Steffen Klein, Anne Blum, Checkliste – Mess- und Datenplanung für das maschinelle Lernen in der Montage, Checkliste veröffentlicht bei Zenodo, doi: 10.5281/zenodo.6943476, 2022.
- Siegwart, C.; Scherhag, F.; Pervözl, K.; Frey, G.: Stärkung der Cyber-Resilienz in KMU. In: *Proceedings of the Kongress Automation 2022*, VDI-Verlag GmbH, VDI-Berichte Nr. 2399.
- Siegwart, C., Scherhag, F.; Pervözl, K.; Frey, G.: GrundschatzPLUS Aktivator: In drei Schritten zur Cyber-Resilienz. *atp magazin* Ausgabe 09 2022, S. 36–38.

Vorträge

Hall, T.; Adam, B; Busch, R.; Bähre, D; “Pulse Electrochemical Machining of bulk metallic glasses” Proceedings of the 18th International Symposium on Electrochemical Machining Technology, 2022

Christopher Schnur, PIA – A concept for a Personal Information Assistant for Data Analysis, NFDI4Ing Conference 2022 (online) on October 26 and 27, 2022, doi:10.5281/zenodo.7362038, 2022.

Christopher Schnur, Steffen Klein, Anne Blum, Tizian Schneider, Rainer Müller und Andreas Schütze, Mess- und Datenplanung für Modelle des maschinellen Lernens an Bestandsanlagen, 16. Dresdner Sensor-Symposium, Posterbeitrag, 5.–7.12.2022, Dresden.

Siegwart, C.: Stärkung der Cyber-Resilienz in KMU, Kongress Automation 2022, 29.06.2022, Baden-Baden.

Zeiner, M.; Hall, T.; Herter, F., Bähre, D. “Pulsed electrochemical machining (PECM) of additively manufactured parts with focus on removing support structures” Proceedings of the 18th International Symposium on Electrochemical Machining Technology, 2022.

Industrie



Mercedes-Benz



Forschung





Adresse

Eschberger Weg 46
Gewerbepark, Gebäude 9
66121 Saarbrücken



E-Mail

info@zema.de



Telefon

+49 (0) 681 85787 – 0



Interesse an...

praxisnaher Forschung und
Promotion?

Dann haben wir Interesse an dir!

Unsere Stellenanzeigen findest du auf
www.zema.de

Wir freuen uns auch auf
Initiativbewerbungen!

Ze/MA

Herausgeber:

Zentrum für Mechatronik- und Automatisierungstechnik gGmbH
Eschberger Weg 46
66121 Saarbrücken
+49 (0) 681 85787 – 0
www.zema.de
info@zema.de

Geschäftsführer:

Prof. Dr. rer. nat. Martina Lehser
Prof. Dr.-Ing. Dirk Bähre
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Andreas Noss

Vorsitzender des Aufsichtsrats:

Jürgen Barke (Minister für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie)

Handelsregister:

Saarbrücken HR B 17885

Redaktion und Gestaltung:

Verena Milde
Marius Becker
Sophie Laguérie

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig. Dies gilt insbesondere für die elektronische oder sonstige Vervielfältigung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung.

© ZeMA gGmbH 2023

Ze/MA