



# TÄTIGKEITSBERICHT

# 2019

# ICM<sup>■</sup>

Institut Chemnitzer  
Maschinen- und Anlagenbau e.V.



## IMPRESSUM

### HERAUSGEBER

ICM – Institut Chemnitzer  
Maschinen- und Anlagenbau e.V.  
Otto-Schmerbach-Straße 19  
09117 Chemnitz

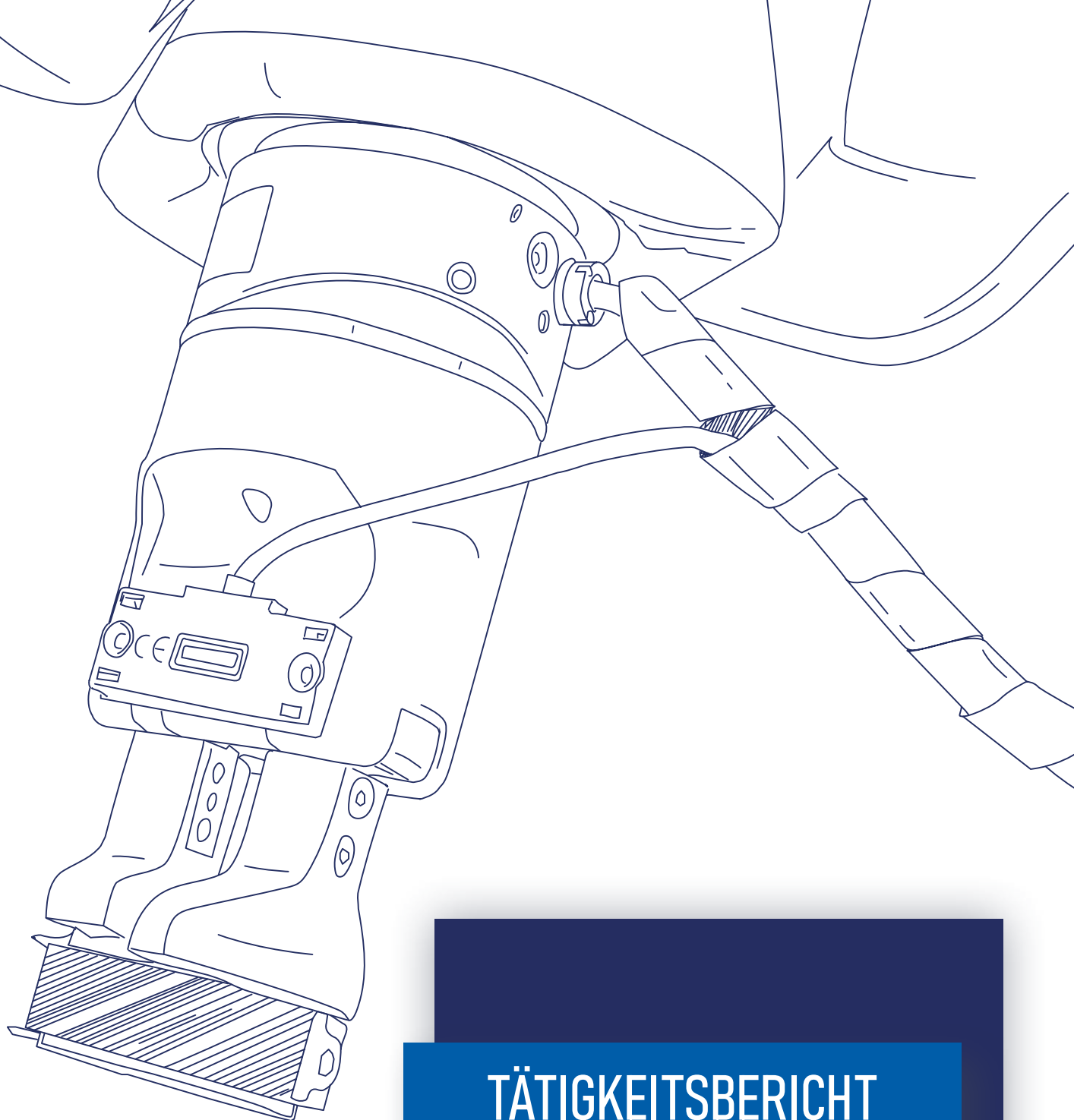
Fon +49 (0)371 2 78 36-101

Fax +49 (0)371 2 78 36-104

[info@icm-chemnitz.de](mailto:info@icm-chemnitz.de)  
[www.icm-chemnitz.de](http://www.icm-chemnitz.de)

© ICM e.V. 2020

Bei Abdruck ist die Einwilligung  
der Redaktion erforderlich.



# TÄTIGKEITSBERICHT

# 2019

INNOVATIONEN ENTWICKELN.

IDEEN WEITERDENKEN.

ERFOLGE TRANSFERIEREN.







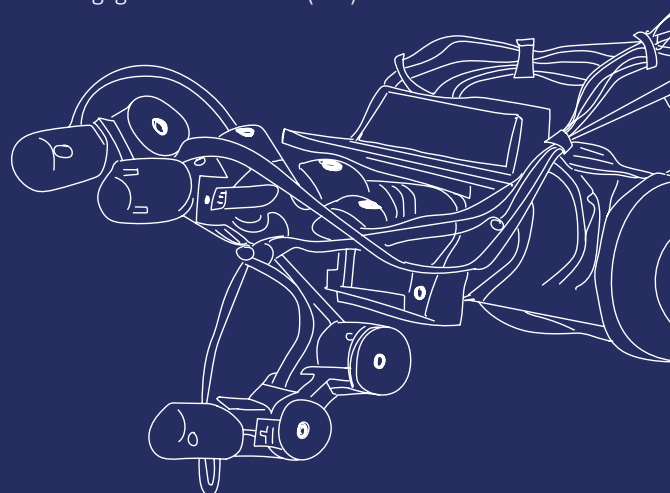
## Institutprofil

- 8 Das Institut
- 9 Mitgliederversammlung / Vorstandsarbeit
- 10 Das Institut in Zahlen
- 11 Das Institut als Mitglied der Zuse-Gemeinschaft
- 12 Das Institut als Mitglied der Sächsischen Industrieforschungsgemeinschaft e.V. (SIG)
- 13 Erweiterung der technischen Ausstattung

## 02

## Projektüberischt

- 18 Abgeschlossene Projekte
- 19 Laufende Projekte
- 21 Netzwerkprojekte



## 03

## Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Detail

- 24 Peripherie- und Komponentenentwicklung für eine adaptronische Hauptspindel
- 26 Entwicklung eines ganzheitlichen 48 V Elektronikkonzepts für Elektroleichtfahrzeuge (GENERIC48V)
- 28 Neue Konzepte zur Umsetzung von kollaborativen Montagesystemen für kleine und schwankende Produktionsstückzahlen sowie deren erfolgreiche Einführung in KMU (KUKoMo)
- 30 Entwicklung eines innovativen Anlagen- und Werkzeugsystems für die thermisch unterstützte und wirkmedienbasierte Metallformung am Beispiel des superplastischen Umformens
- 32 Entwicklung eines kombinierten Radsatz-Drehgestell-Wechslers
- 34 Entwicklung einer dynamischen Stützlastmessung mit anschließender Auswerteeinheit zur Einstellung einer optimalen Stützlast an Nutzfahrzeuganhängern
- 36 Entwicklung eines universell konfigurierbaren Verschleißprüfsystems für Endoprothesen
- 38 Einseitige kaltumformende Rohrendenschließung für das Innenhochdruck-Umformen
- 40 Entwicklung einer Fertigungstechnologie zur Herstellung hochpräziser Tiefziehhalbzeuge für eine zu entwickelnde gekoppelte IHU-/Stanztechnologie
- 42 Entwicklung eines prädiktiven Instandhaltungssystems zur Effizienzsteigerung von Produktionsabläufen unter Nutzung vorhandener Maschinen- und Produktionsdaten am Beispiel der Umformtechnik
- 44 Entwicklung einer Fertigungstechnologie zur prozesssicheren Herstellung blasenfrei verklebter Glas- und Edelstahlkomponenten für den Einsatz in der Beheizungstechnik von Backwaren
- 46 Entwicklung und Bau einer Niederdruckgießanlage zur gesteuerten Formfüllung für hochschmelzende Materialien

# 04

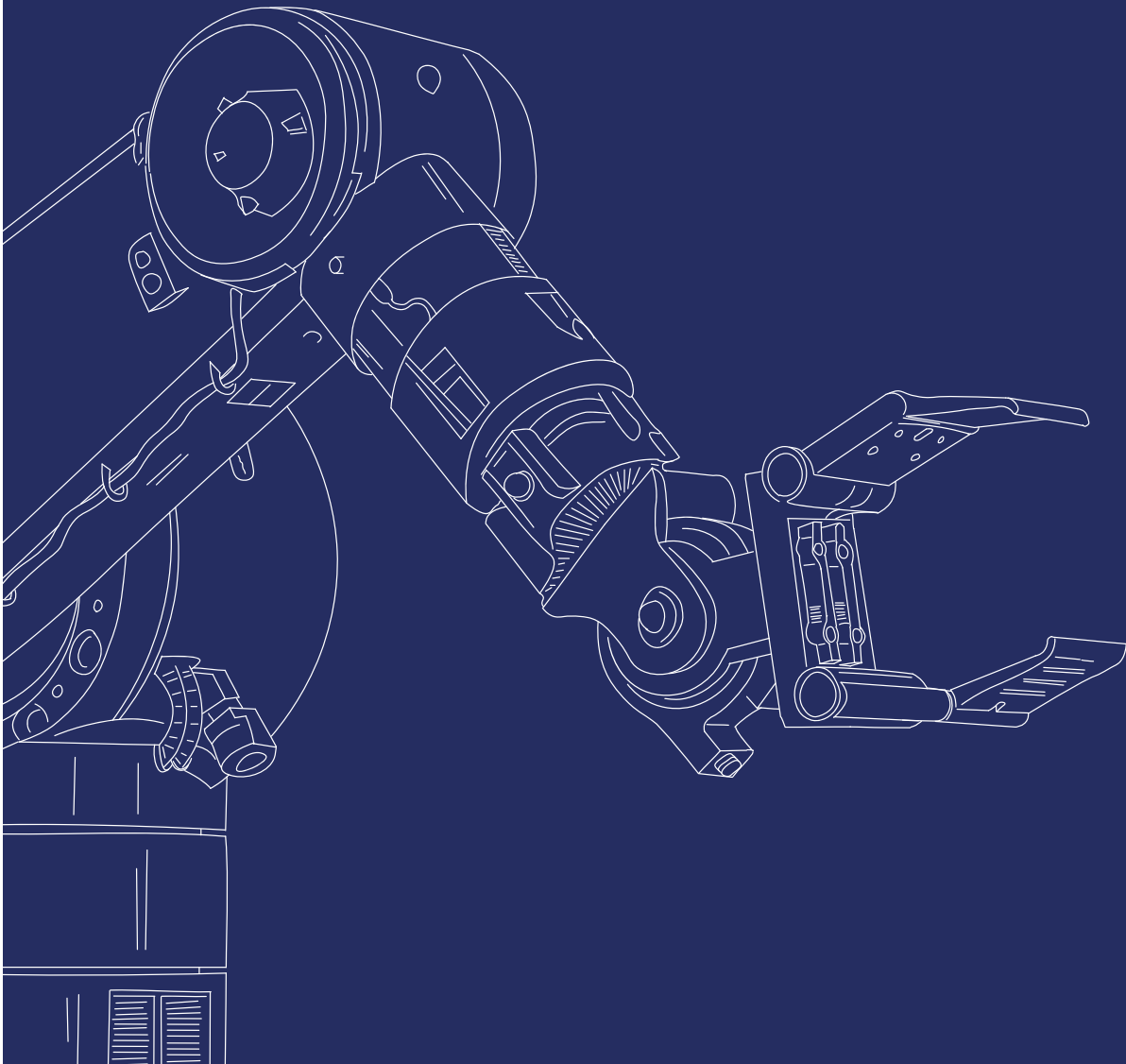
## Netzwerke

- 50 Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz
- 52 Kompetenznetzwerk zur Entwicklung systemintegrierbarer, technisch-technologischer Lösungen für die Zerspanung (MATZE)
- 54 Kooperationsnetzwerk Automation und Robotik für den Mittelstand (AuRoMi)

# 05

## Publikationen

- 58 Veröffentlichungen
- 60 Arbeitskreise / Beiräte / Mitgliedschaften des ICM e.V.
- 61 Schutzrechte
- 62 Messen und Veranstaltungen





# Vorwort

Das ICM – Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V. (ICM e.V.) blickt auf ein erfolgreiches Jahr 2019 zurück. Mit mehr als 50 Mitarbeitern wurden insgesamt 45 Forschungsvorhaben in den verschiedenen Forschungsfeldern bearbeitet. 20 Forschungsprojekte wurden 2019 erfolgreich abgeschlossen und 13 Antragsverfahren positiv beschieden.

Einen Schwerpunkt der Arbeit bildeten Vorhaben, die über das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) gefördert werden. Insgesamt wurden rund 28 % der Personalkapazität über ZIM-Kooperationsprojekte und zusätzlich 4 % über ZIM-Netzwerke gebunden. Ca. 27 % der Personalaufwendungen flossen in marktorientierte Forschungsvorhaben und 1,5 % in Vorlaufthemen, die über das Programm INNO-KOM gefördert werden. Etwa 5,5 % der Arbeitsstunden wurde im Rahmen von SAB-Vorhaben eingesetzt. Die verbleibenden etwa 26 % der Forschungskapazität flossen in Projekte, die über verschiedene Ausschreibungen der Bundesministerien akquiriert wurden. Diese Verteilung zeigt deutlich, dass der Schwerpunkt des ICM e.V. im Bereich der angewandten Forschung liegt.

Neben der Arbeit in Forschungsprojekten wurden 2019 auch eine Reihe wichtiger Industrieprojekte bearbeitet. Es wurden außerdem die Möglichkeiten der Zusammenarbeit im Rahmen von Innovationsprämien und Transfervorhaben genutzt. Das breite Spektrum der Aufgaben erstreckte sich von der Erstellung von Automatisierungskonzepten über die Lösung konstruktiver Problemstellungen bis hin zur Bearbeitung technologischer Aufgaben oder der Erstellung von Machbarkeitsstudien und Marktrecherchen.

Im Rahmen der Teilnahme von Wissenschaftlern des ICM e.V. an Fachkongressen kann eine positive Bilanz für 2019 gezogen werden. Vorträge wurden unter anderem auf dem 11. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Biomechanik in Berlin, auf der 9. International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications in Prag, dem Zweiten Innovationsforum Autonome, mobile Dienste, Services für Mobilität in Berlin oder der Tagung VPP des Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme an der TU Chemnitz gehalten.

Darüber hinaus präsentierte sich das Institut auf der INTEC, der Hannover Messe sowie dem Innovationstag des BMWi wieder erfolgreich einem breiten Publikum. Das ICM e.V. steht dabei für Lösungen, die über den Prototypenstatus hinaus praxisorientiert in Unternehmen zur Anwendung kommen.

Ein besonderer Höhepunkt des vergangenen Jahres war die im Herbst 2019 stattfindende feierliche Eröffnung unseres Schulungs- und Anwendungszentrums SchAz. Im neuen Schulungs- und Anwendungszentrum haben wir unsere Erfahrungen und unser Wissen auf dem Gebiet der Automation und Robotik gebündelt, um kleinen und mittleren Unternehmen das Potential aktueller Lösungen aufzuzeigen. Weiterhin steht die Entwicklung innovativer Automatisierungslösungen für die industrielle Produktion im Mittelpunkt der Arbeit des ICM e.V.. Neben dieser Großveranstaltung wurden 2019 wieder 3 Innovationscafés zu den Themen „Neue Managementmethoden“, „Robotik und intelligente Automatisierung“ sowie „Digitalisierung – Datenaufnahme und Datenanalyse“ durchgeführt.

Als anwendungsorientierte Industrieforschungseinrichtung möchten wir kleine und mittelständische Unternehmen bei der Lösung innovativer Entwicklungsaufgaben unterstützen. Wir verstehen uns als Wissensträger im Rahmen unserer Forschungsfelder und als Experten in der deutschen Förderlandschaft. Gemeinsam mit unseren Partnern möchten wir Innovationen schaffen sowie einen schnellen und ressourceneffizienten Transfer unserer Forschungsergebnisse in die mittelständische Wirtschaft vorantreiben.

An dieser Stelle möchten wir Sie nachdrücklich dazu auffordern, mit uns in einen Dialog zu treten. Kommen Sie mit Ihren Ideen und Problemstellungen auf uns zu. Gern diskutieren wir mit Ihnen mögliche Lösungsansätze und finden gemeinsam Wege zu deren Finanzierung.



Dr.-Ing. habil. Heidrun Steinbach  
Vorstandsvorsitzende

Dr.-Ing. Sebastian Ortman  
Institutsleiter  
Geschäftsführender Vorstand

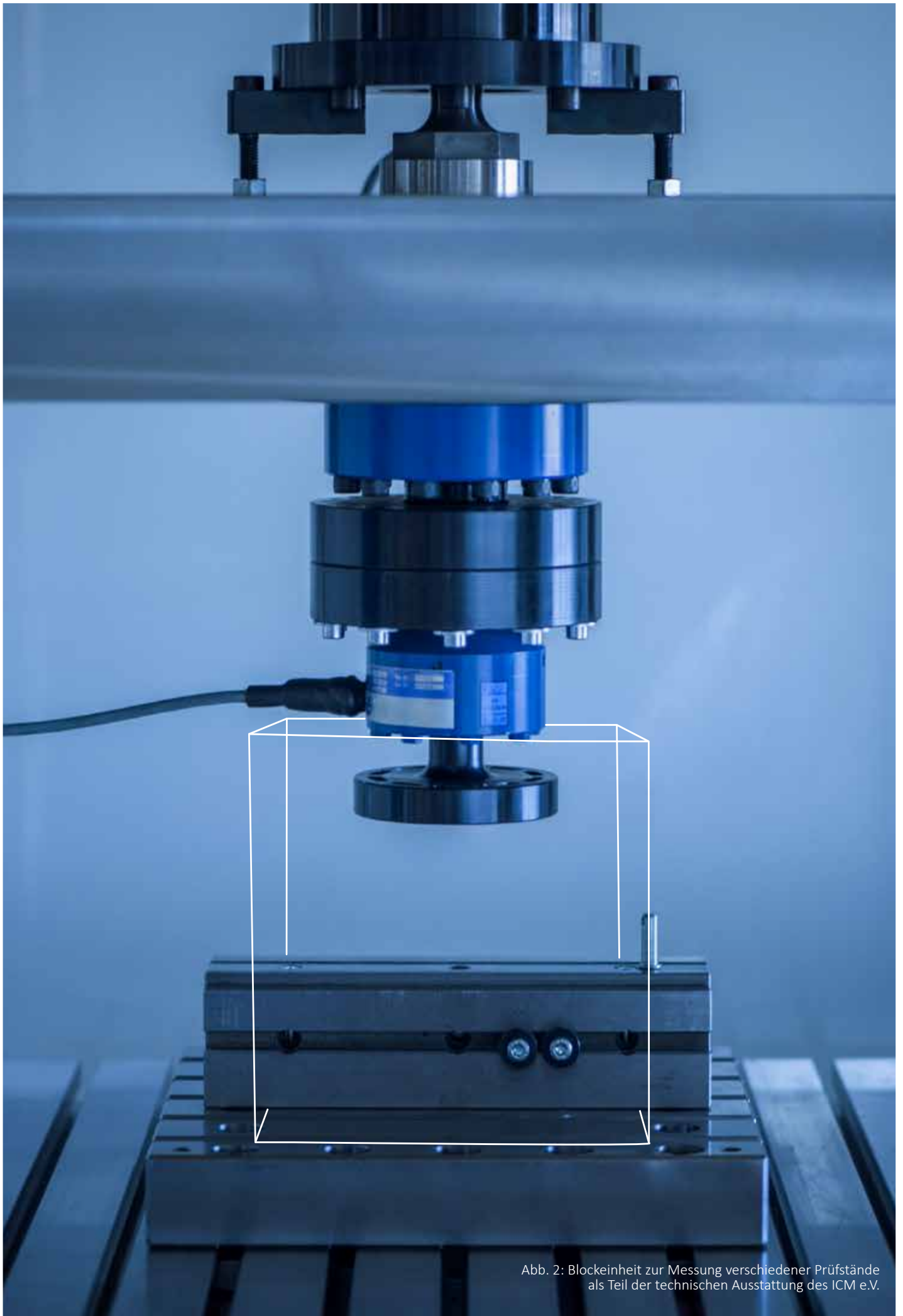
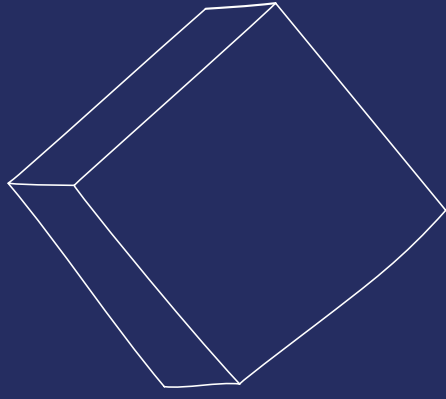
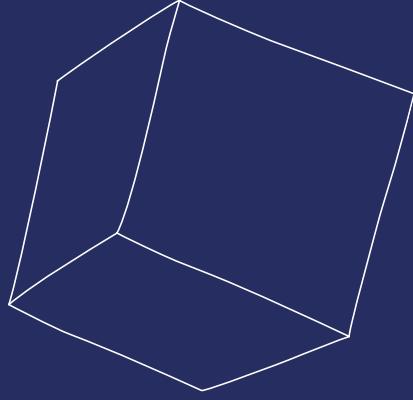
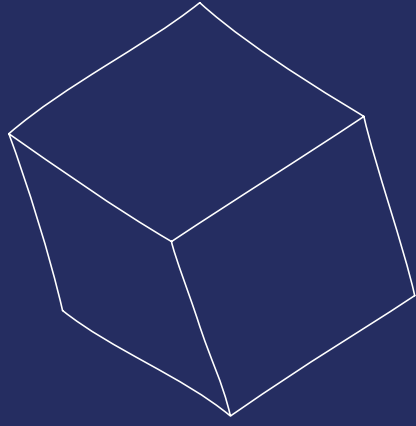


Abb. 2: Blockeinheit zur Messung verschiedener Prüfstände als Teil der technischen Ausstattung des ICM e.V.

# Institutprofil



01



Das ICM–Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V. ist ein leistungsstarkes, sächsisches Forschungsinstitut, das für Innovationen und Systemlösungen aus dem Maschinen- und Anlagenbau steht. Das gemeinnützige Institut ist seit 1992 vor allem kleinen und mittleren Unternehmen ein kompetenter Partner für das Umsetzen ihrer impulsgebenden Ideen und ermöglicht so unternehmerischen Erfolg und Wachstum in Sachsen und Deutschland.

Das ICM–Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V. stellt sich in den folgenden Forschungsfeldern den Herausforderungen aus Wissenschaft und Industrie:



## Innovationen entwickeln. Ideen weiterdenken. Erfolge transferieren.

Unter diesem Motto widmet sich das Institut mit seinen über 50 engagierten und kreativen Mitarbeitern anwendungsorientierten Aufgabenstellungen. Das ICM e.V. gestaltet Netzwerke aus Wirtschaft, Forschung und Politik, bündelt deren Kompetenzen und stärkt den Maschinen- und Anlagenbau. Aus Ideen und Lösungsansätzen entwickeln sich im Rahmen der Vorlaufforschung zukunfts- und markorientierte Technologien und Produkte für die Praxis. Durch den gezielten Transfer der wissenschaftlichen Arbeitsergebnisse in kleine und mittelständische Unternehmen wird deren nachhaltige wirtschaftliche Verwertung realisiert und gewährleistet.

Das Institut ist ebenfalls kompetenter Partner für direkte Aufgabenstellungen im Bereich der Industrieforschung. Durch das Einbinden aktueller Forschungsergebnisse werden neue Lösungen für KMU effizient, schnell und zuverlässig realisiert.

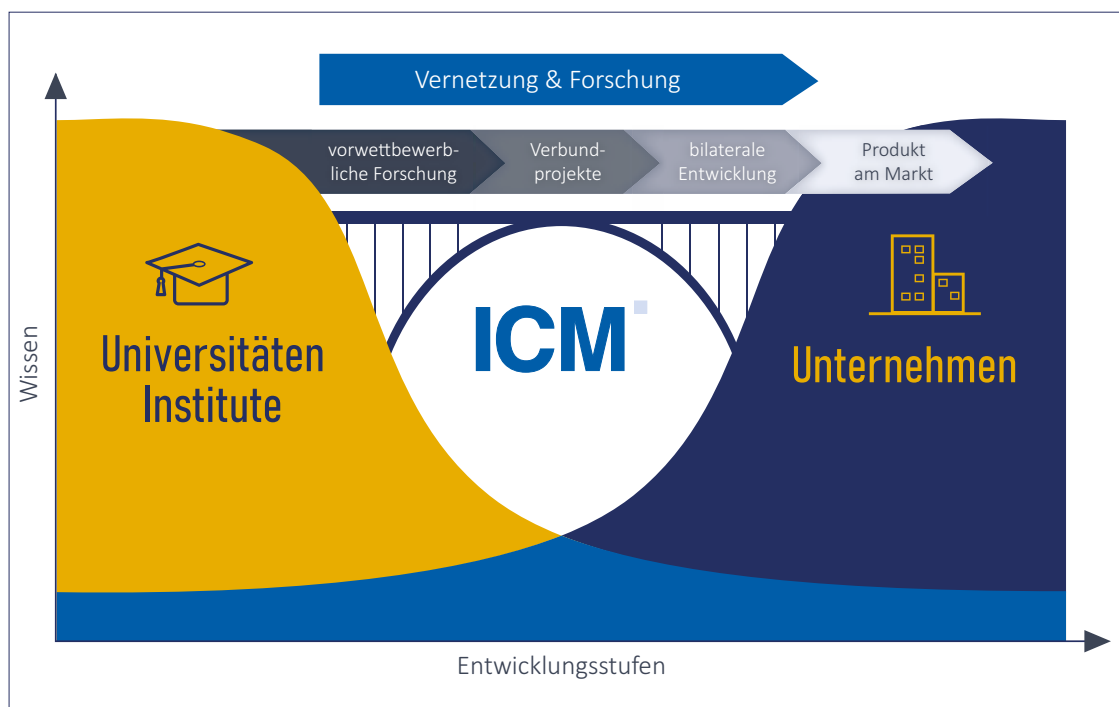


Abb. 3: Positionierung des ICM e.V.

Die Mitgliederversammlung fand am 28.11.2019 im Schulungs- und Anwendungszentrum SchAz des ICM e.V. im ITC Industrie- und Technologiepark Heckert GmbH statt.

Folgende Themen standen auf der Tagesordnung:

- .....
- 1** Beginn Mitgliederversammlung im ITC  
Empfang und Begrüßung der Mitglieder des ICM e.V.  
Dr.-Ing. Sebastian Ortmann
- .....
- 2** Bericht des Vorstandes zum Jahresabschluss 2018  
und Tätigkeitsbericht 2018  
Dr.-Ing. habil. Heidrun Steinbach  
Dr.-Ing. Sebastian Ortmann
- .....
- 3** Entlastung des alten Vorstandes  
Dr.-Ing. habil. Heidrun Steinbach
- .....
- 4** Satzungsänderung  
StB Reimund Siegert
- .....
- 5** Beschluss zur Satzungsänderung  
Dr.-Ing. habil. Heidrun Steinbach
- .....
- 6** Gründung der g-Foxx GmbH  
Ronny Tschannerl
- .....
- 7** Sonstiges (all about automation)  
Dr.-Ing. Sebastian Ortmann
- .....
- 8** Eröffnung SchAz in Halle 9
- .....

Herr Dr. Ortmann, Institutsleiter und Geschäftsführender Vorstand des ICM e.V., begrüßte alle Teilnehmer und Gäste, stellte die Beschlussfähigkeit der Mitgliederversammlung mit mehr als 50 % der ICM-Mitglieder fest und gab die Tagesordnung bekannt.

Von der Vorstandsvorsitzenden Frau Dr. Steinbach und dem Institutsleiter sowie Geschäftsführenden Vorstand Herrn Dr. Ortmann wurde der Bericht für das Jahr 2018 vorgetragen. Den anwesenden ICM-Mitgliedern lagen der Tätigkeitsbericht 2018 und der Jahresabschluss 2018 vor. Frau Dr. Steinbach bedankte sich anschließend für die geleistete Arbeit des Vorstandes.

Der Steuerberater des ICM e.V., Herr Siegert, stellte in seinem Beitrag die notwendigen und im Anschluss einstimmig beschlossenen Satzungsänderungen vor:

1. Die Organhaftung der Vorstandsmitglieder und des besonderen Vertreters des Vereins wird auf die Haftung wegen Vorsatzes gem. § 276 Abs. 3 BGB beschränkt. Abweichend von § 276 Abs. 1 BGB haften die Vorstandsmitglieder nicht für eine Fahrlässigkeit bei der die im Verkehr erforderliche Sorgfalt außer Acht geblieben ist.
2. Der Vorstand ist zur Bestellung eines besonderen Vertreters des Vereins im Sinne des § 30 BGB zur Wahrnehmung der wirtschaftlichen, verwaltungsmäßigen und personellen Angelegenheiten bevollmächtigt; in diesem Rahmen ist der besondere Vertreter allein vertretungsberechtigt. Das Nähere regelt der geschäftsführende Vorstand durch eine Dienstanweisung.

Anmerkung:

In der Vorstandssitzung Januar 2020 wurde Herr Alexander Irmischer, Leiter Forschungsmanagement des ICM e.V., als besonderer Vertreter benannt.

Ronny Tschannerl, Geschäftsführer der g-Foxx GmbH, stellte seine Existenzgründung im Ergebnis von Entwicklungsprojekten mit dem ICM e.V. vor. Herr Dr. Ortmann stellte gemeinsam mit Herrn Rehn von der Messe Chemnitz die neue Chemnitzer Messe „all about automation“ vor.

Der Vorstand des ICM e.V. traf sich zu nachstehenden Terminen und Themen:

### 13.03.2019

- 1** Eröffnung der Vorstandssitzung
- 2** Ergebnisse des Jahres 2018
- 3** Planung für 2019
- 4** Sonstiges

### 20.05.2019

- 1** Begrüßung / Eröffnung
- 2** Jahresabschluss 2018 des ICM e.V.
- 3** Überblick zum ICM e.V. und Auswertung der Aktivitäten 2018
- 4** Mitgliederwesen
- 5** Bericht Geschäftstätigkeit
- 6** Stand und Vorschau 2019 – wichtige geplante Veranstaltungen für 2019
- 7** Sonstiges

- Vorstandsvorsitzende  
Dr.-Ing. habil. Heidrun Steinbach
- Institutsleiter und Geschäftsführender Vorstand  
Dr.-Ing. Sebastian Ortmann
- Ehrenvorsitzender  
Prof. Dr. Dr.-Ing. Siegfried Wirth

#### Vorstandsmitglieder

- Dipl.-Ing. oec.Hans-Peter Weise  
GEMAG Gelenauer Maschinenbau AG
- Dipl.-Ing. Tino Freigang  
EMAG Leipzig Maschinenfabrik GmbH
- Prof. Dr.-Ing. Ralph Riedel  
TU Chemnitz, Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb
- Prof. Dr.-Ing. Torsten Merkel,  
Westfälische Hochschule Zwickau,  
Professur Arbeitswissenschaften,  
Institut für Produktionstechnik

## Ergebnisse des ICM e.V. 2019

|                                                            |             | Ergebnis       |
|------------------------------------------------------------|-------------|----------------|
| <b>Ideeller Bereich</b>                                    |             |                |
| Nicht steuerbare Einnahmen                                 | 3.238.151 € |                |
| Steuerunwirksame Ausgaben                                  | 3.224.627 € |                |
| Ergebnis                                                   |             | 13.524 €       |
| <b>Vermögensverwaltung (Zinszahl)</b>                      |             |                |
| Ertragssteuerfreie Einnahmen                               | 0 €         |                |
| Ausgaben                                                   | 0 €         |                |
| Ergebnis                                                   |             | 0 €            |
| <b>Zweckbetrieb (§ 65 AO)</b>                              |             |                |
| Betriebseinnahmen (netto)                                  | 337.169 €   |                |
| Betriebsausgaben                                           | 351.577 €   |                |
| Ergebnis                                                   |             | -14.408 €      |
| <b>Wirtschaftlicher Geschäftsbetrieb (steuerpflichtig)</b> |             |                |
| Betriebseinnahmen (netto)                                  | 1.305.859 € |                |
| Betriebsausgaben                                           | 1.302.358 € |                |
| Ergebnis                                                   |             | 3.501 €        |
| <b>Vereinsergebnis</b>                                     |             | <b>2.617 €</b> |

## Gesamtleistung des ICM e.V. 2009 - 2019

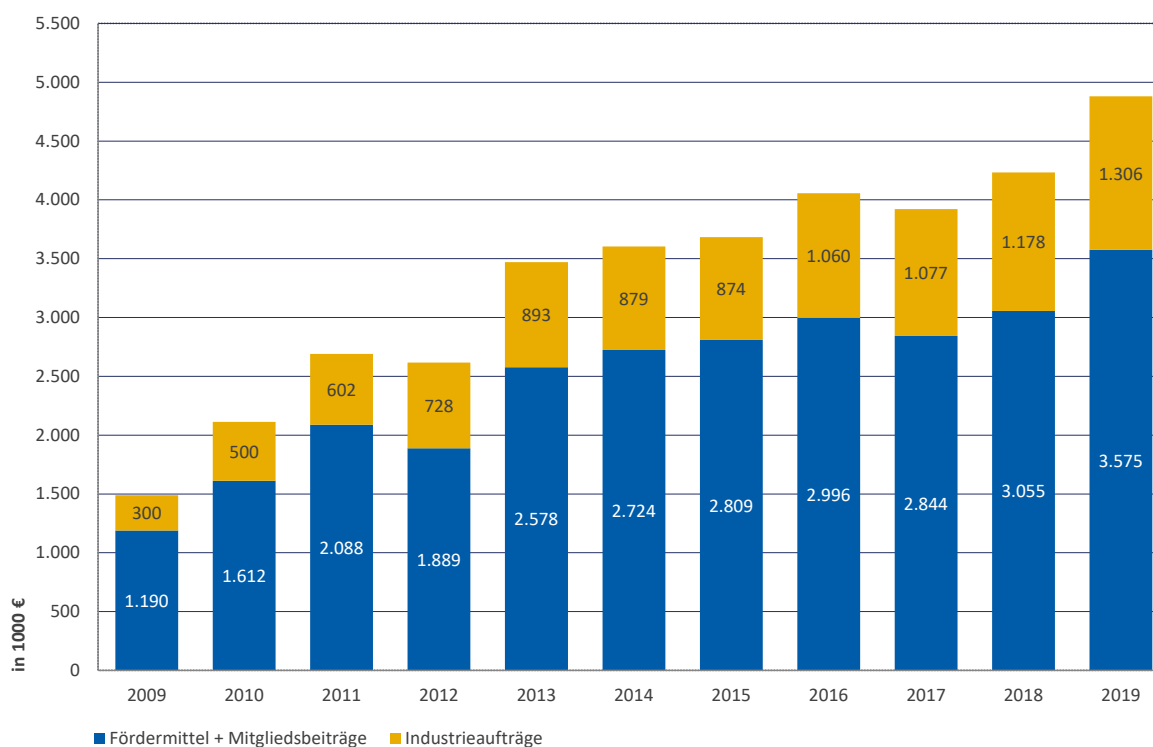






Abb. 4: Der neue Präsident der Zuse-Gemeinschaft, Prof. Dr. Martin Bastian (Bildquelle: SKZ)

Die Menschen in Deutschland befürworten einen hohen Stellenwert für die angewandte Forschung. Das ergab Ende 2019 eine bevölkerungsrepräsentative Umfrage im Auftrag der Zuse-Gemeinschaft. Damit solch angewandte Forschung in der bundespolitischen Arena mehr Gewicht bekommt, plädiert die 2015 gegründete Zuse-Gemeinschaft für mehr Fairness in der Forschungsförderung. Denn immer noch hat die anwendungsorientierte Forschung mit politisch bedingten Nachteilen zu kämpfen. Unser Institut ist eines von aktuell rund 75 Mitgliedern der Zuse-Gemeinschaft, in der sich die Forschungsinstitute branchenübergreifend vereint haben, um ihre Anliegen zur Geltung zu bringen. Der Zusammenschluss ist technologieoffen. Diese Offenheit übt Anziehungskraft aus, wie das Jahr 2019 mit drei neuen Mitgliedern aus unterschiedlichen Disziplinen zeigt. Zuwachs hat die Zuse-Gemeinschaft durch das Robert Boyle Institut aus Thüringen sowie aus Nordrhein-Westfalen durch das Oel-Waerme-Institut und die Gesellschaft für Angewandte Mikro- und Optoelektronik GmbH (AMO) bekommen.

Neuer Präsident der Zuse-Gemeinschaft ist seit 29. Oktober 2019 Prof. Dr. Martin Bastian, Institutsleiter am Kunststoff-Zentrum in Würzburg. Einstimmig wurde er zum Nachfolger von Dr. Ralf-Uwe Bauer gewählt. Neben verbesserter politischer Rahmenbedingungen hat sich Prof. Bastian als Ziele für den Verbund u.a. eine Stärkung der Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedern und einen weiteren Zuwachs an Mitgliedern auf die Fahnen geschrieben. Zentrale politische Forderung der Zuse-Gemeinschaft bleibt die Schaffung eines eigenen Haushaltstitels für die privatwirtschaftlich organisierten, gemeinnützigen Institute im Bundeshaushalt. Die Zuse-Gemeinschaft mit ihrer Geschäftsstelle in Berlin setzt auf einen Mix aus politischer und öffentlicher Kommunikation. Im Jahr 2019 standen Veranstaltungen und Treffen zu forschungspolitischen Themen ebenso auf dem Programm wie die Intensivierung der Pressearbeit. Der neu aufgelegte Newsletter ZUSE TRANSFERNEWS informiert über Highlights aus der Forschungspraxis der Institute ebenso wie über Neuigkeiten aus Politik und Wirtschaft.

---

Die Anmeldung zu den ZUSE TRANSFERNEWS ist über folgende Webseite möglich:  
[www.zuse-gemeinschaft.de/newsletter/anmeldung](http://www.zuse-gemeinschaft.de/newsletter/anmeldung)

Weitere Informationen finden Sie unter:  
[www.zuse-gemeinschaft.de](http://www.zuse-gemeinschaft.de)  
[twitter.com/Zuse\\_Forschung](https://twitter.com/Zuse_Forschung)

---



## Über die SIG

Die Sächsische Industrieforschungsgemeinschaft e.V. (SIG) spricht mit einer Stimme für die sächsischen gemeinnützigen externen Industrieforschungseinrichtungen. Um deren Kräfte in Sachsen zu bündeln, wurde am 30. April 2014 in Dresden die SIG gegründet. Ihr gehören derzeit 19 Mitglieder an.

Die Forschungsgemeinschaft stärkt mit ihrem weitreichenden Forschungsspektrum in Sachsen die transferorientierte, marktvorbereitende Forschung im Interesse des sächsischen Mittelstands. Die inhaltliche Fokussierung liegt einerseits in den sächsischen Zukunftsbranchen, andererseits auch immer am Puls zentraler Fragen wichtiger gesellschaftlicher Herausforderungen. Die SIG Mitglieder tragen in hohem Maße zur Steigerung der Innovationsfähigkeit im sächsischen Unternehmenssektor bei. 1070 Beschäftigte und ein Gesamtumsatz von 93 Mio. € (2018) unter dem Dach der SIG machen deutlich, wie wichtig Innovationen für notwendige Wachstumsprozesse für kleine und mittelständische Unternehmen sind.

Als bewährtes Bindeglied zwischen Wirtschaft und Wissenschaft haben gemeinnützige, externe Industrieforschungseinrichtungen einen erheblichen Anteil am exzellenten Ruf Sachsens auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung. Vereint arbeiten wir an Sicherung und Ausbau von qualifizierten Arbeitsplätzen in Forschung und Industrie in Sachsen.

## Leitbild und Werte

Interessenverband der sächsischen gemeinnützigen Industrieforschungseinrichtungen unter Wahrung der wirtschaftlichen Selbstständigkeit der SIG-Mitglieder, Stärkung der gemeinnützigen Industrieforschungslandschaft, Kooperationspartner des sächsischen Mittelstands für

marktorientierte Forschung und Entwicklung, Ausrichtung auf Erhalt und Erweiterung des Leistungsspektrums, Flexibilität und Schnelligkeit bezogen auf die Innovationskraft der Partner. Kontinuierliche Sicherung und Ausbau von qualifizierten Arbeitsplätzen in Forschung und Industrie

Inhaltliche Fokussierung auf Material-, Technologie- und Verfahrensentwicklung in den sächsischen Zukunftsbranchen:

### Werkstoffe & Materialien

Die Mitglieder der SIG befassen sich mit unterschiedlichen Aspekten der Werkstoff- und Materialforschung. So entstehen gemeinsame Forschungsansätze und -ideen.

### Technologie & Prozesse

Die Mitglieder der SIG entwickeln innovative Technologien und analysieren kritische Prozesse im Unternehmen mit dem Ziel, in geringerer Zeit und mit weniger Aufwand zu produzieren.

### Energie & Umwelt

Die Mitglieder der SIG tragen durch ihre Arbeit im Bereich der erneuerbaren Energien, energieeffizienten Technologien und der nachhaltigen Ressourcennutzung zur Green Economy bei. Sie unterstützen insbesondere die in Sachsen angesiedelten KMU, die mit ihrem für Cleantech relevantem Wissen die Umwelttechnologien voranbringen.

### Mensch & Gesundheit

Die Gesundheitsbranche soll sich am medizinischen und versorgungsseitigen Bedarf orientieren und insbesondere die mittelständisch geprägte Medizintechnikbranche am Standort Deutschland internationale Spitzenposition festigen und ausbauen. Auch eine engere Verknüpfung der Forschung in der Medizintechnik mit anderen Wissenschaftsbereichen wie der Informationstechnik oder der Lebenswissenschaften wird angestrebt. Mitglieder der SIG leisten Beiträge zur Gesundheitsforschung.



### Mobilität

Die Mitglieder der SIG entwickeln in ihren Forschungsaktivitäten die Mobilität der Zukunft maßgeblich mit. Sie nehmen die Wünsche und Erwartungen der Nutzer auf und eruieren die Voraussetzungen für eine Vernetzung von Verkehr, Fahrzeug und Energieversorgung.

### IT & Digitalisierung

Alle Lebensphasen moderner zukünftiger Produkte von der Idee über die Entwicklung, Fertigung, Nutzung und Wartung bis hin zum Recycling werden geprägt sein durch den Einfluss modernster Informations- und Kommunikationstechnik. Die Mitglieder der SIG sind beteiligt an der Entwicklung von Produkten, Methoden und Verfahren, die diesen Trend unterstützen und vorantreiben.

Die technische Infrastruktur einer Industrieforschungseinrichtung stellt die Grundlage praxisrelevanter Entwicklungen dar.

Das Institut konnte in den letzten 5 Jahren die wissenschaftliche Tiefe in den Forschungsschwerpunkten durch kontinuierlichen Ausbau der technischen Infrastruktur erweitern und anwendungsorientierte Entwicklungen vorantreiben.

Die im Jahr 2019 beantragten Investitionen betreffen wichtige strategische Entwicklungsbereiche des Instituts und ergänzen die vorhandene Infrastruktur zielführend. So bieten sie eine Reihe neuer Möglichkeiten, um Forschungsprojekte umfänglich zu bearbeiten, die im Interesse der kleinen und mittleren Unternehmen liegen.

Inhaltlich ist das ICM e.V. breit aufgestellt, um die mittelständischen Partner bei den verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zu unterstützen. Diese Breite ist unsere Stärke, da fast alle Gewerke im Haus vorhanden sind.

Häufig sind es Versuchs- und Simulationsaufgaben, die im Rahmen von Forschungsvorhaben von den Ingenieuren des ICM e.V. übernommen werden und deren Ergebnisse den Entwicklungsprozess nachhaltig voranbringen. Die im Rahmen der Investitionszulage beschafften Softwaretools zur Maschinendiagnostik sowie zur Entwicklung skalierbarer Simulationsmodelle erweitern die Möglichkeiten des ICM e.V. auf diesen Gebieten deutlich und werden daher qualitativ bessere Forschungsergebnisse ermöglichen.

Ebenso förderlich wirkt sich die Erweiterung des Werkstoffprüflabors zur Metallographie aus. Durch die bessere Kenntnis bezüglich der Ausgangswerkstoffe und Festigkeitsverläufe an Fügestellen kann das werkstofftechnische Potential bei der Konstruktion und Fertigung neuer

Bauteile besser ausgeschöpft werden. Somit wird es möglich, neue zukunftssichere Technologien in die innovativen Werkstoffentwicklungen einfließen zu lassen.

Ein weiterer Schwerpunkt der strategischen Ausrichtung des Instituts liegt seit mehreren Jahren im Kompetenzbereich umformtechnischer Lösungen und hier im Speziellen auf dem Gebiet des Innenhochdruck-Umformens. Der Ausbau der am Institut vorhandenen Ausstattung auch in diesem Feld ist dank der Unterstützung mittels Investitionszulage in den vergangenen Jahren stetig vorangeschritten. Mit der angeschafften Sonderhydraulik und spezieller mechanischer Komponenten kann die Versuchsdurchführung in der wirkmedienbasierten Umformung weiter vorangetrieben werden.

Eine Stärkung dieses Bereichs wird ebenfalls durch die im Rahmen der Investitionszulage angeschafften Versuchswerkzeuge zur Umformung von dünnwandigen Rohren mit hoher Komplexität erreicht. Eine Technologieentwicklung im Bereich dünnwandiger Bauteile für unterschiedliche Anwendungsbereiche auch außerhalb der Automobilindustrie wird damit möglich.

Ein Forschungsbereich, der in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen hat, ist die Entwicklung individueller Automatisationslösungen für kleine Losgrößen.

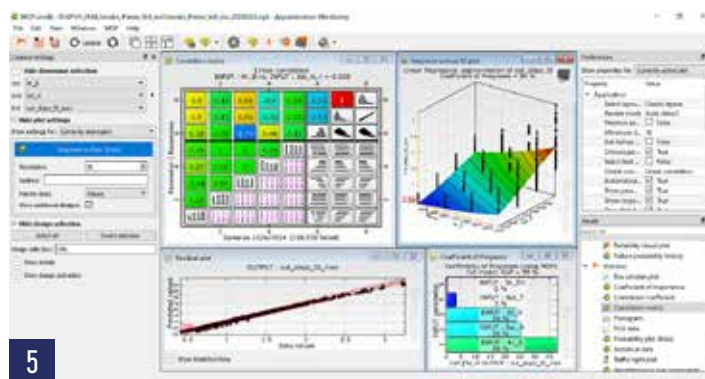
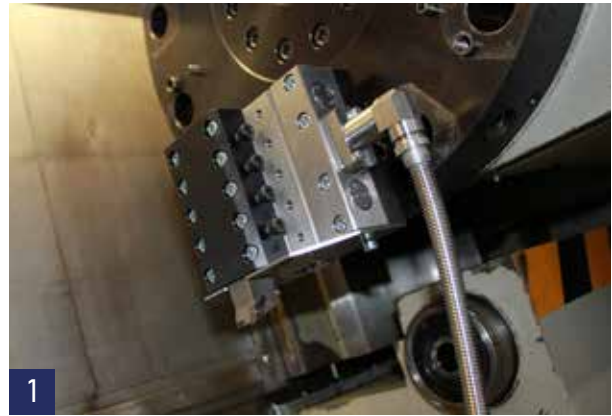
Anknüpfend an bereits in der Vergangenheit getätigte Investitionen auf diesem Gebiet kann die Forschungs- und Anwendungsumgebung am Institut mit den Neuinvestitionen in ein MRK-fähiges fahrbares Transportsystem und die IT-Infrastruktur weiter ausgebaut werden.

Somit können die Unternehmen einerseits direkt vor Ort praktische Einblicke in die Thematik Automation und Mensch-Roboter-Kollaboration erhalten und es können andererseits auch Forschungs- und Entwicklungsaufgaben aus dem Themenfeld Industrie 4.0 bearbeitet werden.

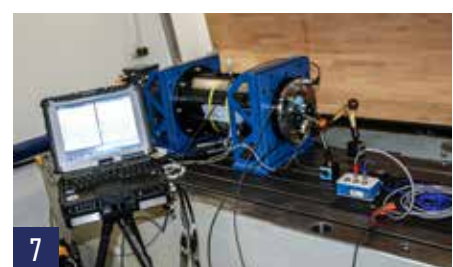


Zusammenfassend konnten folgende investive Maßnahmen erfolgreich umgesetzt werden:

- I Maschinendiagnostik-Tool
- II Sonderhydraulik sowie mechanische Komponenten für die Integration der wirkmedienbasierten Umformung in hydraulischer Mehrzweckpresse
- III Versuchswerkzeug zur Umformung dünnwandiger Rohre
- IV Softwarepaket zur Entwicklung von skalierbaren Simulationsmodellen
- V Erweiterung des Werkstoffprüflabors (Metallographie)
- VI MRK-fähiges, fahrbares Transportsystem
- VII IT-Infrastruktur zur Errichtung einer Forschungs-, Test- und Entwicklungs-umgebung für Mensch-Roboter-Kolla-boration



- 1: Versuchsstand für Messungen an der Hauptspindel
- 2: Dichtstempel für ein Versuchswerkzeug zur Umformung dünnwandiger Rohre
- 3: Struers Citopress 5 - Warmeinbettpresse für die Präparation metallografischer Proben
- 4: Druckübersetzer für hydraulische Mehrzweckpresse
- 5: Programm für Simulationen: Optislang Screenshot
- 6: Werkzeugeinsätze zur Ausformung dünnwandiger Rohre
- 7: Schwingungsmessung Rotordynamik



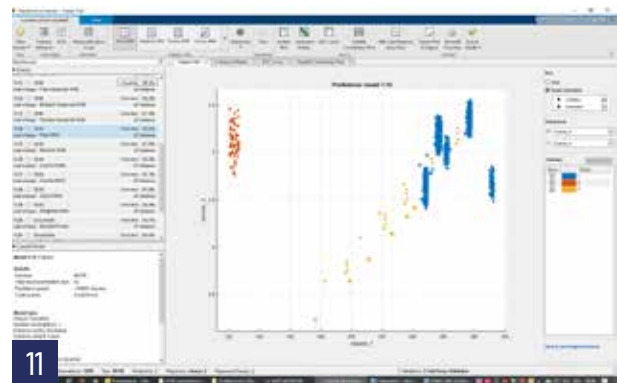




8



9



11

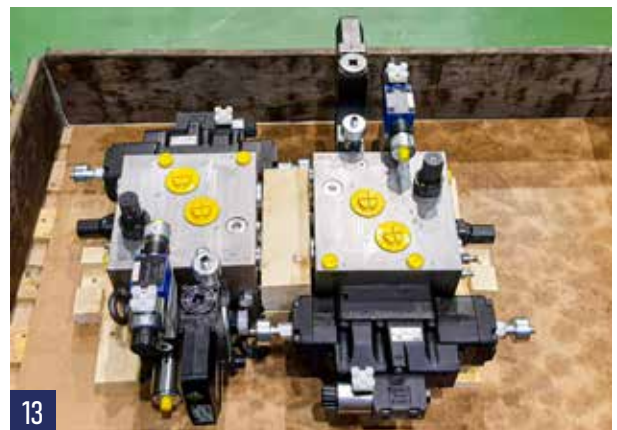


10



12

- 8: Hydraulikaggregat für Mehrzweckpresse
- 9: Aufbau Schwingungsmessung am Spindelversuchsstand
- 10: Montronix Messung der Schwingung an der Blockeinheit im Linearantrieb
- 11: Programm für Simulationen und Firmware Erstellung: MatLab Screenshot
- 12: HRC Härteprüfgerät DÜramin
- 13: Hydraulikblöcke für Mehrzweckpresse



13

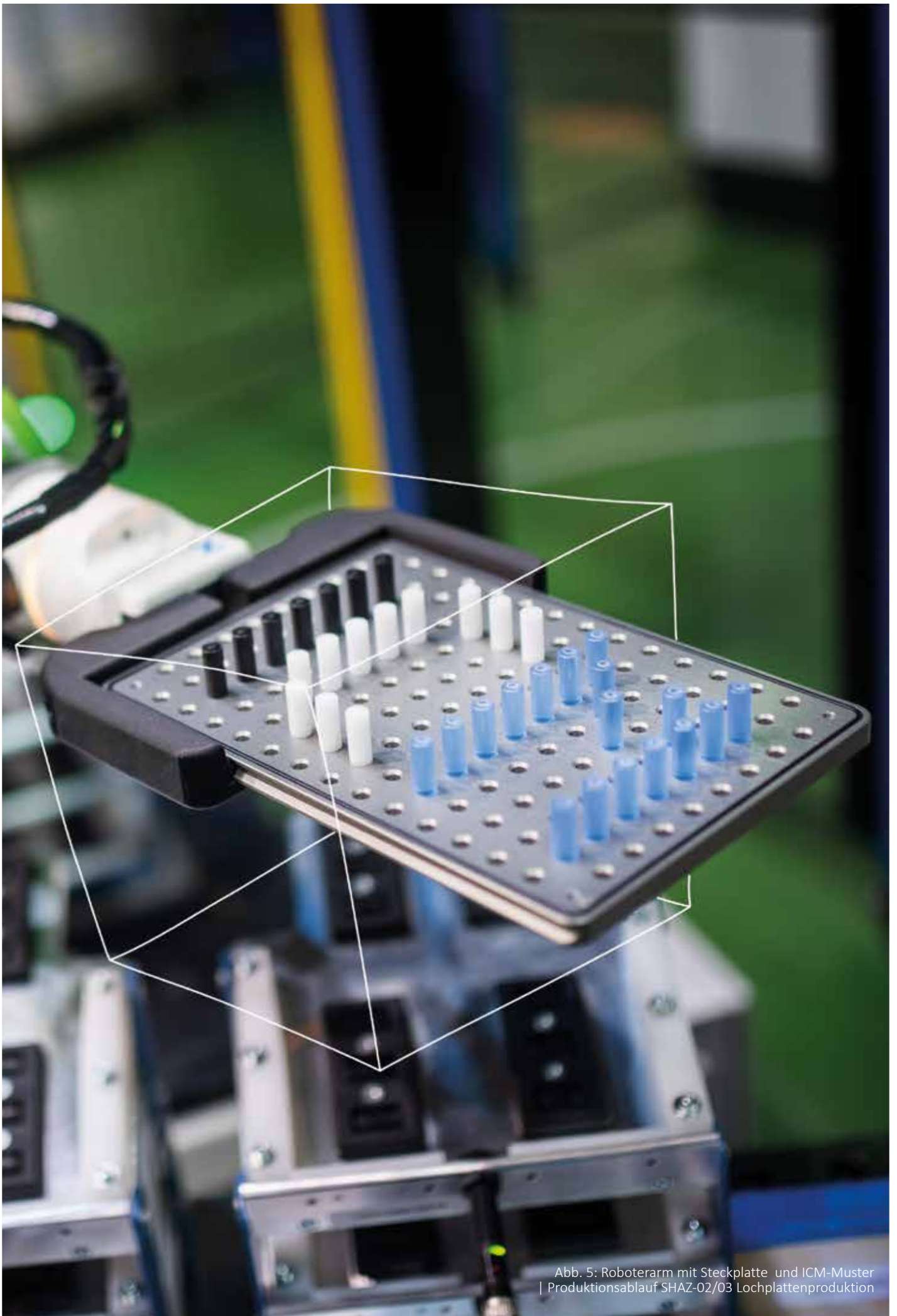
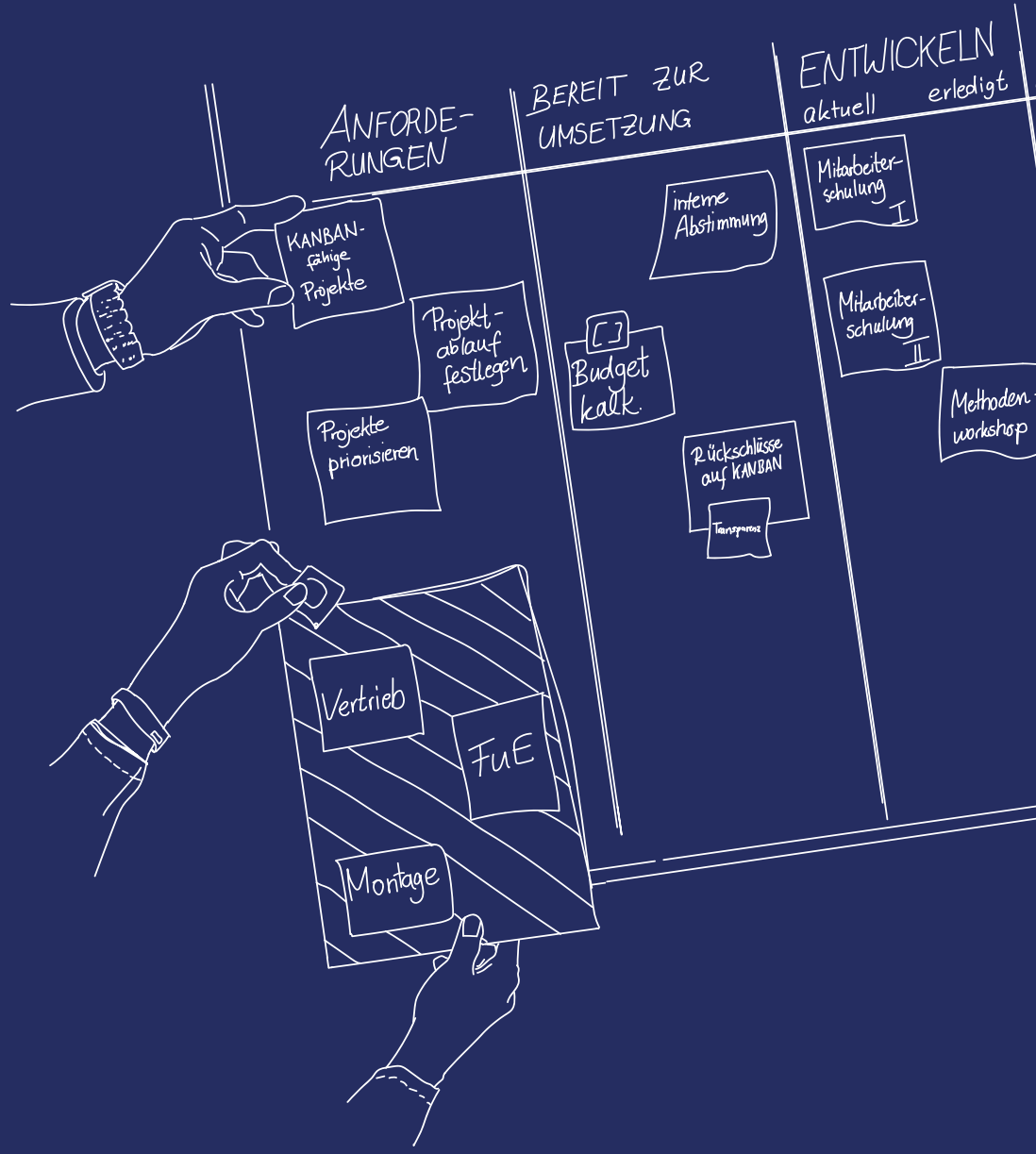


Abb. 5: Roboterarm mit Steckplatte und ICM-Muster  
| Produktionsablauf SHAZ-02/03 Lochplattenproduktion





## Abgeschlossene Projekte

Peripherie- und Komponentenentwicklung für eine adaptronische Hauptspindel

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
EFRE | SAB

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Ing. (FH) Christian Rutter

**Laufzeit:**  
02/2016 –  
01/2019

**Forschungsfeld:**  
Produktionstechnik

Entwicklung eines ganzheitlichen 48 V Elektronikkonzepts für Elektroleichtfahrzeuge (GENERIC48V)

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMBF | VDI/VDE

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Ing. Jens Heinrich

**Laufzeit:**  
04/2016 –  
09/2019

**Forschungsfeld:**  
Ressourcen- und Energieeffizienz

Neue Konzepte zur Umsetzung von kollaborativen Montagesystemen für kleine und schwankende Produktionsstückzahlen sowie deren erfolgreiche Einführung in KMU (KUKoMo)

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMBF | PTKA

**Ansprechpartner:**  
M.Sc. Kristin Massalsky

**Laufzeit:**  
10/2016 –  
12/2019

**Forschungsfeld:**  
Produktionstechnik, Informations- und Kommunikationstechnologien

Entwicklung eines innovativen Anlagen- und Werkzeugsystems für die thermisch unterstützte und wirkmedienbasierte Metallformung am Beispiel des superplastischen Umformens

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMW i | VDI/VDE

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Ing. (FH) Ing. Thomas Burkhardt

**Laufzeit:**  
01/2017 –  
03/2019

**Forschungsfeld:**  
Produktionstechnik

Entwicklung eines kombinierten Radsatz-Drehgestell-Wechslers

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMW i | VDI/VDE

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Wirt.-Ing. Andreas Schneider

**Laufzeit:**  
02/2017 –  
05/2019

**Forschungsfeld:**  
Ressourcen- und Energieeffizienz

Entwicklung einer dynamischen Stützlastmessung mit anschließender Auswerteeinheit zur Einstellung einer optimalen Stützlast an Nutzfahrzeuganhängern

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMW i | AiF

**Ansprechpartner:**  
Alexander Kunert

**Laufzeit:**  
03/2017 –  
02/2019

**Forschungsfeld:**  
Informations- und Kommunikationstechnologien

Entwicklung eines universell konfigurierbaren Verschleißprüfsystems für Endoprothesen

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMW i | AiF

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Ing. (FH), M.Eng. Thomas Reuter

**Laufzeit:**  
04/2017 –  
09/2019

**Forschungsfeld:**  
Ressourcen- und Energieeffizienz

Einseitige kaltumformende Rohrendenschließung für das IHU

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMW i | Euronorm

**Ansprechpartner:**  
Dr. rer. nat. Klaus Hoyer

**Laufzeit:**  
05/2017 –  
03/2019

**Forschungsfeld:**  
Produktionstechnik

Entwicklung einer Fertigungstechnologie zur Herstellung hochpräziser Tiefziehhalbzeuge für eine zu entwickelnde gekoppelte IHU-/Stanztechnologie

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMW i | VDI/VDE

**Ansprechpartner:**  
Dr. rer. nat. Klaus Hoyer

**Laufzeit:**  
05/2017 –  
04/2019

**Forschungsfeld:**  
Produktionstechnik

Entwicklung eines prädiktiven Instandhaltungssystems zur Effizienzsteigerung von Produktionsabläufen unter Nutzung vorhandener Maschinen- und Produktionsdaten am Beispiel der Umformtechnik

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMW i | VDI/VDE

**Ansprechpartner:**  
M.Sc. Kristin Massalsky

**Laufzeit:**  
06/2017 –  
05/2019

**Forschungsfeld:**  
Ressourcen- und Energieeffizienz ,  
Informations- und Kommunikationstechnologien



Entwicklung einer Fertigungstechnologie zur prozesssicheren Herstellung blasenfrei verklebter Glas- und Edelstahlkomponenten für den Einsatz in der Beheizungstechnik von Backwaren

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMW | AiF

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Ing. (FH) Micha Seidel

**Laufzeit:**  
06/2017 –  
05/2019

**Forschungsfeld:**  
Produktionstechnik

Entwicklung und Bau einer Niederdruckgießanlage zur gesteuerten Formfüllung für hochschmelzende Materialien

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMW | AiF

**Ansprechpartner:**  
Dr.-Ing. Malkhaz Aitsuradze

**Laufzeit:**  
10/2017 –  
09/2019

**Forschungsfeld:**  
Produktionstechnik, Ressourcen- und  
Energieeffizienz

## Laufende Projekte

Adaptive Smart Service Systeme zur Optimierung und Steuerung von Produktionssystemen auf Basis bedarfsorientiert konfigurierbarer Smart Data Bausteine

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMBF | PTKA

**Ansprechpartner:**  
M.Sc. Kristin Massalsky

**Laufzeit:**  
08/2017 –  
12/2020

**Forschungsfeld:**  
Informations- und Kommunikations-  
technologien, Innovationsmanagement

Smart University Grid Saxony<sup>5</sup> - Wissensströme intelligent vernetzen

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMBF | PTJ

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Wirt.-Ing. Andreas Schneider

**Laufzeit:**  
01/2018 –  
12/2022

**Forschungsfeld:**  
Innovationsmanagement

Entwicklung eines autarken Alarmglases mit in der Verglasung integriertem Solarmodul und einer Datenübertragungseinheit zur Gebäudesicherung gegen Einbruch

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMW | AiF

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Ing. (BA) Sebastian Walther

**Laufzeit:**  
03/2018 –  
02/2020

**Forschungsfeld:**  
Informations- und Kommunikations-  
technologien

Verfahrenskombination aus Innenhochdruck-Umformen und Kaltwalzen zur Herstellung leichtgewichtiger Antriebs- und Getriebewellen für den vorzugsweisen Einsatz in Elektrofahrzeugen

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMW | Euronorm

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Ing. Thomas Güra

**Laufzeit:**  
01/2018 –  
08/2020

**Forschungsfeld:**  
Produktionstechnik

Entwicklung eines universellen Überwachungsmoduls zur energetischen Potentialerkennung sowie Datenaufnahme und -analyse an vorhandenen Bestandsmaschinen

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMW | Euronorm

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Ing. Andreas Grundmann

**Laufzeit:**  
01/2018 –  
06/2020

**Forschungsfeld:**  
Informations- und Kommunikations-  
technologien

Universelles Werkzeugwechselsystem für den Mittelstand

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMW | Euronorm

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Ing. Jens Rolle

**Laufzeit:**  
04/2018 –  
03/2020

**Forschungsfeld:**  
Produktionstechnik

Entwicklung einer Technologie und einer Anlage zum kontinuierlichen Abtragsschleifen von Draht

**Fördermittelgeber | Projektträger:**  
BMW | Euronorm

**Ansprechpartner:**  
Dipl.-Ing. (FH) David Neumann

**Laufzeit:**  
08/2018 –  
01/2021

**Forschungsfeld:**  
Produktionstechnik

## Laufende Projekte

Entwicklung eines neuen Unterstützungssystems, einer mobilen Rettungsbox

|                                                            |                                                                  |                                       |                                              |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   VDI/VDE | <b>Ansprechpartner:</b><br>Dipl.-Ing. (FH), M.Eng. Thomas Reuter | <b>Laufzeit:</b><br>09/2018 – 02/2021 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Produktionstechnik |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|

Entwicklung und Integration von skalierten Simulationsmodellen zur Antriebs- und Regelungsauslegung sowie zur Bewertung dynamischer Systemeigenschaften in der frühen Entwicklungsphase am Beispiel hydraulischer Pressen

|                                                             |                                                    |                                       |                                              |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   Euronorm | <b>Ansprechpartner:</b><br>Dipl.-Ing. Georg Ivanov | <b>Laufzeit:</b><br>12/2018 – 05/2021 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Produktionstechnik |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|

Entwicklung einer Horizontalbohranlage für den Streckenvortrieb und zur Gewinnung

|                                                        |                                                       |                                       |                                              |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   AiF | <b>Ansprechpartner:</b><br>Dr.-Ing. Sebastian Ortmann | <b>Laufzeit:</b><br>11/2018 – 10/2020 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Produktionstechnik |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|

Entwicklung eines hochdruckfesten Kompaktwärmeübertragers

|                                                        |                                              |                                       |                                              |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   AiF | <b>Ansprechpartner:</b><br>Dr.-Ing. Tom Marr | <b>Laufzeit:</b><br>01/2019 – 06/2021 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Produktionstechnik |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|

Wirkmedienbasiertes Fertigungsverfahren zur formlosen Herstellung von innenstrukturierten Hohlkörperbauteilen

|                                                            |                                                 |                                       |                                              |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   VDI/VDE | <b>Ansprechpartner:</b><br>M.Sc. Pierre Fischer | <b>Laufzeit:</b><br>10/2018 – 03/2021 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Produktionstechnik |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|

Entwicklung einer intelligenten, mobilen Trainingsstation für Nutzer mit dementieller Symptomatik

|                                                        |                                             |                                       |                                                                        |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   AiF | <b>Ansprechpartner:</b><br>Alexander Kunert | <b>Laufzeit:</b><br>11/2018 – 10/2020 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Informations- und Kommunikationstechnologien |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

FuturePro- Nachhaltige Steigerung der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit bei KMU des Maschinen- und Anlagenbaus durch maßgeschneiderte Projektmanagementsysteme

|                                                        |                                                |                                       |                                                 |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   AiF | <b>Ansprechpartner:</b><br>M.Sc. Carolin Böhme | <b>Laufzeit:</b><br>03/2019 – 02/2021 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Innovationsmanagement |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|

HZwo: FRAME InTherm (VP2.5)  
Intelligentes Thermomanagementmodul für Brennstoffzellenkleinfahrzeuge

|                                                         |                                                     |                                       |                                                            |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>EFRE   SAB | <b>Ansprechpartner:</b><br>Dipl.-Ing. Jens Heinrich | <b>Laufzeit:</b><br>03/2019 – 02/2022 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Ressourcen- und Energieeffizienz |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------|

Technologieentwicklung für konturgenaue 3D-Vermessung

|                                                             |                                               |                                       |                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   Euronorm | <b>Ansprechpartner:</b><br>M.Sc. Anton Ivanov | <b>Laufzeit:</b><br>07/2019 – 12/2021 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Produktionstechnik, Informations- und Kommunikationstechnologien |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|

Development of a Configurator for implementing Human Robot Collaboration (HRC)- HRC-CODE

|                                                         |                                               |                                       |                                                                        |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMBF   DLR | <b>Ansprechpartner:</b><br>M.Sc. Jonas Hummel | <b>Laufzeit:</b><br>08/2019 – 07/2021 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Informations- und Kommunikationstechnologien |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

Entwicklung einer elektrisch unterstützten Radnabenlenkung für dreirädrige Fahrzeugkonzepte in Vorbereitung auf teil- oder vollautonome Fahrfunktionen

|                                                        |                                                     |                                          |                                                            |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   AiF | <b>Ansprechpartner:</b><br>Dipl.-Ing. Jens Heinrich | <b>Laufzeit:</b><br>07/2019 –<br>06/2022 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Ressourcen- und Energieeffizienz |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------|

Grundlagenuntersuchung zur erweiterten Quantifizierung der ophthalmologischen Diagnose am Großtier durch multimodale Gerätekombination

|                                                             |                                                         |                                          |                                                                        |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   Euronorm | <b>Ansprechpartner:</b><br>Dipl.-Ing. Andreas Grundmann | <b>Laufzeit:</b><br>03/2017 –<br>02/2019 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Informations- und Kommunikationstechnologien |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

Entwicklung eines Rohrzuführ- sowie eines Innendämpfungssystems für die Endenbearbeitung großer Rohre

|                                                        |                                                          |                                          |                                              |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   AiF | <b>Ansprechpartner:</b><br>Dipl.-Ing. (FH) David Neumann | <b>Laufzeit:</b><br>08/2019 –<br>07/2021 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Produktionstechnik |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|

Konturgenaues automatisiertes Fügen von Wärmetauschern

|                                                             |                                                         |                                          |                                              |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   Euronorm | <b>Ansprechpartner:</b><br>Dipl.-Ing. Andreas Grundmann | <b>Laufzeit:</b><br>01/2020 –<br>12/2021 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Produktionstechnik |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|

Entwicklung einer Fertigungstechnologie zur Herstellung von Dichtungslippen auf hoch beanspruchten Bauteilen

|                                                        |                                                         |                                          |                                              |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   AiF | <b>Ansprechpartner:</b><br>Dipl.-Ing. (FH) Micha Seidel | <b>Laufzeit:</b><br>10/2019 –<br>09/2021 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Produktionstechnik |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|

Entwicklung einer Kompaktsterilisationsanlage für infektiöse bzw. toxische Abfälle mit intelligentem Überwachungssystem

|                                                            |                                              |                                          |                                                                        |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   VDI/VDE | <b>Ansprechpartner:</b><br>M.Sc. Conrad Luft | <b>Laufzeit:</b><br>12/2019 –<br>11/2021 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Informations- und Kommunikationstechnologien |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

## Netzwerkprojekte

Mittelstand 4.0 - Kompetenzzentrum Chemnitz

|                                                        |                                                    |                                                                                     |                                                                                               |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   DLR | <b>Ansprechpartner:</b><br>M.Sc. Kristin Massalsky | <b>Laufzeit:</b><br>Phase I: 08/2016 –<br>07/2019<br>Phase II: 08/2019 –<br>07/2021 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Innovationsmanagement, Informations- und Kommunikationstechnologien |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

Kompetenznetzwerk zur Entwicklung systemintegrierbarer, technisch-technologischer Lösungen für die Zerspanung (MATZE)

|                                                            |                                                                                          |                                                                                     |                                              |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   VDI/VDE | <b>Ansprechpartner:</b><br>Dipl.-Wirt.-Ing. Andreas Schneider,<br>Dipl.-Hdl. Sylke Spröd | <b>Laufzeit:</b><br>Phase I: 07/2018 –<br>06/2019<br>Phase II: 08/2019 –<br>07/2021 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Produktionstechnik |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|

Kooperationsnetzwerk Automation und Robotik für den Mittelstand (AuRoMi)

|                                                            |                                                        |                                                   |                                                 |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Fördermittelgeber   Projektträger:</b><br>BMW   VDI/VDE | <b>Ansprechpartner:</b><br>Dr.-Ing. Torsten Hildebrand | <b>Laufzeit:</b><br>Phase I: 07/2019 –<br>06/2020 | <b>Forschungsfeld:</b><br>Innovationsmanagement |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|

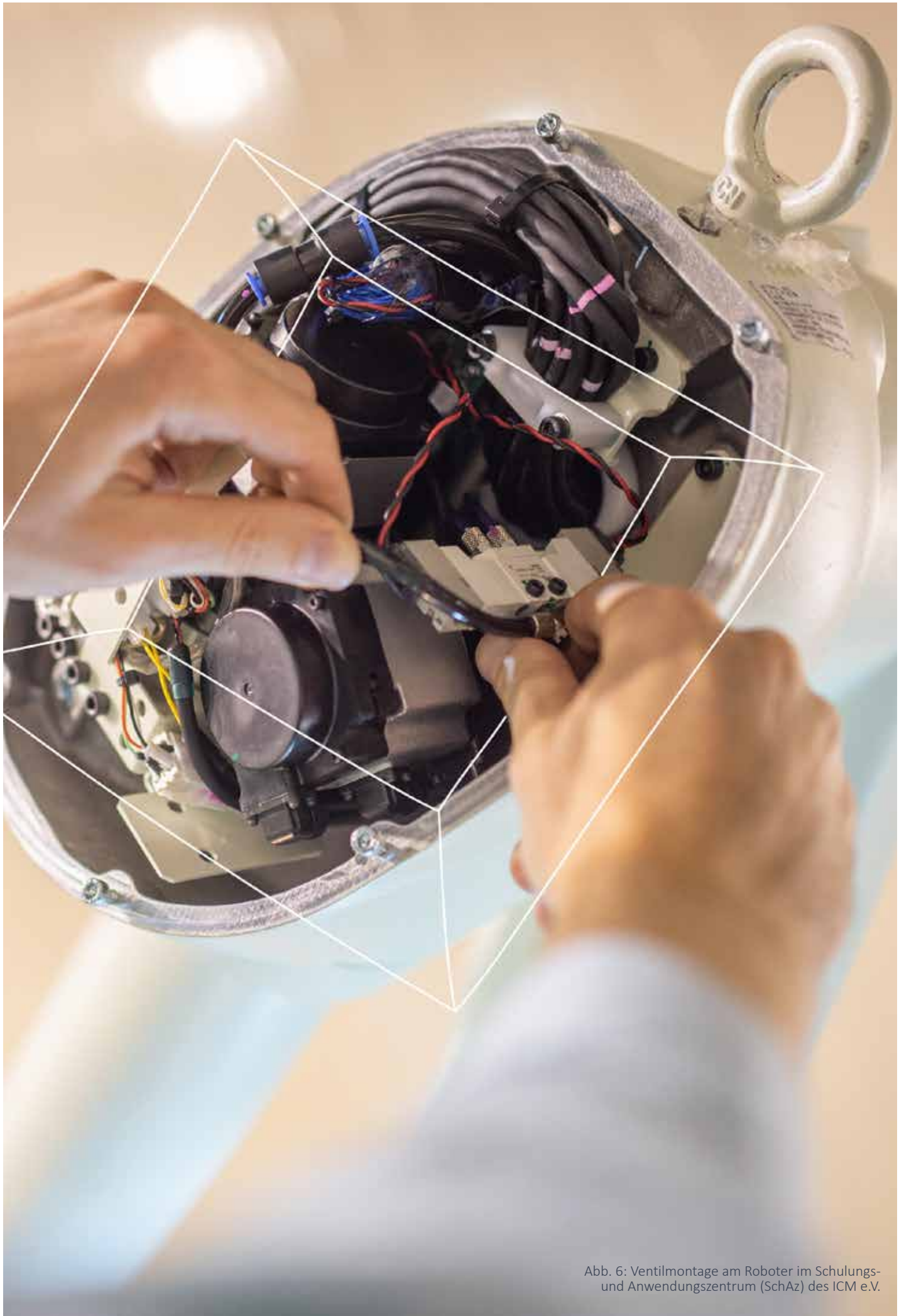
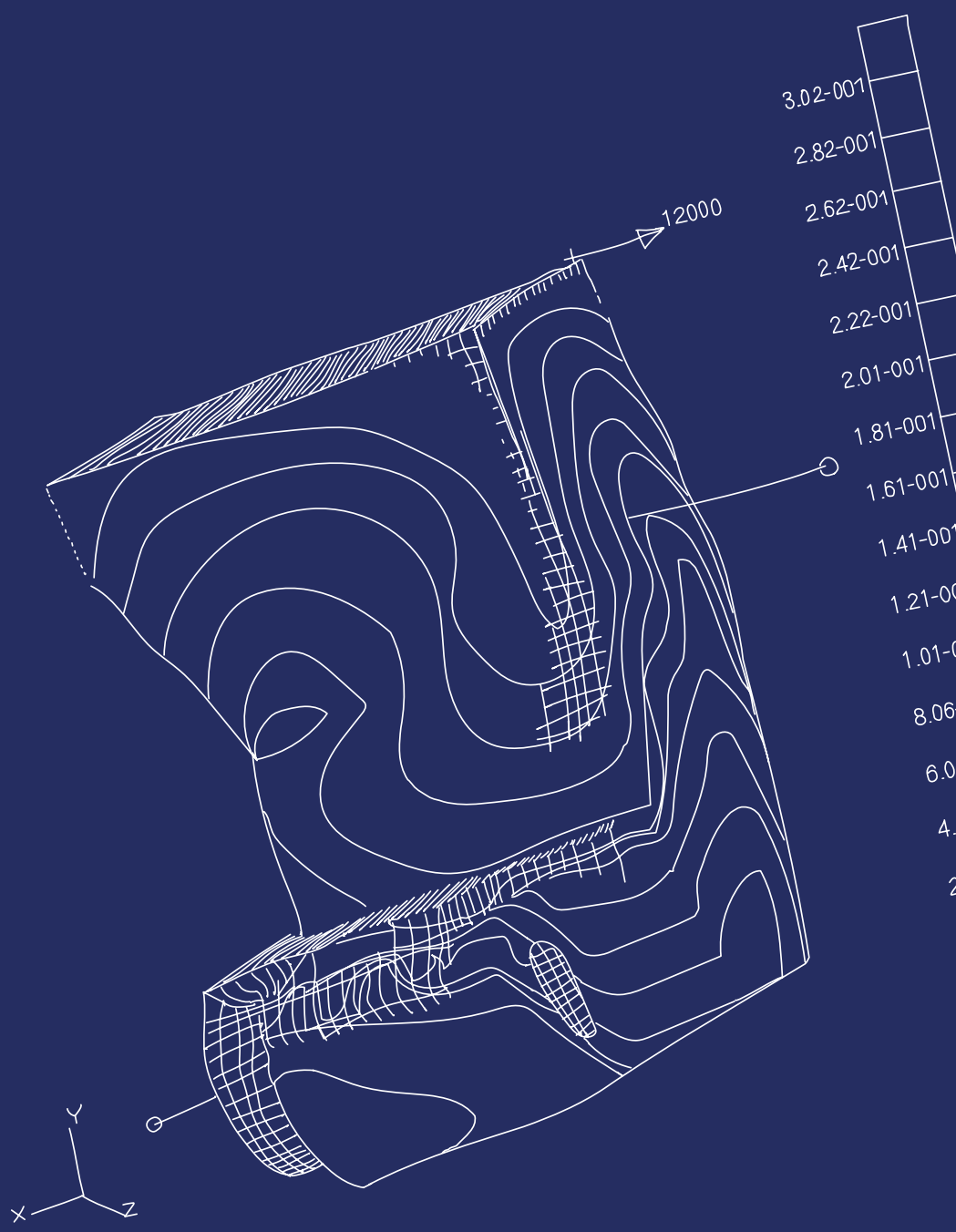


Abb. 6: Ventilmontage am Roboter im Schulungs- und Anwendungszentrum (SchAz) des ICM e.V.



# Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Detail



03



# Peripherie- und Komponentenentwicklung für eine adaptronische Hauptspindel

## Projektlaufzeit

02/2016 - 01/2019

## Fördermittelgeber

Europa fördert Sachsen.  
**EFRE**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung



Europäische Union

## Projekträger

**SAB**  
SÄCHSISCHE  
AUFBAU/BANK

## Ausgangssituation

Die Hauptspindel ist eine zentrale Baugruppe einer spanenden Werkzeugmaschine und direkt für die Bearbeitungsqualität sowie Fertigungsgenauigkeit und damit für die eigentliche Produktionsleistung der Gesamtmaschine ausschlaggebend. An die Hauptspindel werden höchste Anforderungen hinsichtlich statischer, dynamischer und thermischer Stabilität gestellt. Von wesentlicher Bedeutung ist die optimale Wahl der Vorspannung der Spindellager. Diese hat einen großen Einfluss auf Lagertemperatur, Lagerverschleiß, maximal erreichbare Spindeldrehzahl, maximal zulässige Bearbeitungskräfte sowie letztendlich auf eine effiziente Fertigung. Stark variierende Zerspankräfte und Spindeldrehzahlen, wie sie beispielsweise bei der Komplettbearbeitung von Bauteilen auf einer Maschine auftreten, erfordern theoretisch eine individuell eingestellte Lagervorspannung.

Diese wird bei den derzeit erhältlichen Spindeln bei der Konstruktion auf einen festen Wert eingestellt und kann später nicht bzw. kaum verändert werden. Diese Festlegung ist immer ein Kompromiss, welcher das Potential der Spindel stark einschränkt.

Durch gezielte industrielle Forschung und Entwicklung konnte am ICM e.V. bereits ein Demonstrator einer adaptronischen Motorspindel entwickelt und erprobt werden. Es wurde erfolgreich gezeigt, dass die Lagervorspannung durch ein hydraulisch aktuiertes Vorspannelement prinzipiell stufenlos einstellbar ist. Es zeigte sich auch, dass für die Praxistauglichkeit weiterführende Arbeiten erforderlich waren.

## Zielstellung

Das primäre Ziel war die Marktfähigkeit bzw. Praxistauglichkeit von neuartigen adaptronisch anpassbaren Hauptspindelsystemen nachzuweisen und zu erreichen. Hierfür mussten die für eine sichere Auslegung sowie einen erfolgreichen Einsatz erforderlichen theoretischen Grundlagen erforscht und aufbereitet werden. Weiterhin wurden diverse Systemeigenschaften und Funktionalitäten des bereits entwickelten Vorspannelements sowie Integrationsmöglichkeiten in Spindelsysteme von Werkzeugmaschinen weiter optimiert.

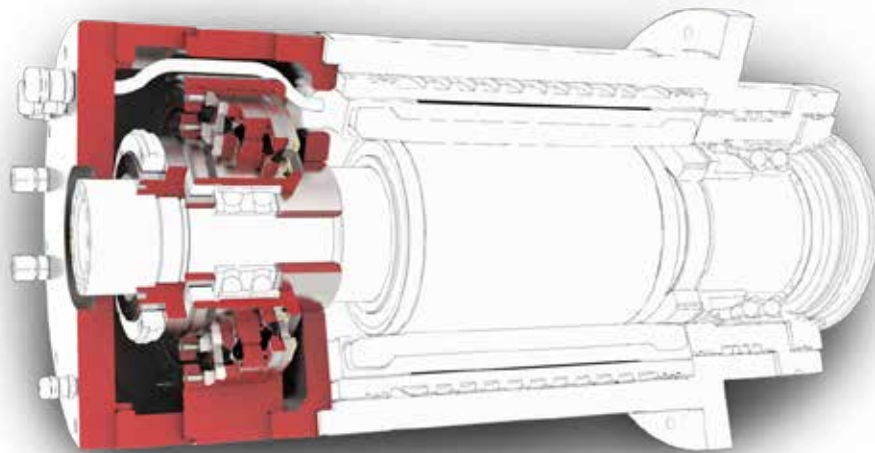


Abb. 7: Schnittdarstellung einer adaptronischen Motorspindel mit hervorgehobenem Vorspannmodul

- Steuer- und  
Regelungsmodul **1**
- Messverstärker für  
Wirbelstromsensor **2**
- Temperatursensor  
Lageraußenringe **3**
- Temperatursensor  
Spindelgehäuse **4**
- Sensorträger mit Wir-  
belstromsensor **5**



Abb. 8: Vorspannmodul mit Hublagen- und Temperaturmesstechnik;  
Steuer- und Regelungsmodul

## Ergebnis

Im Verlauf des Projektes ist es gelungen, die erforderlichen theoretischen Grundlagen zu erarbeiten, welche für die zielgerichtete Auslegung und einen sicheren Betrieb von Spindelsystemen mit hydraulisch aktuiertem Vorspannelement erforderlich sind. Umfangreiche Berechnungen, Simulationen und experimentelle Untersuchungen auf den Gebieten der Wälzlagerkinematik, des thermischen Verhaltens von Spindelsystemen im instationären Bearbeitungsbetrieb sowie der modellbasierten Regelung der Vorspannkraft in einem hydraulisch aktuierten System wurden durchgeführt. Im Ergebnis fand eine Erweiterung der aktuellen Berechnungsmodelle und eine Konstruktionsmethodik für derartige Spindelsysteme statt.

Insbesondere die Genauigkeit sowie das thermische Verhalten determinierende Eigenschaften des Vorspannelements konnten wesentlich verbessert werden. Aufbauend wurde die im Vorgängerprojekt entstandene Demonstratorspindel aufgerüstet. Durch erste Testläufe und Zerspanversuche wurde anschließend deren prinzipielle Praxistauglichkeit erfolgreich nachgewiesen.

Ein weiterer Arbeitspunkt war die Weiterentwicklung des Steuer- und Regelungsmoduls inkl. der erforderlichen Software, um eine prozesssichere digitale Einbindung der Vorspannungssteuerung in die Maschinensteuerung zu gewährleisten. Die neu entwickelte Software wurde modular aufgebaut. So konnte eine maximale Flexibilität hinsichtlich der Implementierung verschiedener Sollwertvorgabealgorithmen für die Ermittlung der jeweils optimalen Vorspannkraft aus den aktuellen Prozessdaten gewährleistet werden. Im Zuge der Entwicklung eines Sollwertvorgabealgorithmus konnten verschiedene Ansätze für Optimierungsstrategien

formuliert werden. Die Anpassung der Lagervorspannung könnte neben der ursprünglich anvisierten Gebrauchsdauersteigerung auch zur Optimierung des Warmlaufverhaltens oder zur Verbesserung der dynamischen Stabilität des Zerspanprozesses verwendet werden.

## Ausblick

Zur Steigerung der Marktakzeptanz ist es über das Projekt hinaus erforderlich, die aufgezeigten Optimierungsstrategien schrittweise durch gezielte Zerspanversuche zu erforschen und zu optional nutzbaren Technologiemodulen weiter zu entwickeln. Weiter sollen auf der Versuchsmaschine des ICM e.V. Demonstrationsversuche vorbereitet werden, welche den aktuellen Forschungsstand widerspiegeln und potentiellen Endanwendern Vorteile und Funktionsweise dieser neuen Technologie näherbringen.

Zur weiteren Erhöhung der Betriebssicherheit sowie zur stetigen Erweiterung der Einsatzgrenzen soll die Forschung auf dem Gebiet der Wälzlagertheorie weiter vorangetrieben werden. Insbesondere das Schlupfverhalten der Wälzkörper bei hohen Beschleunigungen, die Stabilität des EHD-Kontaktes unter Extrembedingungen oder das Verschleißverhalten von Spindellagern im Stillstand unter oszillierenden Lasten sind von großem Interesse.

## Projektpartner

- Spindel- und Lagerungstechnik  
Fraureuth GmbH
- Technische Universität Chemnitz, Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse, Professur Werkzeugmaschinen und Umformtechnik



# Entwicklung eines ganzheitlichen 48V Elektronikkonzepts für Elektroleichtfahrzeuge

## Projektlaufzeit

04/2016 - 09/2019

## Fördermittelgeber



## Projektträger



## Ausgangssituation

Im Regierungsprogramm Elektromobilität der Bundesregierung wird darauf verwiesen, dass die Elektromobilität ein wichtiges Element der klimagerechten Energie- und Verkehrspolitik darstellt. Insgesamt ist in den vergangenen Jahren das Interesse an der Umsetzung umweltfreundlicher und energieeffizienter Fortbewegungsmittel stetig gestiegen. Unter der Bedingung der Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien ermöglicht die Elektromobilität eine CO<sub>2</sub> – freie Fortbewegung. Um die Luftverschmutzung in den Ballungsräumen zu reduzieren, werden staatliche Regularien zum Schadstoffausstoß zukünftig unvermeidbar sein und herkömmliche Antriebssysteme werden nach und nach durch alternative Antriebskonzepte und neue Mobilitätsformen abgelöst werden.

## Zielstellung

Innerhalb des Forschungsvorhabens bestand das Ziel darin, einen ganzheitlichen Systemansatz im Rahmen eines Gesamtfahrzeugkonzeptes für leichtgewichtige Elektrofahrzeuge der Klasse L auf Grundlage einer 48 V-Spannungsebene zu entwickeln. Schwerpunkte des Teilprojektes bilden dabei die Betrachtung verschiedener Antriebs- und Akkukonzepte zur Sicherung einer universellen Einsetzbarkeit der EMV-Bodengruppe, die Integration des Antriebsstrangs

und der Akkumulatoren in das Demonstratorfahrzeug, die Klimatisierung der Bodengruppe sowie die Testentwicklung und die Funktionstests an der Bodengruppe.

## Ergebnisse

Das Vorhaben wurde als Verbundvorhaben unter Leitung der Areus Engineering GmbH im Rahmen des BMBF Programms „KMU-innovativ“ mit dem ICM e.V. und sechs weiteren Partnern (Beldrive Engineering GmbH, Modellbau Roth GmbH & Co. KG, Pendix GmbH, SLG Prüf- und Zertifizierungs GmbH, TU Chemnitz – Professur Alternative Fahrzeugantriebe und Turck Beierfeld GmbH) durchgeführt.

Da die in den einzelnen Teilvorhaben entwickelten prototypischen Lösungen in den entstehenden Fahrzeugdemonstrator integriert werden mussten, war eine enge Zusammenarbeit, Abstimmung und Organisation der Partner notwendig. Aus diesem Grund war das ICM e.V. in fast alle Arbeitspakete eingebunden und hatte die Aufgabe der Schnittstellenkoordination und Bauteilintegration. Das betraf unter anderem Antriebsstrang, Bordnetzsystem, Akkumulatoren und die Einzelkomponenten. Daneben wurden die Konzepte für Antrieb, Energieversorgung und Steuerung mitentwickelt. Das komplette Klimatisierungskonzept der Bodengruppe mit Blick auf das gesamte Demonstratorfahrzeug wurde durch das ICM e.V. erarbeitet.

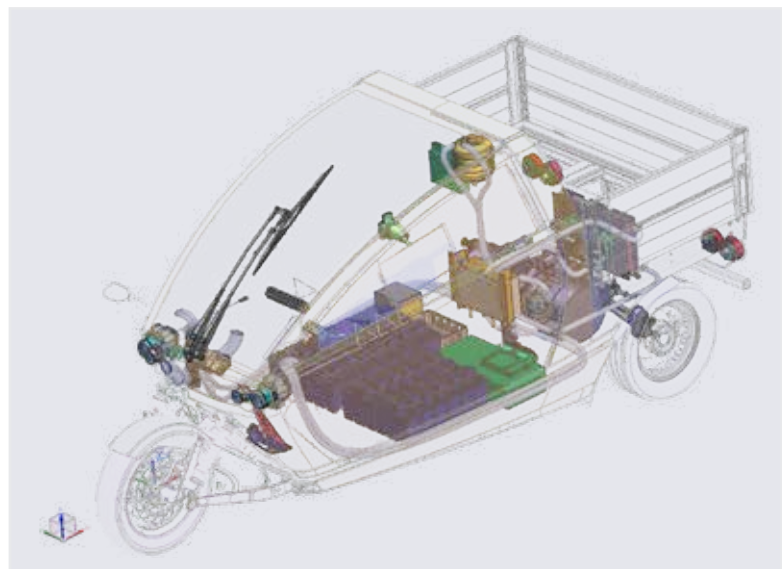


Abb. 9: GEN 48V EMV Bodengruppenkomponenten



Im Ergebnis des Vorhabens konnte ein ganzheitlicher Systemansatz im Rahmen eines Gesamtfahrzeugkonzepts für leichtgewichtige Elektrofahrzeuge der Klasse L auf Grundlage einer 48 V-Spannungsebene realisiert werden.

## Ausblick und Verwertung

Das ICM e.V. erwartet aus dem Vorhaben heraus Ansätze für mögliche Technologietransferleistungen an Hersteller von Elektroleichtfahrzeugen in Kleinserien. Im Rahmen des Vorhabens konnten die elektronischen als auch die thermodynamischen Kompetenzen am Institut weiter ausgebaut werden. Die Beherrschung des Prozesses zur Erstellung eines Systementwurfs für eine derartig komplexe Entwicklungsaufgabe stellt ebenfalls einen deutlichen Know-how Zuwachs dar.

Darüber hinaus wird es auf Basis der im Vorhaben durchgeführten Entwicklungen für die beteiligten Unternehmen möglich, serienfähige Produkte abzuleiten und diese schrittweise in den Markt einzuführen. Es partizipieren beispielsweise mehrere Partner an einem Verkauf der EMV-Bodengruppe für Elektroleichtfahrzeuge. Die entwickelten Einzelkomponenten können auf dem Markt für Elektroleichtfahrzeuge oder auch für Niederflurfahrzeuge angeboten werden.

Im Rahmen der Mitarbeit des ICM e.V. im Innovationscluster HZwo werden die gewonnenen Erkenntnisse mit den Mitgliedern dieses Netzwerkes geteilt und die Forschungsschwerpunkte werden innerhalb verschiedener Vorhaben weiterentwickelt.

Folgerichtig wurde vom ICM e.V. beim VDI das Netzwerk COMO beantragt, das sich mit der Entwicklung einer neuen Fahrzeugart für Letzte-Meile-Anwendungen und Entwicklungs- und Schwellenländer beschäftigt. In die im Rahmen dieses Netzwerkes entstehenden Forschungsansätze sollen die im Vorhaben gewonnenen Erkenntnisse ebenfalls Eingang finden.

Das Ziel des ICM e.V. besteht in der wissenschaftlichen Verwertung der Ergebnisse. So soll ein Gebrauchsmuster für die EMV-Bodengruppe entstehen. Es ist ebenfalls geplant, den Fahrzeugdemonstrator im Rahmen verschiedener Veranstaltungen intern und extern zu präsentieren und so Elektromobilität in Form von Elektroleichtfahrzeugen einer breiten Bevölkerungsschicht nahezubringen.



Abb. 10: Innvelo® Three Prototyp  
(© Ines Escherich)



# Neue Konzepte zur Umsetzung von kollaborativen Montagesystemen für kleine und schwankende Produktionsstückzahlen sowie deren erfolgreichen Einführung in KMU (KUKoMo)

## Projektlaufzeit

10/2016 - 12/2019

## Fördermittelgeber



## Projektträger



Das Vorhaben KUKoMo wurde im Rahmen des BMBF-Forschungsprogramms „Innovation für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ durchgeführt und fällt unter die Bekanntmachung vom 17.03.2015, Themenfeld: Kompetenz Montage – kollaborativ und wandlungsfähig (KoMo), Gestaltungsfeld a) Kollaborative Montagesysteme.

### Ausgangssituation

Die Aufgabe bestand darin, auf der Basis von auf dem Markt befindlichen Robotern flexible Lösungen für die Montage komplexer Stückgüter bei schwankenden Losgrößen zu entwickeln. Im Fokus des ICM e.V. stand die Erarbeitung und der Aufbau von Demonstratoren, welche bei den Anwendungspartnern umgesetzt werden sollten – besonders unter Berücksichtigung der speziellen Anforderungen kleiner und mittelständischer Unternehmen.

Das ICM e.V. führte das Verbundvorhaben als Koordinator an. Neben erfahrenen Forschungspartnern wurden auch kleine und weniger FuE-erfahrene Unternehmen ins Projekt eingebunden. Mit deren spezifischen Ansätzen und Bedingungen gekoppelt entstanden gebündelte Ressourcen, die die konsequente Bearbeitung aller zehn Arbeitspakete ermöglichten. Mit dem Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie wurden

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für die geplanten Lösungen der Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) durchgeführt und ein didaktisches Konzept für das Schulungs- und Anwendungszentrum (SchAz) entwickelt.

### Vorgehen

Der Projekthomepage [www.kukomo.de](http://www.kukomo.de) sind die inhaltlichen Schwerpunkte der einzelnen zehn Arbeitspakete zu entnehmen. Mit dem Projekt wurde ein wirksamer Beitrag zur Weiterentwicklung der theoretischen Grundlagen und zur praktischen Umsetzung von MRK in der Praxis geleistet.

Neben wirtschaftlichen Effekten bezüglich der Kosten spielen vor allem auch ergonomische Belastungen am Arbeitsplatz und die Verfügbarkeit von Personal in der Montage künftig eine zunehmend wichtigere Rolle. Für die Vorbereitung der Prozesse (Einsatzplanung und Simulation) kommen immer leistungsstärkere und MRK-angepasste Tools auf den Markt. Diese wurden im Projekt getestet und bewertet.

Für die Gewährleistung der Arbeitssicherheit bei MRK wurden bestehende Normen und Richtlinien als Leitlinien angewendet und kritisch hinterfragt. Deren Weiterentwicklung ist notwendig und über Regeln in künftigen Vorhaben zu untersetzen.

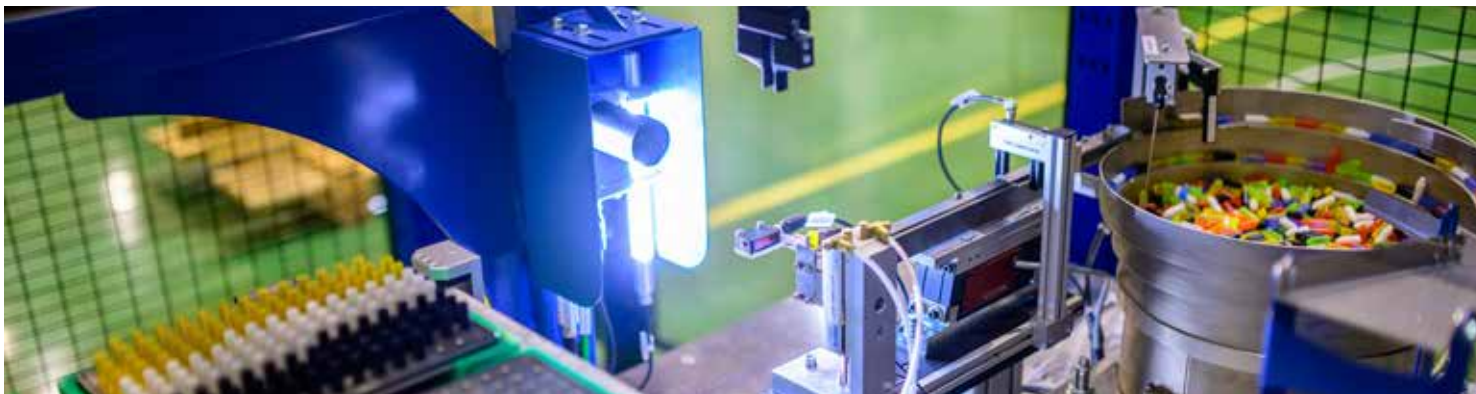


Abb. 11: Detailansicht Farb- und Positionsprüfung mittels Sensor und Bildverarbeitung



## Ergebnisse

Die im Projekt KUKoMo erarbeiteten Wissensbausteine zum Thema MRK sowie die praktischen Erfahrungen aus den Anwendungsfällen sind auf der Website [www.mrk-montage.de](http://www.mrk-montage.de) allen Interessierten zugänglich. Sie wurden gemeinsam mit den Verbundvorhaben „Safe-Mate“ in Hannover und „KOMPI“ in Bochum/Dortmund aufgebaut wurde. Eine Zusammenfassung zum Stand der Technik bezüglich MRK und Wandlungsfähigkeit erfolgte in einem, zusammen mit allen neun Verbundvorhaben erarbeiteten, Projektatlas „Kompetenz Montage Deutschland“.



Abb. 12:  
Projektatlas „Kompetenz  
Montage Deutschland“

Das ICM e.V. hat seine Erfahrungen und sein Wissen auf den Gebieten der Automation und Robotik gebündelt in einem Schulungs- und Anwendungszentrum (SchAz) verwirklicht, um es interessierten Unternehmen der gewerblichen und industriellen Wirtschaft zugänglich zu machen. Das SchAz verfügt über ein umfangreich ausgestattetes Labor mit Industrie-Robotern und Sicherheitskomponenten auf neuestem Stand der Technik. Hier können sich Interessierte mit Fachexperten zu den Themen Losgröße 1, mobile Robotik und MRK austauschen.

Eine Erläuterung und umfassende Vorstellung der Ergebnisse erfolgte im Rahmen der gemeinsamen Abschlusskonferenz mit den Verbundvorhaben „RoKoKo“ aus Aachen und „SafeMate“ aus Hannover am 27. und 28.11.2019 in Chemnitz. Die Hauptorganisation dieser Abschlusskonferenz oblag dem ICM e.V. Einführungsstrategien und Gestaltungskonzepte wurden vorgestellt, Methoden und Entscheidungskriterien dargeboten, Anwendungsfälle vorgeführt und das Schulungs- und Anwendungszentrum am ICM e.V. feierlich eröffnet.

Der Nutzen des Projektes KUKoMo für das ICM e.V. besteht, neben einer Erhöhung seiner Reputation durch die erfolgreiche Koordination des Verbundprojektes in einem deutschlandweiten Konsortium, in der Erweiterung seiner technischen Ausstattung und der Erhöhung seiner regionalen Ausstrahlungskraft als potenzieller Umsetzer für Automatisierung und Robotik in der Produktion.

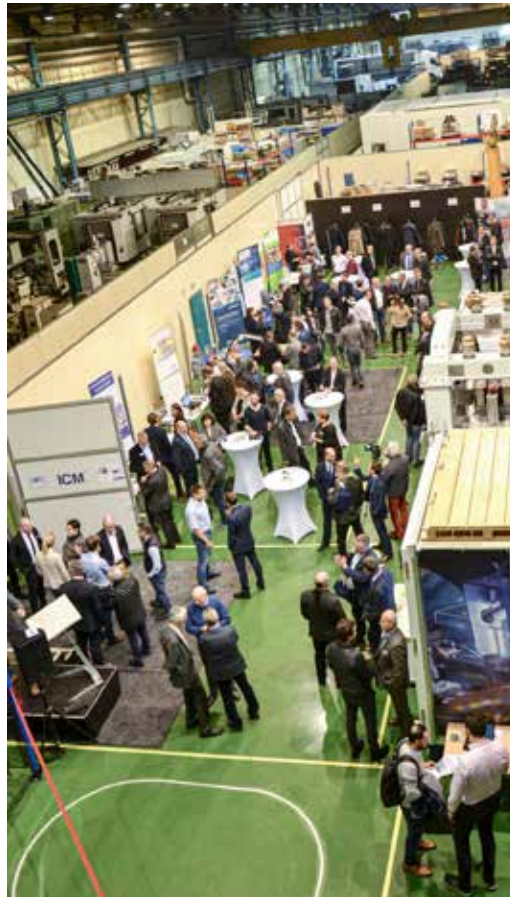


Abb. 13: Feierliche Eröffnung des Schulungs- und Anwendungszentrums (SchAz) des ICM e.V. am 28.11.2019



Abb. 14: Detailsicht Positionierung des Greifers mit Steckplatte



# Entwicklung eines innovativen Anlagen- und Werkzeugsystems für die thermisch unterstützte und wirkmedienbasierte Metallformung am Beispiel des superplastischen Umformens

## Projektlaufzeit

01/2017 - 03/2019

## Fördermittelgeber

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

## Projektträger

VDI | VDE | IT

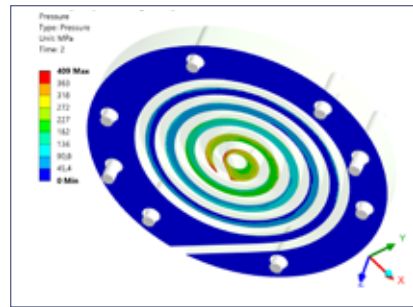


Abb. 15: Numerische Simulation der mechanischen Spannungen unter Hochtemperaturbedingungen



Abb. 16: Heizungsaufnahmeplatte aus hochwarmfestem Stahl  
X6 Ni Cr Ti Mo V B 25-15-2

## Ausgangssituation & Zielstellung

In dem gemeinsam mit der Partnerfirma SLG-Ingenieurtechnik GmbH durchgeführten Forschungsprojekt wurde das Ziel verfolgt, einen verbesserten Zugang zu den technologisch vielversprechenden thermisch unterstützten Umformverfahren, wie beispielsweise der superplastischen Umformung, zu eröffnen. Im Fokus standen dabei die Anlagen- und Werkzeugtechnik, deren hohe Realisierungskosten bisher ein wesentliches Hemmnis beim Einsatz der superplastischen Umformung gewesen sind. Für die komplexe Anlagentechnik wurde ein bekanntes Konzept (siehe Quellenverweise) vervollkommen, in dem alle Kernkomponenten wie Vakuum- und Prozessgaskammer, die Kühleinrichtung, das Werkzeugsystem, die thermische Entkopplung, die Heizsysteme sowie die mechanischen Schnittstellen in ein parametrisierbares Systemmodell integriert wurden. Der modulare Aufbau der Anlage und die Nutzung des parametrisierbaren Systemmodells als Entwicklungswerkzeug ermöglichten es, auch applikationsspezifische Zusatzfunktionen mit nur mäßigem Entwicklungs- und Fertigungsaufwand darzustellen. Für eine Vielzahl von Systemkomponenten wurden analytische oder simulationsbasierte Dimensionierungs- und Optimierungswerkzeuge geschaffen und erfolgreich angewandt.

## Ergebnisse

Die Vakuum- und Prozessgaskammer, in der die superplastische Umformung durchgeführt wird, ist sowohl für Vakuum- und Niederdruckschutzgasbetrieb als auch für erhöhten Arbeitsdruck im unteren Kammersegment ausgelegt. Die superplastische Umformung findet etwa bei der halben Schmelztemperatur des umzuförmenden Werkstückes statt und erfordert eine räumlich und zeitlich sehr präzise Temperaturführung. Vor diesem Hintergrund wurde das Evakuieren des Arbeitsraumes mit nachfolgendem Niederdruckschutzgasbetrieb favorisiert. Hierbei wird das System zunächst in einem ersten Schritt mittels einer zweistufigen Vakuumpumpe auf einen Absolutdruck von 0,01 mbar gebracht. Der Sauerstoff, welcher unter den gegebenen Temperaturen von bis zu 650 °C eine unzulässige Oxidation von Werkzeug- und Werkstückoberflächen verursachen würde, wird dabei weitestgehend entfernt. Im zweiten Schritt wird Schutzgas, vorzugsweise Stickstoff oder Argon, eingelassen, bis ein Absolutdruck von etwa fünf bis zehn Millibar erreicht ist. Der ungewollte Wärmetransport durch Konvektion aus dem Werkzeugsystem heraus ist bei diesem Druck noch sehr begrenzt, während in engen Spalten (<0,1 mm) bereits ein guter Wärmeaustausch gegeben ist. Auf diese Weise wird das durchwärmte Werkzeugsystem einerseits global durch den niedrigen Gasdruck thermisch gut



isoliert. Andererseits kann das auf dem Werkzeugsystem aufliegende Werkstück durch den guten Wärmetransport im engen Spalt zwischen diesem und der Werkstückauflage zügig und homogen durchwärmt werden. Insgesamt ergeben sich hierbei sehr günstige Verhältnisse für die exakte Temperaturregelung bei gleichzeitig moderater Heizleistung. Darüber hinaus wird der Verbrauch an Schutzgas gegenüber dem klassischen Spülen mit Überdruck um etwa zwei Zehnerpotenzen reduziert.

Besonders anspruchsvoll bei der Realisierung von Werkzeugsystemen für hohe Arbeitstemperaturen ist stets die Wahl geeigneter Konstruktionswerkstoffe. Dabei sind nicht nur deren material-spezifische Eigenschaften, wie Warmfestigkeit, Wärmeleitung und thermische Ausdehnung eingehend zu berücksichtigen, sondern auch entsprechende Technologien und Werkzeuge für deren Bearbeitung zu qualifizieren. Darüber hinaus kann die limitierte Verfügbarkeit solcher Werkstoffe Schwierigkeiten bereiten. Für die zu realisierende Werkzeugtechnik wurde der hochwarmfeste Stahl X6 Ni Cr Ti Mo V B 25-15-2 gewählt, welcher sowohl hinsichtlich seiner Parameter bei hohen Temperaturen, als auch im Hinblick auf Verfügbarkeit und Preis überzeugen konnte. Die spanende Bearbeitung dieses Werkstoffes stellte allerdings sehr hohe Ansprüche an die technologischen Fähigkeiten. Die im Hause SLG-Ingenieurtechnik GmbH dazu durchgeführten technologischen Untersuchungen und Bearbeitungsversuche verliefen nach anfänglichen Schwierigkeiten sehr erfolgreich. Sämtliche Komponenten für das im Projekt hergestellte Werkzeugsystem konnten zeichnungsgerecht aus dem genannten hochwarmfesten Stahl und auf Basis der im Rahmen der Entwicklungsarbeit gefundenen Technologie prozesssicher und mit Erfolg gefertigt werden.

Im Ergebnis des Projektes sind das ICM e.V. und sein Partner SLG-Ingenieurtechnik GmbH qualifiziert, kundenspezifische Anlagen- und Werkzeugtechnik für die thermisch unterstützte Metallformung entwickeln und anbieten zu können.

#### Quellenverweise:

Schubert, A.; Edelman, J.; Burkhardt, T.: „Structuring of borosilicate glass by high-temperature micro-forming“. *Microsyst Technol* 12, 790–795 (2006). <https://doi.org/10.1007/s00542-005-0074-y>

Lehnicke, S.; Löffelbein, B.; Zimmer, O.; Fütting, M.; Burkhardt, T.; Grimme, D.; Gärtner, C.; Piltz, S.: „Fertigung von Mikrokomponenten aus Glas“, *ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*

May, Band 97, Nr. 5 : S. 238-243.  
<https://www.hanser-elibrary.com/doi/pdf/10.3139/104.100537>

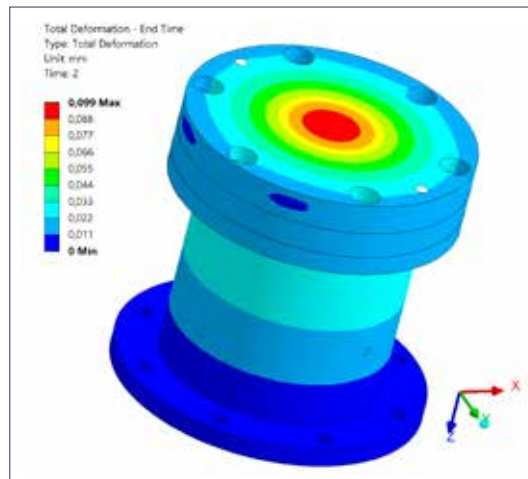


Abb. 17: FEM-Simulation der oberflächennahen Verformung der Werkstückauflagefläche unter der Wirkung der maximalen Umformkraft von 100 kN bei einer Arbeitstemperatur von 650 °C



Abb. 18: Prozessdruckkammer mit Werkzeugsystem und thermischer Entkopplung



# Entwicklung eines kombinierten Radsatz-Drehgestell-Wechslers

## Projektlaufzeit

02/2017 - 05/2019

## Fördermittelgeber

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Projekträger

VDI | VDE | IT

## Ausgangssituation

In Instandsetzungsbetrieben der Deutschen Bahn bzw. auch bei privaten Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) sind komplette Drehgestelle oder Radsätze im Rahmen von regelmäßigen Wartungsintervallen oder Reparaturen zu prüfen und ggf. auszutauschen. Gegenwärtig sind dafür technische Lösungen im Einsatz, die entweder den Wechsel von Radsätzen oder den Wechsel von Drehgestellen ermöglichen. Um attraktive Angebote im Bereich des Schienenverkehrs unterbreiten und aufrechterhalten zu können, verlangt der Markt nach hoher Verfügbarkeit und noch höheren Sicherheitsstandards bei sinkenden Wartungskosten.

## Zielstellung

Das Ziel dieses Kooperationsprojektes war die Entwicklung eines neuartigen kombinierten Radsatz- und Drehgestell-Wechslers für Schienenfahrzeuge im Instandhaltungsbetrieb des Schienenverkehrs. Mit dieser Technologie wird in nur einer Station sowohl das Wechseln von Radsätzen als auch Drehgestellen ermöglicht. Dadurch können Arbeitsabläufe wesentlich effektiver gestaltet sowie Beschaffungskosten,

Betriebsfläche und Instandsetzungszeiten reduziert werden. Das Wechseln der Einzelkomponente oder des gesamten Radsatzes kann im Ganzzug direkt im Anschluss an die Sichtprüfung und Entscheidung ohne Gleiswechsel oder weitläufige Rangierfahrten erfolgen. Vom Anforderungsbild her sollte das System für Schienenfahrzeuge mit Normalspurweite (1435 mm) und einer Achslast von bis zu 20 t ausgelegt werden.

## Lösungsweg

Das ICM - Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V. konnte in dieses Vorhaben sein Know-how aus dem allgemeinen Maschinen- und Anlagenbau erfolgreich einbringen. In Kombination mit dem branchenspezifischen Wissen der SOBAtec GmbH im Bereich der Bahntechnik war es den Kooperationspartnern möglich, gemeinsam eine zielgerichtete und ergebnisorientierte Entwicklungsarbeit zu leisten.

Aus Sicht des ICM e.V. lagen die inhaltlichen Schwerpunkte im Bereich der Entwicklung der mechanischen Komponenten wie z.B. Tragwerk, Abstützung, Gleisbrücken und Hubeinrichtungen, der Entwicklung von Fahrwerk und Antriebstechnik sowie der Entwicklung des

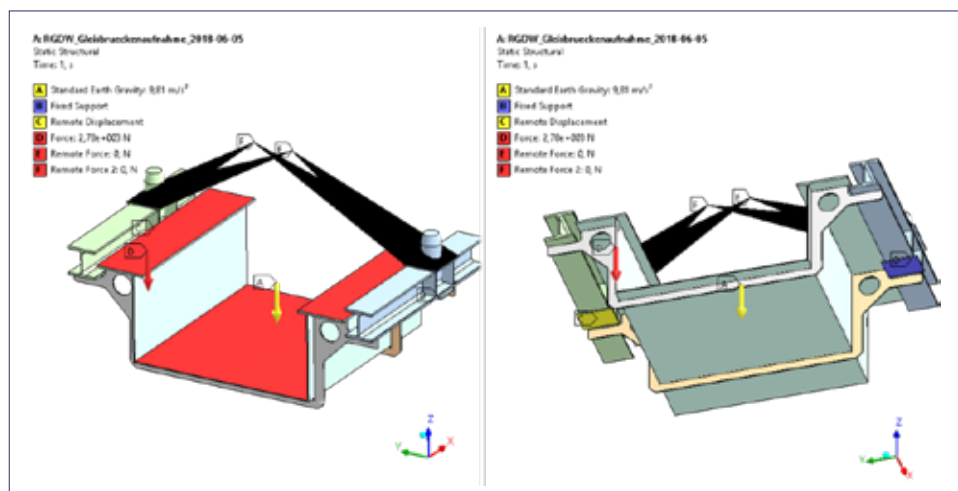


Abb. 19: Definition der Randbedingungen zur Berechnung der Gleisbrückenaufnahme

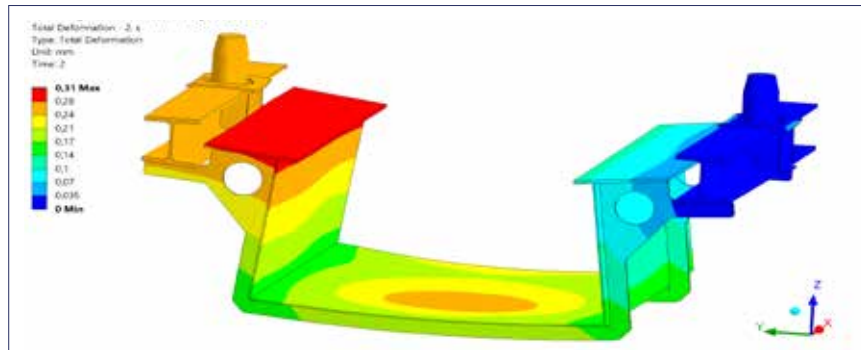


Abb. 20: Deformation der Gleisbrückenaufnahme um 2 mm

Konzeptes zur Steuerung und Regelung des Radsatz-Drehgestell-Wechslers. Es wurden u.a. 3D-CAD-Modelle erstellt, Berechnungen und Simulationen durchgeführt sowie Bedien- und Funktionsabläufe strukturiert.

## Ergebnisverwertung

Die Bearbeitung der einzelnen Arbeitspakete erfolgte in enger Kooperation zwischen den Projektpartnern. Die Zusammenarbeit zwischen den Projektpartnern war sehr konstruktiv und erfolgsorientiert. Durch einen intensiven Wissenstransfer zwischen den Projektpartnern konnte ein beiderseitiger Zuwachs an Know-how verzeichnet werden, der die jeweiligen Kompetenzen beider Projektpartner erweitert und somit zu einem bestmöglichen Projektergebnis beigetragen hat.

Entsprechend des projektbezogenen Kooperationsvertrages erfolgt die Vermarktung der Ergebnisse des FuE-Kooperationsprojektes durch die SOBAtec GmbH zum gemeinsamen Vorteil. Um die Vermarktung generell erreichen zu können sind sich die Kooperationspartner darüber einig, dass die Entwicklungsarbeiten zur Erreichung der Marktreife des Radsatz-Drehgestell-Wechslers fortgeführt werden. Mit der erfolgreichen Serienreifeentwicklung des Radsatz-Drehgestell-Wechslers werden die Entwicklungspartner ein innovatives Produkt im wichtigen Markt der Schienenfahrzeug-Instandsetzung anbieten können, dass in einer äußerst traditionellen und kostenorientierten Branche zu erheblichen Kosten- und vor allem Zeitersparnissen bei der Wartung und Instandhaltung von Reise- und Güterzügen führen wird.

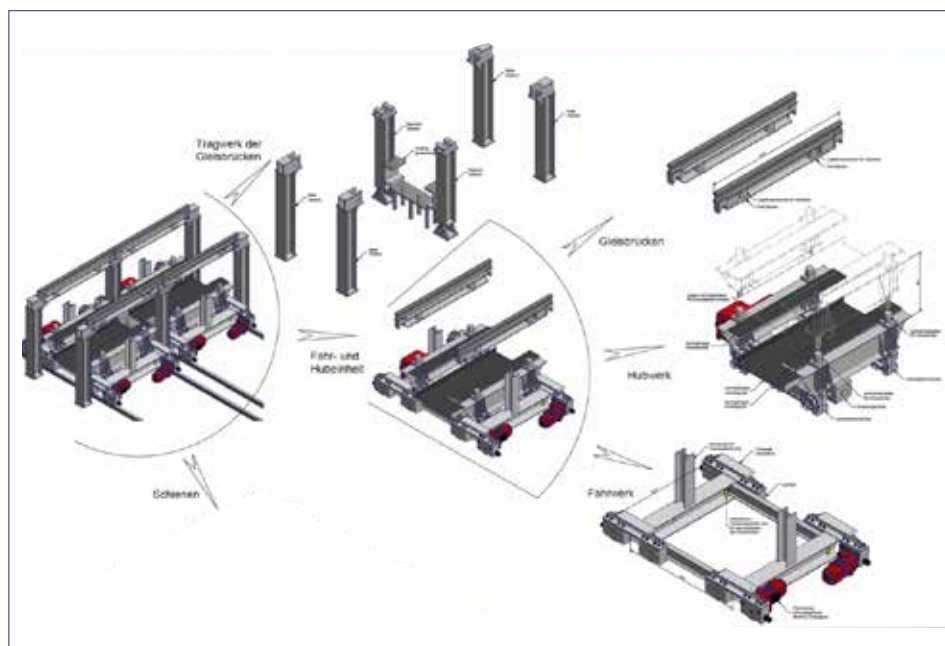


Abb. 21: Baugruppenübersicht des Radsatz-Drehgestell-Wechslers



# Entwicklung einer dynamischen Stützlastmessung mit anschließender Auswerteeinheit zur Einstellung einer optimalen Stützlast an Nutzfahrzeuganhängern

## Projektlaufzeit

03/2017 - 02/2019

## Fördermittelgeber

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Projektträger



Forschungsnetzwerk  
Mittelstand

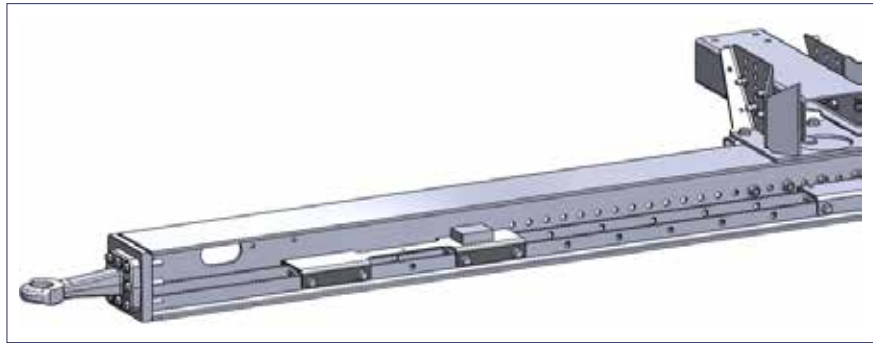


Abb. 22: DMS-Sensorträger mit Elektronikplatzhalter in der Zugdeichsel

Im Bereich des Gütertransports werden aufgrund ihrer Flexibilität vermehrt LKW-Züge eingesetzt, die aus einer Zugmaschine sowie einem Deichselanhänger mit zwei oder mehr Zentralachsen bestehen. Abgesehen von der flexiblen Einsetzbarkeit bergen diese Fahrzeugkombinationen im Gegensatz zum klassischen Sattelaufzieger auch Gefahren hinsichtlich der Fahrstabilität. Da Zugmaschine und Anhänger nur durch eine Deichsel verbunden sind, führt dies bei einer ungleichmäßigen Beladung des Anhängers zu einer zu hohen oder zu geringen Stützlast. In der Folge kann daraus ein instabiles Fahrverhalten bzw. ein erhöhter Verschleiß an der Kupplungseinrichtung resultieren. Es besteht die Gefahr der Überlastung des Gesamtsystems und die Erhöhung des Unfallrisikos.

Der innovative Kern des Vorhabens beinhaltet die Entwicklung einer Mess- und Auswerteeinheit, mit der die tatsächlich vorliegende Stützlast bei zweiachsigen Zentralachsanhängern aufgenommen und visualisiert werden kann. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen Zen-

tralachsanhänger so zu beladen, dass sich eine optimale Stützlasteinstellung ergibt. Auf diese Weise wird eine sehr gute Fahrstabilität erreicht, das Unfallrisiko gesenkt und dem erhöhten Verschleiß der Kupplungseinrichtung vorgebeugt.

Aus dem System ergeben sich folgende Einsatzmöglichkeiten:

- Kontrolle der vorherrschenden Stützlast zur Optimierung von Beladevorgängen bei Zentralachsanhängern
- Vermeidung von Über- oder Unterlast ermöglicht die Erhöhung der Fahrsicherheit durch verbessertes Fahrverhalten
- Vermeidung bzw. Einschränkung von Schäden an Deichsel und Kupplung in Folge einer eventuellen Fehlbeladung durch die Stützlastüberwachung

Bisher sind am Markt zwei Systeme (Wabco, Schmitz Cargobull) zur Einstellung der Stützlast



Abb. 23: DMS Sensorträger mit Elektronikeinheit im verbauten Zustand



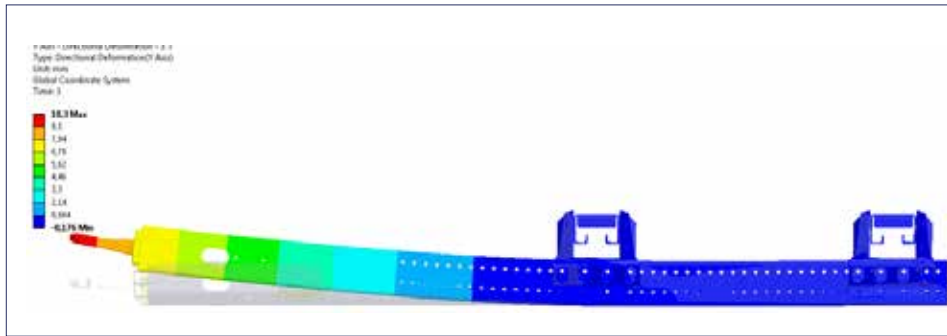


Abb. 24: Verformungssimulation für den Lastfall einer Deichsel mit einer freien Weglänge von 2250 mm



Abb. 25: Auswertungs- und Visualisierungseinheit im verbauten Zustand

verfügbar. Diese gleichen die Achslasten durch verstellbare Balgdrücke und höhenverstellbare Liftachsen aus und regulieren somit die Stützlaster. Die Messung und Anzeige des konkreten Stützlasterwertes und dessen genaue Einstellung sind allerdings nicht möglich.

Daher wurde beim Systementwurf festgelegt, dass die Messung direkt an der Deichsel erfolgen soll. Die Aufnahme der Messwerte erfolgte dabei mittels Zusatzbauteil innerhalb der Deichsel des Anhängers. Es wurden zwei Dehnungsmessstreifen sowie eine Auswerteelektronik auf eine Stabilisierungsbrücke aufgebracht, die als Sensorträger fungiert. Dieser wurde im Inneren der Deichsel angebracht, um dort die elastische Verformung der Deichsel zu messen und aus den gewonnenen Werten die resultierende Stützlaster zu ermitteln. Eine Zuordnung von Verformungen zu bestehenden Stützlaster erfolgte sowohl simulativ als auch empirisch für zunächst häufig genutzte Deichselvarianten. Gegenüber der Messung von Achslaster zur Schätzung von vorherrschenden Stützlaster konnte somit eine Verbesserung der Messgenauigkeit gewährleistet werden, so dass eine optimale Stützlasterstellung ermöglicht wird.

Im Rahmen des FuE-Projektes konnte ein Demonstrator fertig gestellt werden. Die anschließend durchgeführten statischen und dynamischen Versuche mit dem verbauten

Messsystem konnten die prinzipielle Funktionalität der entwickelten Lösungsvariante bestätigen. Die Ermittlung der Deichselverbiegung unter Belastung konnte realisiert werden und lieferte hinreichend genaue Messwerte. Auf dieser Grundlage können zukünftig weiterführende Untersuchungen und Optimierungen des Messsystems durchgeführt werden. Des Weiteren konnte eine nutzerfreundliche Anzeige des aktuellen Stützlasterbereiches direkt am Zweiachsanhänger über eine LED-Leiste am Anhänger realisiert werden. Eine Einbindung der Messwerte in die Balgdruckregelung und dadurch die aktive Beeinflussung der Luftfedersteuerung wurde mit Herstellern besprochen, aber bisher noch nicht realisiert.

Im Ergebnis der Optimierungen und der damit ermöglichten zukünftigen Entwicklung eines Prototyps wurde die Möglichkeit geschaffen, weitere Untersuchungen zum Nachweis der Messsicherheit und der Systemstabilität unter verschiedensten Umweltbedingungen durchzuführen. Die erfolgreiche Entwicklung eines funktionalen Prototyps ermöglicht die Weiterentwicklung zu einem Serienprodukt und damit die Ausbildung eines Alleinstellungsmerkmals im Bereich des LKW-Anhängerbaus für die RUFA GmbH.



# Entwicklung eines universell konfigurierbaren Verschleißprüfsystems für Endoprothesen

## Projektlaufzeit

04/2017 - 09/2019

## Fördermittelgeber

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Projekträger

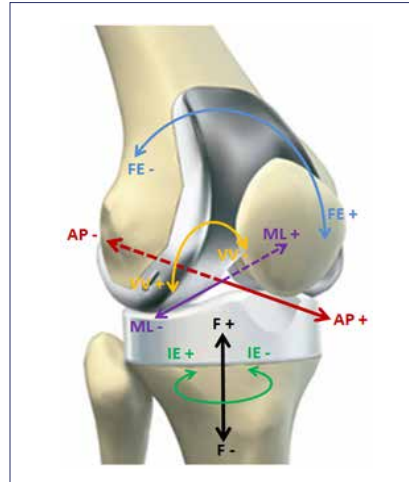


Abb. 26: Übersicht Freiheitsgrade am Beispiel des Kniegelenkimplantats

### Ausgangssituation

Der Ersatz eines degenerierten Gelenkes durch ein Kunstgelenk ist ein äußerst erfolgreicher medizinischer Eingriff, bei dem die Patienten i.d.R. in kurzer Zeit ihre Beweglichkeit zurückerhalten und eine deutliche Schmerzlinderung erfahren. Der Einsatz eines Kunstgelenkes zählt somit zu den Standardoperationen in der heutigen modernen Medizin. Die Auswertung weltweiter Registerdaten zeigt allerdings, dass sich Patienten nach 10 Jahren mit einer Häufigkeit von ca. 13 % einer Revisionsoperation unterziehen müssen, bei der das Kunstgelenk ausgetauscht und erneuert werden muss. Hierbei ist die aseptische Lockerung die mit Abstand häufigste Revisionsursache (ca. 20-50%) bei den zumeist eingesetzten größeren Gelenken Hüfte, Knie und Schulter, wobei die Inzidenz über die Lebensdauer stark zunimmt. Auch wenn die Ursachen der aseptischen Lockerung multifaktoriell sind, so gilt es als gesichert, dass sie maßgeblich durch Verschleißpartikel der artikulierenden Gelenkpartner verursacht wird. Folglich ist die Untersuchung des Materialverschleißes eine notwendige und wichtige Grundlage, um die Funktionalität des Gelenkersatzes zu bewerten und Materialien zu optimieren. Solche Untersuchungen sind gleichermaßen für Forschungseinrichtungen, Prüflabore und Implantathersteller von großer Bedeutung. Bedingt durch das hohe Produktisiko des Gelenkersatzes der Hüfte, des Knies, der Schulter, des Ellenbogengelenkes, des oberen Sprunggelenkes oder der Wirbelsäule

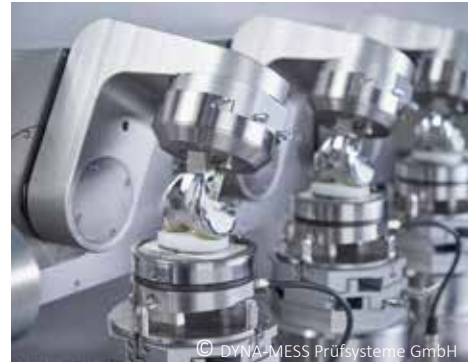


Abb. 27: Verschleißstationen des entwickelten Verschleißsimulators: Verschleißstation mit Kniegelenkimplantat

müssen diese Implantate im Rahmen der Zulassungsverfahren insbesondere auch hinsichtlich des Materialverschleißes untersucht werden. Aufgrund der Vielfältigkeit und Komplexität der anatomischen Gelenke sind solche Untersuchungen allerdings nicht trivial. Für die Verschleißanalytik kommen daher mehrstationäre multiaxiale Prüfsysteme zum Einsatz.

### Zielstellung

Eine simultane Applikation der Verschleißanalytik an mehreren Prüflingen hat sich aufgrund der statistischen Varianz und der langen Versuchsdauer (i.d.R. von mehreren Monaten), gerade bei Verschleißuntersuchungen, als notwendig erwiesen. Bei den bisher verfügbaren Verschleißprüfsystemen handelt es sich allerdings meist um Sonderanfertigungen, die sich aufgrund der biomechanischen Komplexität des Implantates auf nur ein Gelenk (z.B. Knie oder Hüfte) oder eine Versuchsstation fokussieren. Forschungseinrichtungen, Prüflabore und Implantathersteller stehen daher vor immensen Investitionskosten, um Implantatverschleißprüfungen an unterschiedlichen Implantaten durchzuführen oder anbieten zu können. Darüber hinaus existieren für kleinere anatomische Gelenke, wie dem Schultergelenk, dem Ellenbogengelenk oder dem oberen Sprunggelenk, keine solchen Verschleißsimulatoren. Für diese Gelenke sind in den kommenden Jahren Standardisierungen durch die internationalen Normausschüsse zu erwarten. Ziel des Vorhabens war daher die Entwicklung und der Bau eines Demonstrators einer für unterschiedliche Endoprothesen universell konfigurierbaren Verschleißprüfvorrich-



Abb. 28: Darstellung einer einzelnen Prüfkammer für das Hüftgelenkimplantat

tung (UNI-ENDO-WEAR). Die Hauptaufgabe des ICM e.V. lag dabei bei der Erschaffung einer virtuellen Simulationsumgebung als Basis für die konzeptionelle Entwicklung des Demonstratorsystems. Gleichzeitig unterstützte das ICM e.V. vorrangig in der CAD-Modellierung und FEM-Simulation bei der Umsetzung des Verschleißprüfsystems.

## Ergebnis

In diesem Vorhaben wurde eine neuartige universell konfigurierbare Verschleißprüfvorrichtung für unterschiedliche Endoprothesen (Hüfte, Knie, Schulter, Sprunggelenk) entwickelt. Dabei wurde das Konzept der mehrstationären Prüfung durch eine elektromechanische Kopplung der einzelnen Stationen realisiert. Des Weiteren beinhaltet die Entwicklung, dass die Aktuatoren frei und flexibel anord- und kombinierbar sind, um sich der jeweiligen biomechanischen Rahmenbedingung bei der Gelenkprüfung anpassen zu können. Ein weiterer wichtiger Aspekt war die Entwicklung einer universellen Prüfkammer, die unterschiedliche Implantatvarianten aufnehmen kann. Die Entwicklung einer kompakten Aktuatorik, der Antriebs- sowie der Regelungskonzepte wurden durch die objektorientierte Modellierung von Systemkomponenten (virtuelles Simulationsmodelle) unterstützt. Die Validierung der Prüfmaschine erfolgte durch das Labor für Biomechanik und Implantatforschung des Universitätsklinikums Heidelberg.

Somit können mit dieser Prüfmaschine ImplantatHersteller und Prüflaborbetreiber in die Lage versetzt werden, mit nur einem Prüfsystem implantatspezifische Untersuchungen zu realisieren, die auf die jeweils durchzuführende Prüfung speziell zugeschnitten sind.



Abb. 29: Gesamtansicht des Verschleißsimulators EndoWear 3 HK



# Einseitige kaltumformende Rohrendenschließung für das IHU

## Projektlaufzeit

05/2017 - 03/2019

## Fördermittelgeber

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Projekträger

EURONORM



Abb. 30: Schließung einer Hülse mittels IHU-Pressen im Preprozess mit innerem Formstempel

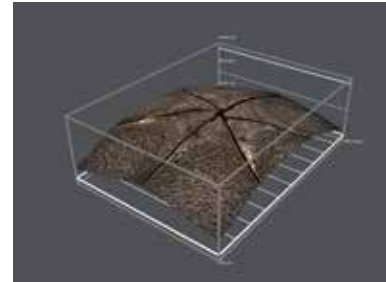


Abb. 31: Messung der Hülse mit dem „Zeiss Smartzoom 5“ Mikroskop

## Ausgangssituation

Bisher sind weder nationale noch internationale Lösungen zum einseitigen Rohrschließen auf IHU-Anlagen publiziert worden. Benötigt man solche einseitig geschlossenen Halbzeuge zur Weiterbearbeitung mittels Innenhochdruck-Umformung (IHU), so wird überwiegend auf Tiefziehteile zurückgegriffen. Bei einem großen l/d-Verhältnis erfordert dies allerdings eine Vielzahl von kostenintensiven Tiefziehstufen. Mit dem bearbeiteten Fördervorhaben sollte diese Technologielücke exemplarisch geschlossen werden. Dabei lag der Schwerpunkt auf einer halbkugelförmigen Rohrendengeometrie. Weitere Rohrendengeometrien, z.B. Kugelkappen- und Klöpperbodengeometrien, wurden ebenfalls betrachtet.

## Zielstellung

Kernziel des Vorhabens war die Entwicklung eines neuen Verfahrens zur einseitigen Endenschließung von Rohren als vorgelagerter Prozess für einen sich anschließenden Hydroformingprozess. Dieser Preprozess des Endenschließens findet entweder separat auf einer entsprechenden Vorrichtung (z.B. Zug-Druck-Prüfmaschine) oder besser noch gleich in der IHU-Anlage selbst statt. Auf das Schließen einer Rohrseite folgt dann der eigentliche Formgebungs- und Kalibrierprozess im IHU-Verfahren. Für die einseitig geschlossene Rohrseite war ein adäquates Dichtkonzept zur Abdichtung während des Innenhochdruck-Umformens zu entwickeln und zu erproben.

## Ergebnisse

Im Rahmen des Fördervorhabens wurde erstmals eine Technologie erarbeitet, theoretisch untersetzt und praktisch umgesetzt, die zu einseitig geschlossenen Rohrenden führt. Dazu wurden unterschiedliche Zuschnittgeometrien für das zu schließende Rohrende mittels eines entwickelten Berechnungstools ermittelt. Des Weiteren erfolgten umfangreiche FEM-Simulationsrechnungen zur Verformung beim Stauen von Rohren und zum Schließprozess von entsprechend geschnittenen Rohrenden.

Da während des Schließvorganges das IHU-Bauteil noch nicht sicher druckdicht geschlossen ist, erfolgt der Rohrendenschließprozess als Kaltumformprozess ohne Innendruck. Dazu waren entsprechende konstruktive und technologische Lösungen erforderlich, die innerhalb des Forschungsprojektes zu entwickeln und zu erproben waren. Dafür wurden zunächst numerische Algorithmen zur Berechnung entsprechender Endengeometrien entwickelt und erprobt. Das entsprechende Rohrende besitzt dann die Form einer Zackenkrone. Diese Zackengeometrie wurde mittels Laserstrahlschneiden aus dem Rohr geschnitten. Diese Zacken am Rohrende wurden dann angestaucht und auf Endform gebogen, so dass das entsprechende Rohrende einseitig geschlossen wurde.

Für die Weiterverarbeitung eines solchen einseitig geschlossenen Rohres mittels Innenhochdruck-Umformung wurde ein entsprechendes





Abb. 32: Verformung von angestauchten Hülsen im Endbereich bei verschiedenen Stauchkräften (von links nach rechts; Krafteinwirkung bei: 20 kN, 40 kN, 55 kN, 65 kN, 75 kN, 85 kN, 95 kN)

Dichtkonzept mit einem speziell gestalteten äußeren Formstempel entwickelt. Dieser garantiert durch einen konischen Geometrieanteil die zuverlässige druckdichte Abdichtung, wobei Innendrucke bis 3500 bar experimentell erprobt wurden.

Das entwickelte Dichtkonzept mit speziellem äußeren Formstempel ist ebenfalls anwendbar auf einseitig nur unvollständig geschlossene bzw. nur angestauchte Rohre. Dies wurde experimentell erprobt und bestätigt. Damit eröffnet das entwickelte Dichtkonzept weitere Anwendungsmöglichkeiten über die Zielstellung des bearbeiteten Fördervorhabens hinaus.

### Ausblick

Die entwickelte Technologie zum Schließen eines Rohrendes bietet sich insbesondere für kleine und mittelgroße Serien an, für die ein im Tiefziehverfahren hergestelltes, einseitig

geschlossenes Ausgangsteil für die Innenhochdruckbearbeitung nicht ökonomisch ist. Das kaltumformende Rohrendenschließen wurde insbesondere an Rohren aus Edelstahl intensiv erprobt. Dabei wurde ein halbkugelförmig geschlossenes Rohrende gefertigt und anschließend mittels IHU ausgeformt. Eine Übertragung auf andere Rohrendengeometrien und auf andere metallische Werkstoffe wie Aluminium, Kupfer oder Messing ist prinzipiell möglich und bietet damit entsprechendes Anwendungspotential.

Konkret ist die entwickelte Anwendung dieses kaltumformenden Rohrendenschließens u.a. für Leiterendhülsen beabsichtigt, die in Kleinserien zu fertigen sind. Dabei soll der kostenintensive Tiefziehprozess als IHU-Preprozess nach Möglichkeit durch das entwickelte Rohrendenschließen substituiert werden.

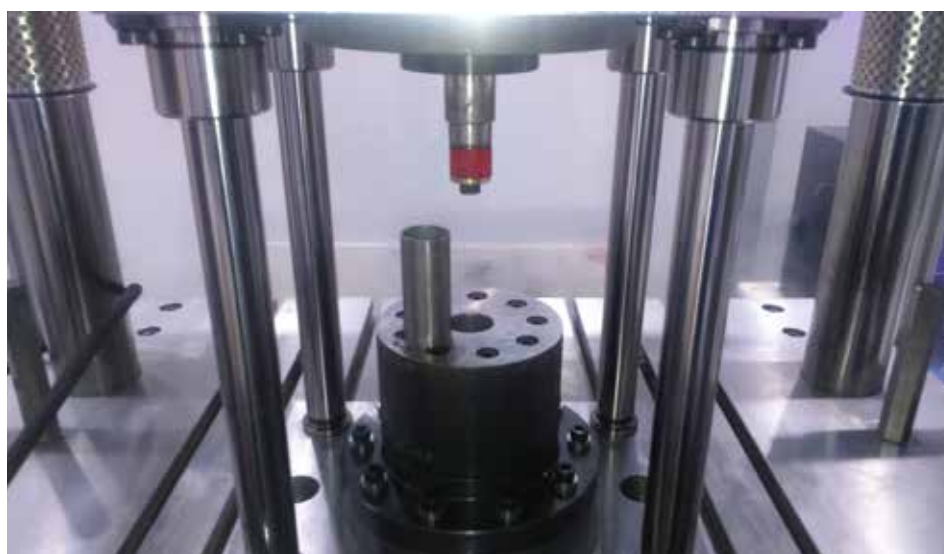


Abb. 33: Blockeinheit mit eingebauter Prüfvorrichtung und Prüfling



# Entwicklung einer Fertigungstechnologie zur Herstellung hochpräziser Tiefziehhalfbeuge für eine zu entwickelnde gekoppelte IHU-/Stanztechnologie

## Projektlaufzeit

05/2017 - 04/2019

## Fördermittelgeber

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Projekträger

VDI | VDE | IT

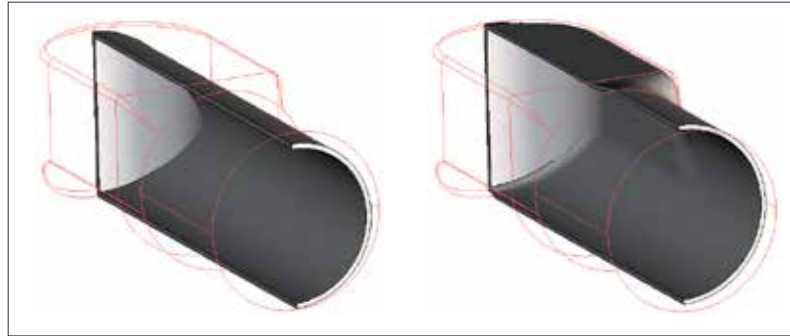


Abb. 34: IHU-Prozess; Tiefziehteil aus 1.4301 als Halbmodell im Gesenk (Gesenk-Kantenlinien eingezeichnet) im Ausgangszustand (links) und ausgeformt mit 250 MPa Innendruck (rechts)

## Ausgangssituation

Die Herstellung von Halbzeugen aus höherfesten und höchstfesten Werkstoffen mit Wanddicken ab 1 mm für eine anschließende Weiterbearbeitung mittels Innenhochdruck-Umformung erfolgt überwiegend durch Tiefziehen. Ausgangsteil ist eine Kreisscheibe (Ronde), die systematisch in die gewünschte Halbzeuggeometrie umgeformt wird. Aktuell erfordert der konventionelle Tiefziehprozess bis zu 15 aufeinander folgende Tiefziehschritte und ist damit kosten- und zeitintensiv. Daher sind Untersuchungen zur Effektivierung des Tiefziehprozesses dringend erforderlich.

## Zielstellung

Ziel des Vorhabens war die Optimierung des Tiefziehprozesses für die Herstellung von Halbzeugen aus höherfesten Werkstoffen mit Wanddicken ab 1 mm. Mittels geeigneter Maßnahmen sollte die Halbzeugfertigung im Prozess sicher und effektiv gestaltet werden, die Anzahl der erforderlichen Tiefziehstufen sollte hierbei

möglichst reduziert werden. Die qualitativen Anforderungen an derartige Tiefziehteile sind insbesondere hinsichtlich Maßtoleranzen sehr hoch, da diese die Ausgangsteile für die folgende Innenhochdruck-Umformung bilden. Realisiert werden sollte dies mit einer mehrfach bewährten Kopplung von virtuellen Simulationen mittels FEM und entsprechendem Prototyping.

## Ergebnisse

Ausgehend von den präzisierten Anforderungen an das zu realisierende Demonstrator-Werkstück, wurde ein technologisches Konzept erstellt, welches die Formgebung in einem optimierten Mehrstufen-Tiefziehwerkzeug ohne Wärmebehandlungsschritte zwischen den Umformstufen ermöglichen sollte.

Der besondere Anspruch bestand in der werkzeugtechnischen Umsetzung dieser Stufenfolge. Favorisiert wurde ein Folgeverbund-Ziehwerkzeug, welches in der ersten Stufe ein klassisches Tiefziehen mit Niederhalter und in den



Abb. 35: Phasen beim Fertigziehen in der Stufenpresse (links Ausgangszustand, rechts fertiges Tiefziehteil)



Abb. 36: Kippeln der Halbzeuge beim Beschneiden und Fertigziehen im Tiefziehprozess mit der Stufenpresse

folgenden Stufen ein niederhalterloses Tiefziehen zur Anwendung bringt. Als Ausgangsmaterial wird Blechband aus Edelstahl X4CrNi18-12, (Werkstoffnummer 1.4303) mit einer Dicke von 1,0 mm verwendet, aus dem die Ausgangsronden mit einem Durchmesser von 116 mm für den nachfolgenden Tiefziehprozess geschnitten wurden.

Der zu realisierende Umformgrad zur qualitätsgerechten Ausbildung des Demonstrator-Werkstückes aus der Ausgangsrunde war dabei sehr hoch. Dies wurde durch die FEM Simulation des Tiefziehvorganges bestätigt. Die dort ermittelten plastischen Dehnungen betragen bis zu 250 %. Dass der Tiefziehformvorgang diese extremen Umformgrade riss- und plutzerfrei realisieren kann, liegt an der niedrigen Wärmeleitfähigkeit des verwendeten austenitischen, nichtrostenden Stahls.

Der besondere Anspruch bei der Erstellung eines Konzeptes zur Kühlung während des Tiefziehprozesses resultiert aus der Tatsache, dass die der Temperaturerhöhung zugrunde liegende Energiedissipation im Wesentlichen durch die innere Reibung des plastisch geformten Werkstoffes induziert wird und dass die Wärmeleitung des Ausgangsmaterials einen sehr niedrigen Wert aufweist. Die Schwierigkeit bestand insbesondere darin, die thermische Energie aus den Zwischenformen heraus zu bekommen und an ein Kühlmedium abzugeben.

Eine Verringerung von Ziehstufen durch den alleinigen Wegfall der ersten Vorziehstufe ohne Anpassung der verbleibenden erwies sich als nicht praktikabel. Faltenbildung und Bodenreißer verdeutlichen, dass eine systematische

Anpassung der Vorziehstufen an das Grenzziehverhältnis notwendig ist. Eine Reduzierung des Ausgangsdurchmessers der Ronden konnte erfolgreich realisiert werden.

Die Ergebnisse des IHU-Umformens von nach dem Tiefziehen lösungsgeglühten Ausgangshülsen zeigen, dass durch eine schrittweise Anpassung der Prozessparameter für die Fertigungsschritte Ausformen, Lochen und Kragenziehen die Bauteilfertigung mit dem IHU-Verfahren unter Laborbedingungen reproduzierbar möglich ist.

Für das Innenhochdruck-Umformen wurde ein neuartiges Werkzeugkonzept zur Realisierung von Hinterschnitten mittels eines axial geteilten Werkzeugsystems konzipiert. Die Teilung des Formwerkzeuges wird dabei nicht auf klassische Weise vorgenommen, sondern erfolgt normal zur Bauteillängsachse. Die Werkzeuggravur wird dabei durch ein feststehendes, einseitig geschlossenes und ein bewegliches, beidseitig offenes Aktivteil gebildet.

## Ausblick

Auf Basis der im Fördervorhaben erzielten Erkenntnisse und Ergebnisse können Tiefziehprozesse zur Herstellung auch anderer Halbzeuge effektiviert werden.

Das konzipierte, neuartige Werkzeugkonzept für das Innenhochdruck-Umformen mittels eines axial geteilten Werkzeugsystems besitzt hohes Potential, weil es neue Anwendungen ermöglicht, da sowohl die Zuhaltkraft als auch die bewegten Massen signifikant reduziert werden.



# Entwicklung eines prädiktiven Instandhaltungssystems zur Effizienzsteigerung von Produktionsabläufen unter Nutzung vorhandener Maschinen- und Produktionsdaten am Beispiel der Umformtechnik

## Projektlaufzeit

06/2017 - 05/2019

## Fördermittelgeber

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Projektträger

VDI | VDE | IT

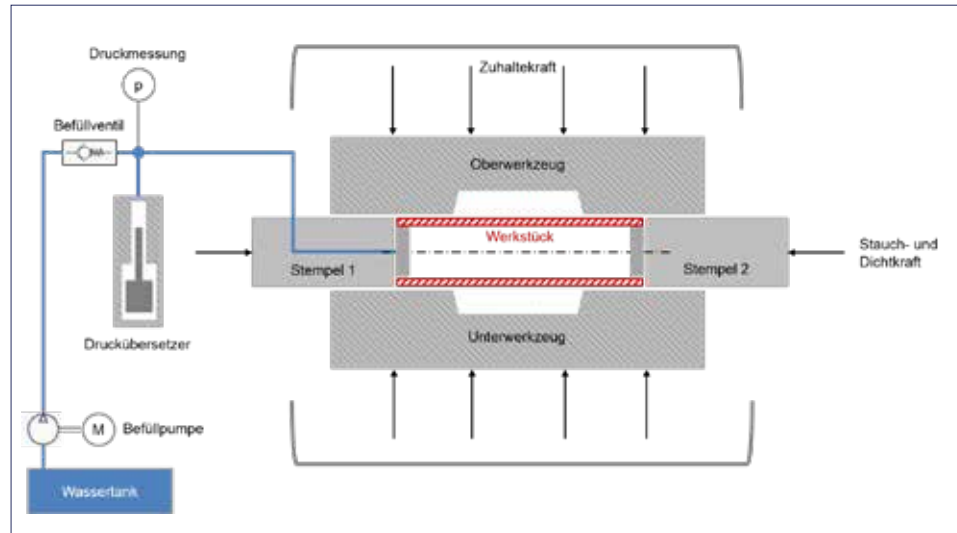


Abb. 37 : Antriebs-, Regelungs- und Steuerungsstrukturen des Innenhochdruck-Umformens

Ziel des Forschungsprojektes, das gemeinsam mit dem Unternehmen IGF Chemnitz - Ingenieurgesellschaft für Gebäude-, Flächen- und Anlagenmanagement mbH durchgeführt wurde, war die Entwicklung eines Systems zur Auswertung vorhandener Prozess-, Instandhaltungs- und Produktionsdaten sowie deren Nutzung für eine prädiktive, zustandsabhängige Instandhaltungsplanung. Demonstriert werden sollte das entwickelte System am Beispiel der Technologie des Innenhochdruck-Umformens (IHU).

Innerhalb des Vorhabens bestand die Aufgabe darin, aus den sehr komplexen, werkstückspezifischen und zyklisch aufgenommenen Datensätzen spezifische Informationen herauszulesen, die für die Zustandsdiagnose und insbesondere für die prädiktive Instandhaltung relevant sein könnten. Nach dem Vorbild modellbasierter Regelungskonzepte wurde ein Prozessmodell für das Innenhochdruck-Umformen erfolgreich entwickelt, welches zukünftig auf virtuellen, interaktiven Plattformen nutzbar sein soll. Es ermöglicht eine mechanismenorientierte Auswertung der technologischen Daten innerhalb eines Zyklus und eine Ergebnistransformation im Format von Kennwerten. Dabei wird das Zeitintervall zur Realisierung eines Werkstückes als abgeschlossener Betrachtungszeitraum (Zyklus) herangezogen. Die technologiedeterminierten Druck-, Kraft- und Weg-Daten innerhalb dieses

Zeitintervalls werden in einem analytischen Berechnungsalgorithmus verarbeitet, wobei eine Datenreduktion von einigen zehn Megabytes zu wenigen Kilobytes erfolgt.

Das im Forschungsprojekt entwickelte System „PMAIN“ (Prädiktive Instandhaltung) ermöglicht eine Prognose für den verfügbaren, technischen Restnutzungsgrad einer Anlage mittels intelligenter Auswertung nutzungsbedingter Maschinen- und Prozessdaten. Zur Auswertung der Daten wurde eine spezielle Engine entwickelt, welche mittels definierter Bereichskriterien sowie entsprechender Algorithmen eine Zuweisung konkreter kritischer Anlagenstörungen zu bestimmten charakteristisch korrelierenden Trendverläufen der Prozessdaten zulässt. Für jeden Maschinentyp wird ein Verschleißmodell mit den entsprechend relevanten Parametern gebildet. Nach diesem Modell wird die Datenaufnahme, Datenspeicherung und Prognoseberechnung durchgeführt, welche sowohl auf der Basis von Einzelparametern als auch mit Hilfe von ermittelten Kennwerten erfolgen kann. Kennwerte werden dabei anhand von Parameterkorrelationen ermittelt. Aus den aussagekräftigsten Einzelparametern beziehungsweise den errechneten Kennwerten werden Prognosen für erforderliche Instandhaltungsleistungen auf ein bestimmtes Datum erstellt. Die definierten Grenzwerte werden anhand der realen Instandhaltungsdaten überprüft und angepasst.



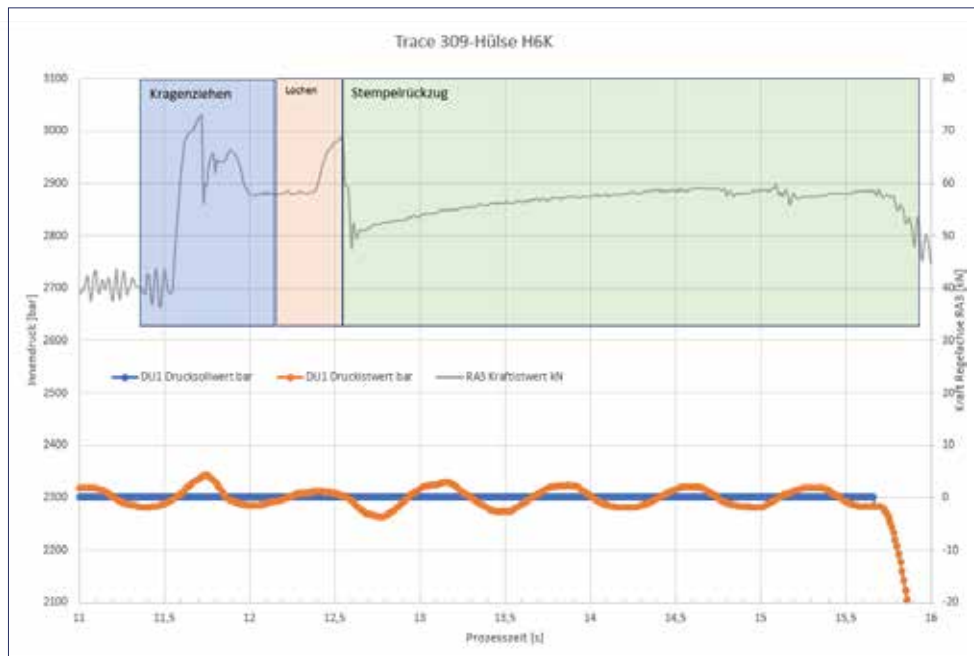


Abb. 38: Zerlegung des IHU-Zyklus in Teilprozesse

Im Rahmen der Entwicklung und Durchführung von Simulationen zur Systemvalidierung wurden sogenannte „synthetische Datensätze“ generiert und in ersten Versuchen mit Erfolg zur Algorithmen-Verifikation angewandt. Dabei ist die Variation des Kraftverlaufes, hervorgerufen durch unterschiedliche Längen des Halbzeuges, unterschiedliche Festigkeit und prozessbedingter Streuung, deutlich zu erkennen. Für den Fehlerfall „Platzer“ ist ein, von diesem Streuband eindeutig abgegrenzter Trend gleichfalls detektierbar. Das heißt, mit den im Projekt entwickelten Algorithmen konnte eine eindeutige Klassifizierung in Gutteile und fehlerbehaftete Teile vorgenommen werden.

Zur Abbildung der Antriebs-, Regelungs- sowie Steuerungsstrukturen des IHU-Werkzeuges wurde darüber hinaus eine Systemsimulation durchgeführt mit dem Ziel, das Verhalten der geregelten Antriebe im Fehlerfall zu untersuchen. Es galt herauszufinden, ob bestimmte an den realen Antrieben vorhandene Messsignale von IHU-Werkzeugen zur Detektion von Verschleiß oder Fehlern im Umformwerkzeug genutzt werden können. Simuliert wurde ein vollständiger Umformvorgang ohne Materialversagen und ein Umformvorgang innerhalb dessen bei 2000 bar ein „Platzer“ auftrat.

Die dabei erzielten Ergebnisse sind vielsprechend und sehr gut für komplexere Systemstrukturen anwendbar. Mit ihrer Hilfe ist insbesondere eine erste virtuelle Verifikation der im Projekt entwickelten Methoden und Algorithmen möglich, die in der frühen Entwicklungsphase entweder stichprobenartig oder für besondere Betriebszustände mechanismenorientiert experimentell ergänzt werden muss.

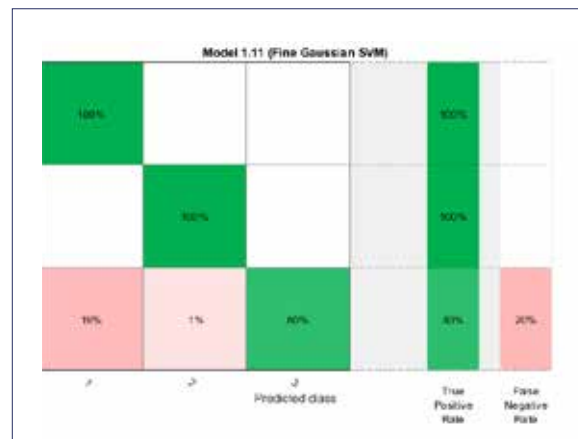


Abb. 39: Konfusionsmatrix zur Charakterisierung der Klassifizierungsmodellgüte aus synthetischen Datensätzen (1- Gutteile, 2- und 3- Fehlerteile)

Im Rahmen des Vorhabens konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

- Entwicklung eines Prozessmodells für IHU
- Entwicklung von Algorithmen zur Parameteridentifizierung aus komplexen IHU-Daten
- Entwicklung eines Prognosemodells für prädiktive Instandhaltungsprozesse
- Anwendung von Systemmodellierungen für die virtuelle Abbildung von IHU-Teilprozessen im Normal- und Fehlerfall
- Systemvalidierung und Algorithmen-Verifikation mittels synthetischer Datensätze
- Untersuchung beziehungsweise Beurteilung von Cluster- und Klassifizierungsalgorithmen mittels synthetischer Datensätze



# Entwicklung einer Fertigungstechnologie zur prozesssicheren Herstellung blasenfrei verklebter Glas- und Edelstahlkomponenten für den Einsatz in der Beheizungstechnik von Backwaren

## Projektlaufzeit

06/2017 - 05/2019

## Fördermittelgeber

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Projekträger



Forschungsnetzwerk  
Mittelstand

## Ausgangssituation

Gesamtziel des Vorhabens war die Entwicklung einer Technologie zum blasenfreien Verkleben von Glas-Glas und Glas-Edelstahl Komponenten mit exakt maßhaltigen Sichtkanten, der Entwicklung einer neuen Heizetage sowie die Konzeption einer Fertigungszelle zur Herstellung von Heizetagen. Die Technologie sollte innerhalb des Projektes so vorentwickelt werden, dass eine prozesssichere Beherrschung aller externen Umwelteinflüsse möglich ist und damit verschiedene Produktgruppen mit ihrem jeweiligen Anforderungsprofil auch für kleinste Losgrößen in unterschiedlichen Formen und Größen abgebildet werden können.

## Zielstellung

Als Kernziele wurden nachfolgende Entwicklungsschwerpunkte definiert:

- Auswahl möglicher Klebersysteme
- Entwicklung von Arbeitsschritten, die eine blasenfreie und maßhaltige Klebestelle ermöglichen
- Entwicklung des Produktes „beheizbare Scheibe“ mit einer gleichmäßigen Temperaturverteilung
- Steigerung der Prozesssicherheit

Der erste Projektschritt bestand in der Auswahl eines geeigneten Klebers. Hierbei erkannte man die hohe Temperaturbeständigkeit sowie Durchhärtefähigkeit als entscheidende Faktoren. Zudem wurde nach einem 2-Komponenten-Kleber gesucht, dessen Klebstofffarbe anthrazit ist, da die Verklebungen der Produkte auch im Sichtbereich des Endverbrauchers liegen können. Nach der Ausarbeitung der genannten Anforderungen wurde eine Vorauswahl getroffen. Daraufhin kam es zum Vergleich zweier unterschied-

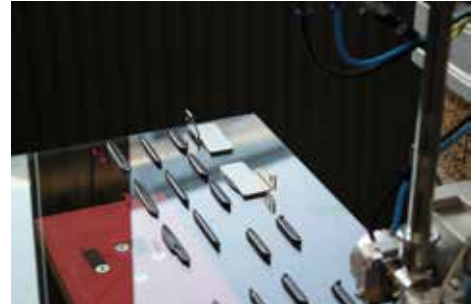


Abb. 40: Vergleich zweier Klebesysteme des Zwei-Komponententklebers

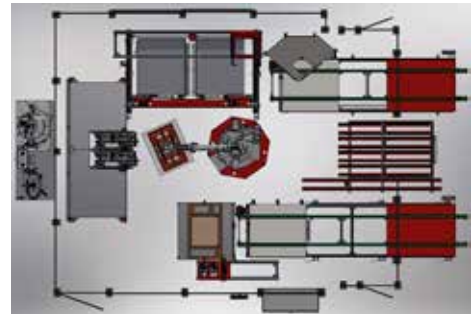


Abb. 41: Draufsicht der Anlage

licher Kleber unter Berücksichtigung weiterer produkt- und prozessrelevanter Eigenschaften. Mit dem Klebstoff Novasil 690 wurde ein geeigneter Kleber gefunden, welcher sich aufgrund einer sehr guten Klebefestigkeit und einer geeigneten Topfzeit durchsetzen konnte.

Im Folgenden wurde das Bruchverhalten des Klebstoffsystems Novasil 690 mittels Belastungsprüfungen untersucht. Hierbei wurden Kleberauren mit einem manuellen Klebesystem auf eine Glasscheibe aufgebracht. Anschließend wurden Probewerkstücke aus Edelstahl durch manuelles Andrücken auf die erstellten Kleberauren gesetzt und mit der Glasscheibe gefügt.



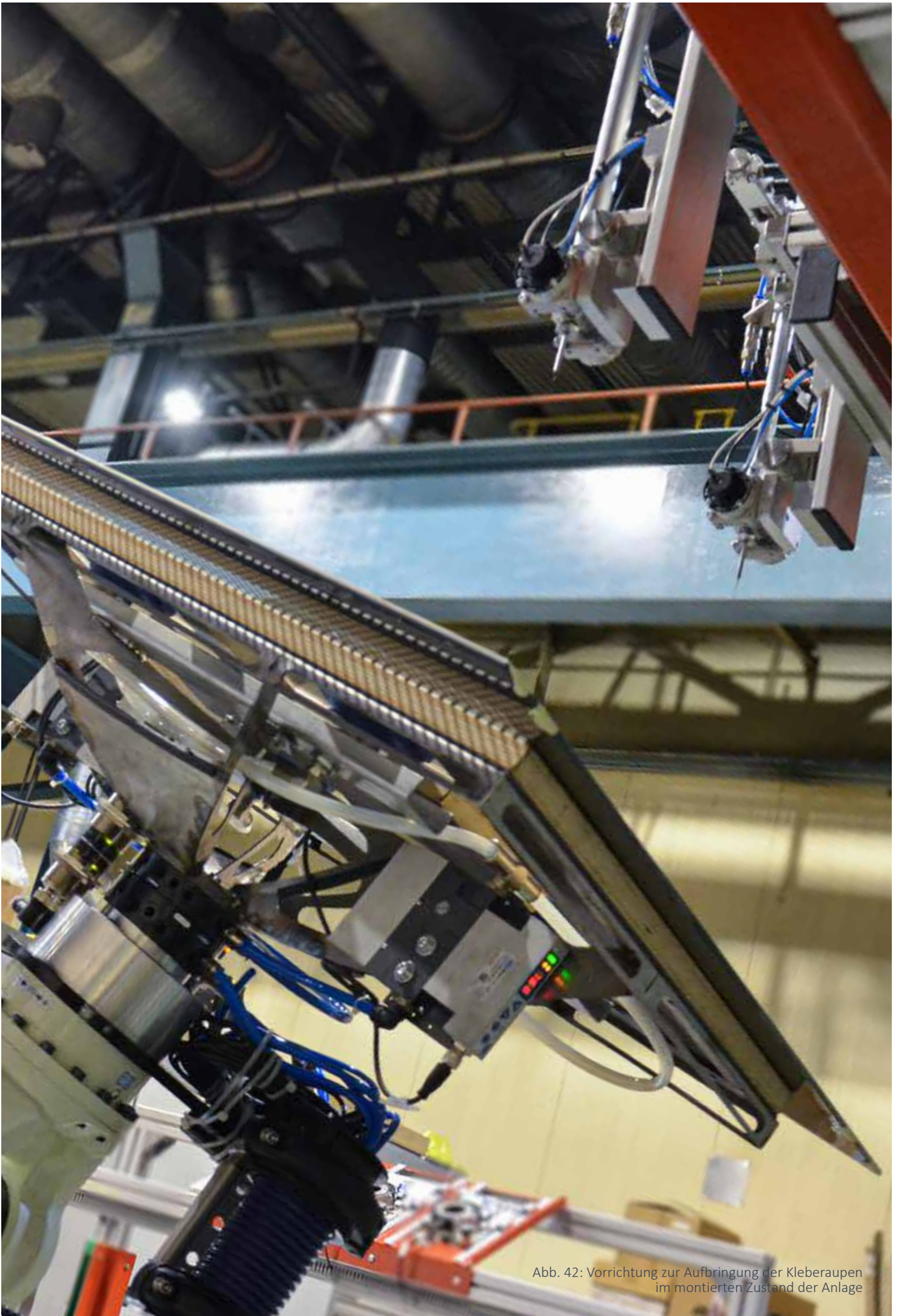


Abb. 42: Vorrichtung zur Aufbringung der Kleberaupen  
im montierten Zustand der Anlage



# Entwicklung und Bau einer Niederdruckgießanlage zur gesteuerten Formfüllung für hochschmelzende Materialien

## Projektlaufzeit

02/2016 - 01/2019

## Fördermittelgeber

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Projektträger



Forschungsnetzwerk  
Mittelstand

## Ausgangssituation

Zur Herstellung von komplexen Gussbauteilen aus hochschmelzenden Materialien, insbesondere bei geringen Stückzahlen, werden heute immer noch standardmäßig Schwerkraftgießverfahren eingesetzt. Gerade bei dünnwandigen Bauteilen kommt dieses Verfahren jedoch an seine Grenzen. Aufgrund der geringen Wärmekapazität dünnwandiger Gussteile erstarren diese wesentlich schneller an der Formwand. Dadurch ist das temperaturabhängige Formfüllvermögen der flüssigen Legierung örtlich sehr verschieden, weil die Durchflussmenge durch die unterschiedlichen Querschnitte variiert. Somit treten bei der Erzeugung von dünnwandigen Gussteilen erhebliche Schwierigkeiten auf, wenn die Formkanäle nicht vollständig gefüllt werden und sich dadurch so genannte Kaltläufe bilden.

Durch die industriellen Anforderungen an immer leichtere Bauteile wurden in den vergangenen Jahren Konzepte erarbeitet, die auf eine Herstellung dünnwandigerer Gussteile abzielen. Um für diese Bauteile eine bessere Formfüllung beim Schwerkraftgießen zu erreichen, wird entweder ein überproportional großes Gießsystem erzeugt oder der Gießprozess wird unter Vakuum vollzogen. Gleichzeitig wird eine beträchtliche Metallmenge benötigt, um eine geeignete Gießgeschwindigkeit des Materials während der Formfüllung einzuhalten. Unabhängig davon bleiben jedoch Restrisiken bestehen, weil sich die beeinflussenden Faktoren der Formfüllung nur bis zu bestimmten Grenzen steuern lassen. Damit ist es schwierig bzw. unmöglich, eine turbulente Schmelzfront zu vermeiden, die Metallfließgeschwindigkeit zu kontrollieren oder Oxyde und andere Einschlüsse zu verhindern. Der Gesamtprozess bleibt weitestgehend unreguliert, weil die Formfüllung zu den Prozessen gehört, die noch sehr empirisch vollzogen werden.

## Zielstellung

Als Alternative hat sich bei niedrigschmelzenden Materialien bereits die Niederdrucktechnologie etabliert. Aufgrund ihrer Vorteile gegenüber den Schwerkraftgießverfahren werden mit die-



Abb. 43: Abguss der Schmelze

ser Fertigungsvariante meist Bauteile mit hohen Funktions- und Qualitätsansprüchen gefertigt, die hauptsächlich in Kraftfahrzeugen, der Elektronik und im Maschinenbau eingesetzt werden. Vorteilhaft ist einerseits das kleinere Gießsystem, was weniger Kreislaufmaterial verursacht und damit zur Energie- und Ressourceneffizienz beiträgt. Andererseits ist eine gezielte Steuerung der Formfüllgeschwindigkeit während des gesamten Gießprozesses möglich, wodurch sich die Gussstückqualität verbessern lässt.



Diese Vorteile lassen sich aber bisher nicht für hochschmelzende Legierungen ausnutzen. Ziel des Forschungsthemas war deshalb die Konzeption, der Bau und der Test einer Niederdruckgießversuchsanlage für Stahlbauteile, die eine gesteuerte Formfüllung und eine variable Erstarrungsgeschwindigkeit ermöglicht. Damit soll es vor allem möglich sein, dünnwandige, leichtere und komplexere Gussteile mit verbesserter metallurgischer Qualität und günstigeren Bauteileigenschaften zu fertigen.

## Ergebnis

Schlüsseltechnologie für die Niederdruckgießanlage ist das Steigrohr, durch welches die Schmelze vom Ofengefäß in die Form gefördert wird. Aus diesem Grund wurde die Konzeptentwicklung der Anlage parallel mit der Definition von Werkstoffsystemen für das Steigrohr sowie der mathematischen Simulation der Anlage begleitet. Daraus abgeleitet konnte die Modellierung, Auslegung und Anforderungsspezifizierung der einzelnen Komponenten, insbesondere der Isolierung, erfolgen. Im Anschluss wurden die Bauteile gefertigt und montiert.

Erste Dauertests mit den auf Aluminiumoxid basierenden Steigrohren bestätigten die hohen technischen Anforderungen an diese kritische Komponente. Insbesondere die mechanische Stabilität konnte im Vorhaben nicht zur vollsten Zufriedenheit erreicht werden. Daraus ergaben sich zwei Vorgehensweisen für die Überführung in die Serientauglichkeit. Einerseits werden weitere Optimierungen der Werkstoffpaarung analysiert, um einen mehrmaligen Einsatz zu gewährleisten. Andererseits können alternative Steigrohre entwickelt werden, welche nur für den einmaligen Einsatz gedacht sind, aber geringere Stückkosten aufweisen. Eine abschließende



Abb. 44: Gussteil aus einer Niederdruckgießanlage



Abb. 45: Versuchsgefäß mit abgeschlossenem Steuerprofil

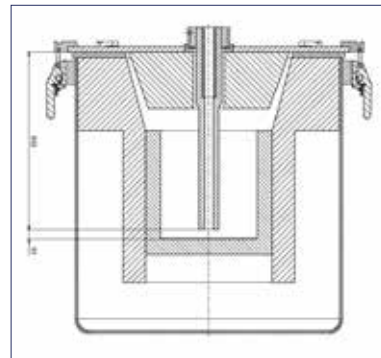


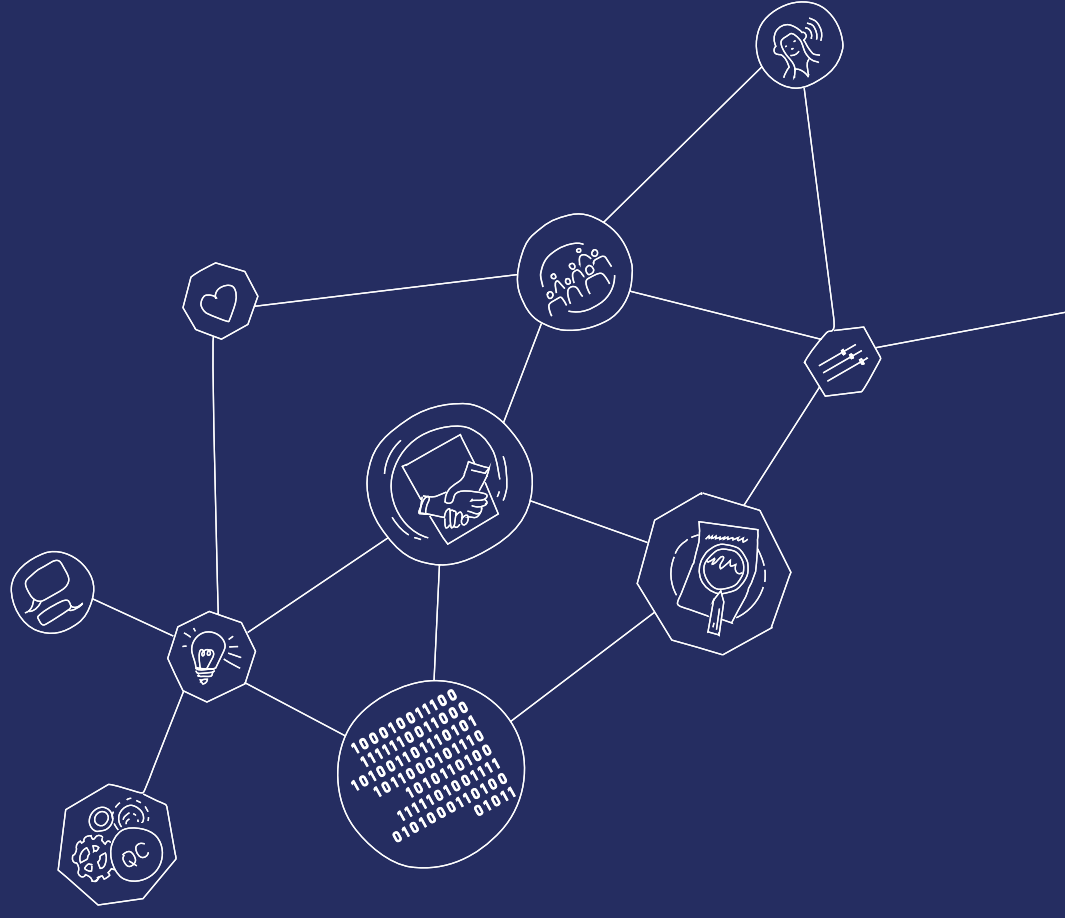
Abb. 46: Schmelzofen Seitenansicht mit Steigrohrsystem

Entscheidung aus ökonomischen und technischen Gesichtspunkten wird erst im Nachgang an das FuE-Thema auch unter Berücksichtigung des jeweiligen Anwendungsfalls erfolgen.

Es konnte mit dem Projekt allerdings nachgewiesen werden, dass der Abguss von Stahlgussteilen mittels einer Niederdruckgießanlage möglich ist. Die Vorteile dieses Verfahrens, wie die Herstellung von dünnwandigen Gussteilen oder die Vermeidung von Schlacke im Gussteil, können somit auf Stahlgussteile übertragen werden.



Abb. 47: Informationsveranstaltung des SchAz für Mitglieder und Interessierte aus Wissenschaft und Industrie





# Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz

**Betrieb 4.0**  
machen!

Mittelstand 4.0  
Kompetenzzentrum  
Chemnitz

## Projektlaufzeit

Phase I  
08/2016 - 07/2019  
Phase II  
08/2019 - 07/2021

## Fördermittelgeber

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Projekträger



[www.betrieb-machen.de](http://www.betrieb-machen.de)

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz ist Teil der Initiative Mittelstand-Digital und unterstützt die Erarbeitung von Digitalisierungs- und Industrie 4.0-Themen in kleinen und mittleren Unternehmen und dem Handwerk. Mithilfe verschiedener Maßnahmen (Workshops, Thementage, Unternehmerforen, Onlineseminare), Umsetzungsprojekte und Medien (theoretische Thementausarbeitungen, Lernvideos, Praxisbeispiele) informiert und qualifiziert das Kompetenzzentrum über die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung und unterstützt die Unternehmen vor Ort mit Expertenwissen, Demonstrationszentren, Netzwerken und praxisnahen Beispielen. Dabei werden die unterschiedlichen Ausprägungen und Erfahrungsgrade der Unternehmen berücksichtigt und darauf abgestimmte Leistungsangebote zur Verfügung gestellt. Ziel der Maßnahmen ist die nachhaltige Stärkung und Steigerung der Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit der regionalen KMU. Die Förderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie ermöglicht die kostenfreie Nutzung aller Angebote des Kompetenzzentrums. Die zu bearbeitenden Themen sind in fünf miteinander verzahnte Schwerpunktfelder eingeordnet, um das Angebot für die Zielgruppe klar und bedarfsgerecht strukturiert darzustellen. Die Schwerpunktfelder umfassen alle wesentlichen Bereiche eines Unternehmens: von der strategischen Ausrichtung, über die eigenen Produkte und Dienstleistungen, die notwendigen Technologien und Prozesse bis hin zu rechtlichen Aspekten. Entsprechend der Leitlinie des Kompetenzzentrums steht der Mensch als Befähiger der digitalen Produktions- und Arbeitswelt dabei immer im Mittelpunkt.



Abb. 48: Roadshow-Fahrzeug

sentlichen Bereiche eines Unternehmens: von der strategischen Ausrichtung, über die eigenen Produkte und Dienstleistungen, die notwendigen Technologien und Prozesse bis hin zu rechtlichen Aspekten. Entsprechend der Leitlinie des Kompetenzzentrums steht der Mensch als Befähiger der digitalen Produktions- und Arbeitswelt dabei immer im Mittelpunkt.

Im Jahr 2019 startete die zweite Phase des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums. Schwerpunktmäßig fokussierte sich das ICM e.V. in Phase zwei auf die bereits in Phase eins geschaffenen Leuchtturmaspekte in den Themenbereichen Robotik und Management. Zu diesen Themen wurden im Jahr 2019 mehrere theoretische Betrachtungen verfasst und Selbstlernvideos veröffentlicht. Ebenfalls wurden Onlineseminare in den Bereichen „Agiles Projektmanagement“ und „Roboter und Mensch“ durchgeführt. Zur weiteren Vertiefung des Wissens wurde

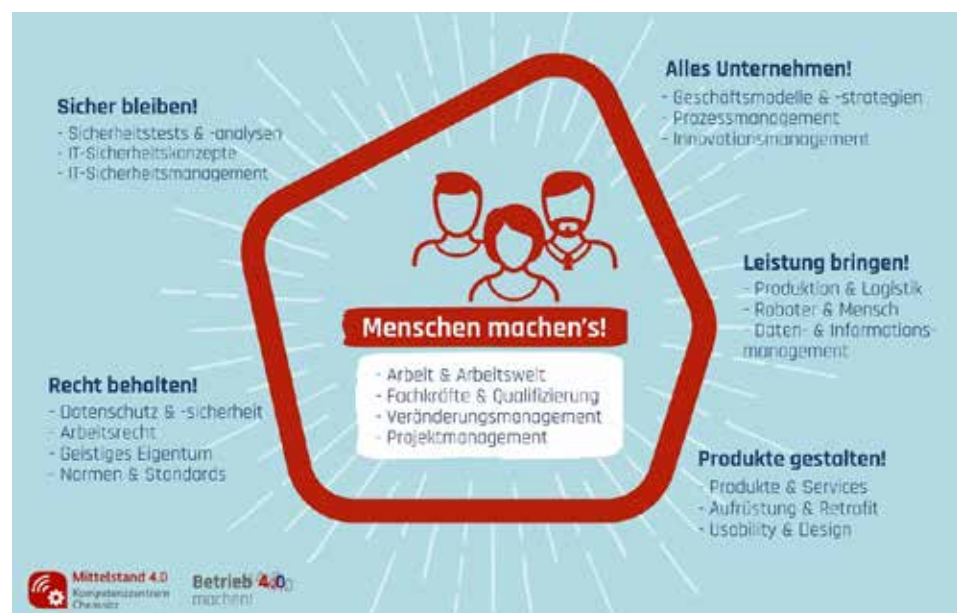


Abb. 49: Themenfelder des Kompetenzzentrums





Abb. 50: Roadshow Vorführung des Demonstrators „Roboter & Mensch“

eine Workshopreihe, bestehend aus drei aufeinander aufbauenden Veranstaltungen, im Themenbereich Projektmanagement etabliert. Die Roadshow als durch das ICM e.V. geführter Baustein des Kompetenzzentrums wurde weiter ausgebaut und insgesamt 17 externe Veranstaltungen mit den aus dem Projekt zur Verfügung stehenden mobilen Demonstratoren unterstützt. Das Kompetenzzentrum präsentierte sich im Jahr 2019 auf der Intec-Messe in Leipzig und auf der Hannover Messe.

Darüber hinaus beteiligte sich das ICM e.V. im Projektmanagement über die Mitwirkung an der Arbeitsgruppe „Organisation, Evaluation und Transfer“. Des Weiteren entstand durch die Einführung einer zentrumsübergreifenden Vernetzungsarchitektur ein reger Austausch mit weiteren deutschlandweiten Kompetenzzentren. Dieser wurde gestützt durch die Mitwirkung des ICM e.V. an und in verschiedenen Arbeits- und Fokusgruppen, so zum Beispiel der

AG Künstliche Intelligenz, der AG Digitale Geschäftsmodelle und der FG Blockchain.

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz wird gemeinschaftlich von fünf Konsortialpartnern betrieben:

- Technische Universität Chemnitz (TUC) mit dem federführenden Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme (IBF) sowie der Professur für Privatrecht und Recht des geistigen Eigentums
- Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU)
- Industrie- und Handelskammer Chemnitz (IHK)
- Technologietransfer und Innovationsförderung Magdeburg GmbH (tti)



Abb. 51: Vorführung von Live-Hacking am Demonstrator auf den 9. Ostsächsischen Maschinenbautagen in Bautzen, Sachsen



Abb. 52: Auswahl verschiedener „Industrie 4.0“ Demonstratoren in der Experimentier- und Digitalfabrik der TU Chemnitz



# Kompetenznetzwerk zur Entwicklung systemintegrierbarer, technisch-technologischer Lösungen für die Zerspanung (MATZE)

## Projektlaufzeit

Phase I  
07/2018 - 06/2019  
Phase II  
08/2019 - 07/2021

## Fördermittelgeber

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Fördermittelgeber

VDI | VDE | IT

[www.materialzerspanung.de](http://www.materialzerspanung.de)



Das ZIM-Kooperationsnetzwerk MATZE schafft die Möglichkeit, innovative und systemintegrierbare technisch-technologische Lösungen für die Zerspanung neuer, innovativer und anwendungsorientierter Materialien zu entwickeln. Es bietet die Basis, unterschiedliches Know-how aus Wissenschaft, Forschung, Industrie und Handwerk und aus den verschiedenen Bereichen der zerspanenden Materialbearbeitung miteinander zu kombinieren und weiterzuentwickeln. Daraus werden technologische Mehrwerte für die gemeinsame Konzeption, Entwicklung und Realisierung von systemintegrierbaren technologischen Fertigungslösungen abgeleitet.

## Verfahrenstechnik

Forschung und Entwicklung zukunftsweisender Verfahren zur maschinellen und zerspanenden Bearbeitung neuartiger Materialien und Materialhybride.

## Neuartige Werkstoffe

Gesteigerte Anforderungen und neue Einsatzgebiete erfordern Produkte aus modernen Werkstoffen und Werkstoffkombinationen wie Composite-(Verbund)-Werkstoffe, PEEK und Materialhybride aus Kunststoff und Metall.

## Maschinentechnologie

Entwicklung systemintegrierbarer Lösungen für Maschinen- und Fabrikssysteme unter Berücksichtigung moderner Anforderungen, Werkstoffe und Anwendungsgebiete.

## Netzwerk

Vernetzte Forschung für den industriellen Wandel zu hybriden Fertigungslösungen und agilem, proaktivem Instandhaltungsmanagement und Betriebskonzeptionen.

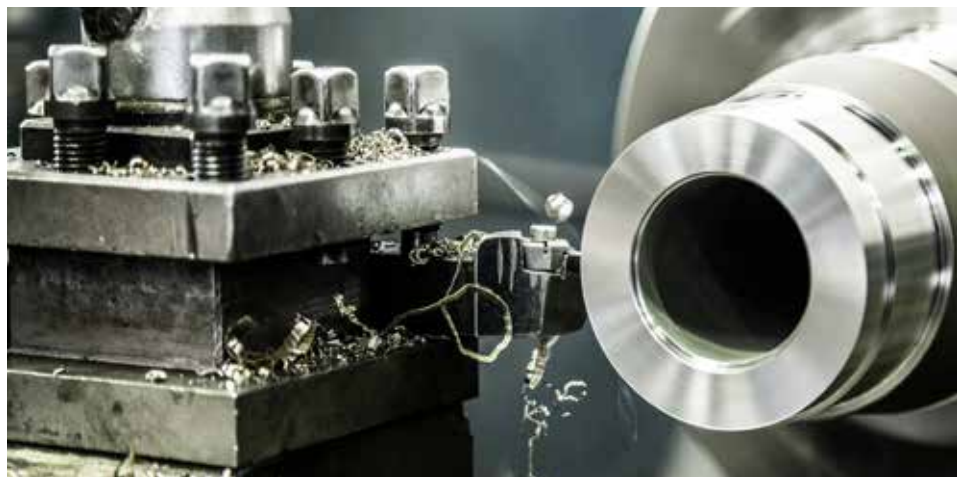


Abb. 53: Spanende Bearbeitung



Abb. 54: Am Werkzeugrevolver befestigter Gewindeschneidkopf (links: Gesamtansicht, rechts: Detaillansicht)

In Phase 1 des Kooperationsnetzwerkes MATZE erarbeiteten die Netzwerkpartner gemeinsam und mit der Unterstützung durch das Netzwerkmanagement am ICM e.V. die sogenannte Technologische Roadmap und damit den fortschreibbaren Entwicklungsplan für die zukünftige Zusammenarbeit.

Auf dieser Basis konnte das Kooperationsnetzwerk MATZE erfolgreich in Phase 2 überführt werden. Unter der Federführung des Netzwerkmanagements am ICM e.V. wurden im weiteren Verlauf die Projektanträge für zwei Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Rahmen des ZIM-Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand des BMWI erarbeitet und beim zuständigen Projektträger VDI-VDE-IT eingereicht.

Am Vorhaben „4WSH - Entwicklung eines Kompaktsterilisationssystems für infektiöse bzw. toxische Abfälle mit intelligentem Überwachungs- und Servicemanagementsystem“ sind die ERMAFA Sondermaschinen- und Anlagenbau GmbH sowie die IGF Ingenieurgesellschaft für Gebäude, Flächen- und Anlagenmanagement mbH Chemnitz beteiligt.

Im zweiten Vorhaben mit dem Thema „BSBI- Entwicklung eines Systems zur prozessintegrierbaren Endenbearbeitung von Drahtbiegeteilen ohne den Einsatz von flüssigen Kühlschmierstoffen“ realisieren die Firmen Werkzeug Eylert GmbH & Co. KG, M+R Hamann, Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden gGmbH sowie zusätzlich als externer Partner die Firma Bahner und Schäfer GmbH, als traditioneller Hersteller von technischen Federn, gemeinsam innovative Lösungsansätze.

Der klare Fokus für die Arbeit im Kooperationsnetzwerk MATZE liegt auf der Förderung der unternehmensübergreifenden sowie interdiszi-

plinären Zusammenarbeit und damit zugleich auf der Schaffung praxisrelevanter und KMU-tauglicher Entwicklungsergebnisse. Insbesondere für die Bearbeitung neuer, innovativer und anwendungsorientierter Materialien müssen technologische Lösungen entwickelt werden, die eine effiziente und vor allem flexible Fertigung ab Losgröße 1 bis hin zur Großserie ermöglichen.

Die Netzwerke des ICM e.V. bilden den Rahmen für eine effiziente Zusammenarbeit zwischen mittelständischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen zur Entwicklung zukunftsweisender Technologien, Produkte oder Dienstleistungen, die im unternehmerischen Umfeld in die Praxis überführt werden können.

Die Mitglieder des Netzwerkes sind:

- CIM Technologietransfer und Service GmbH
- ERMAFA Sondermaschinen- und Anlagenbau GmbH
- HyPneu GmbH
- IGF Ingenieurgesellschaft für Gebäude, Flächen- und Anlagenmanagement mbH Chemnitz
- Institut für Luft- und Kältetechnik gemeinnützige Gesellschaft mbH
- IWB Werkstofftechnologie GmbH
- M & R Hamann
- Spano GmbH Spannsysteme und Normalien
- SUR Laser- und Metalltechnik GmbH
- Technische Universität Chemnitz Fakultät Maschinenbau, Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb
- Tisora Sondermaschinen GmbH
- Werkzeug-Eylert GmbH & Co. KG





# Kooperationsnetzwerk Automation und Robotik für den Mittelstand (AuRoMi)

## Projektlaufzeit

Phase I  
07/2019- 06/2020

## Fördermittelgeber

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Projekträger

VDI | VDE | IT

[www.auromi.de](http://www.auromi.de)



Das Kooperationsnetzwerk Automation und Robotik für den Mittelstand, kurz AuRoMi, wird im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert.

Das Ziel des Kooperationsnetzwerkes AuRoMi ist die Konzeption, Entwicklung und Realisierung innovativer technischer sowie organisatorischer Lösungen im Bereich Automation und Robotik, welche den industriellen Mittelstand perspektivisch in die Lage versetzen, nicht nur die gebotenen technologischen Umbrüche zu realisieren, sondern auch von ihnen im hohen Maße wirtschaftlich zu profitieren.

Das Kooperationsnetzwerk Automation und Robotik für den Mittelstand möchte dabei helfen, die strukturellen Defizite bei klassischen KMU, welche die effiziente Nutzung moderner Automatisierungstechnik aktuell noch erheblich behindern, systematisch zu überwinden.

Vorsatz ist es, sichere sowie technisch und wirtschaftlich sinnvolle Automatisierungs- und Roboterkonzepte zu entwickeln, mit denen für KMU typische Kleinserien bis hin zu Losgröße 1 effizient umgesetzt werden können. Die wesentlichen technologischen Befähiger zum Erreichen von flexibel, gestuft anpassbaren Automatisierungsgraden sind die modulare Wandlungsfähigkeit und Mobilität sowie die digitale Vernetzungsfähigkeit und einfache Programmierung/

Bedienung der technischen Ressourcen. Durch die Vernetzung von Forschung, Entwicklung und Transfer mit Produktion und Service werden vorhandene Potenziale und Kompetenzen von Wissenschaft und Wirtschaft markt-, produkt- und problemorientiert mit Hilfe des Netzwerkmanagements zusammengeführt.

Das Kooperationsnetzwerk AuRoMi verschmilzt spezifisches Know-how aus dem Maschinen- und Anlagenbau, der Automatisierungstechnik, der Sicherheitstechnik und der Softwaretechnologie sowie der Produktionsplanung/Fabrikplanung so miteinander, dass auch produzierende KMU perspektivisch in die Lage versetzt werden, von Investitionen in Automation und Robotik langfristig zu profitieren. Die Umsetzung der geplanten Entwicklungsarbeiten erfolgt in Anlehnung auf den MTO Ansatz in der Struktur der drei klassischen Gestaltungsebenen.

## Mensch und Automation

Der Schwerpunkt befasst sich im Wesentlichen mit den Nutzerschnittstellen, der Mensch-Roboter-Kollaboration sowie den Grundlagen der Automatisierung. Die wesentliche Herausforderung ist die Umsetzung wirklich intuitiver Bedien-, Support- und Programmierkonzepte. Dabei spielen Themen wie z.B. Gesten- und Sprachsteuerung, Fernsteuerung und -wartung sowie die Nutzung vorbereiteter Programmbausteine ebenso zusammen, wie die Psychologie und die ergonomische und sichere Arbeitsplatzgestaltung in hybriden bzw. kollaborativen Systemen. Grundsatzfragen nach einem sinnvollen, ggf. graduell veränderlichen Verhältnis der Mensch-Technik-Arbeitsteilung bedürfen der Klärung. Ebenso gilt es die manuellen Grundlagen für die Automatisierung (z.B. Bewegungsabläufe nach Refa, MTM) entsprechend zu prüfen und ggf. zu erweitern.





Abb. 55: Positionierung des Greifers der Automationsanlage mit Steckplatte

## Robotertechnik und Peripherie

Der Schwerpunkt stellt die technischen Aspekte der Maschinen und Anlagen sowie deren flexible versorgungstechnische Anbindung in der Fabrik in den Fokus. Die wesentliche Herausforderung ist die Umsetzung automatisierter Fügeprozesse bei kleinen Stückzahlen, z.B. Schweißen, Nieten, Kleben, Schrauben, Lötten unter entsprechender Einbeziehung der Abläufe für Mess- und Prüfvorgänge. Grundlagen hierfür sind die Modularität und Mobilität der Produktionstechnik, ausgehend von der Transportfähigkeit bis zum selbstfahrenden System, sowie modular aufgebaute Vorrichtungs- und Werkzeugbaukästen. Es müssen Schnittstellen zum schnellen Koppeln und Entkoppeln bzw. De- und Remontieren der Technik sowie ggf. neue innerbetriebliche Transportsysteme entwickelt werden.

## Prozess und Organisation

Der Schwerpunkt beinhaltet die planerische Perspektive auf die Zusammensetzung und Ablauforganisation zu automatisierender Produktionssysteme. Es gilt die Potenziale zur Automatisierung in KMU, vom einzelnen isolierten Arbeitsplatz bis hin zum integrierten System zu bewerten. Ferner muss die für kleine Losgrößen bzw. Losgröße 1 benötigte Flexibilität identifiziert und dimensioniert sowie in einen gestuften Entwicklungsplan überführt werden.

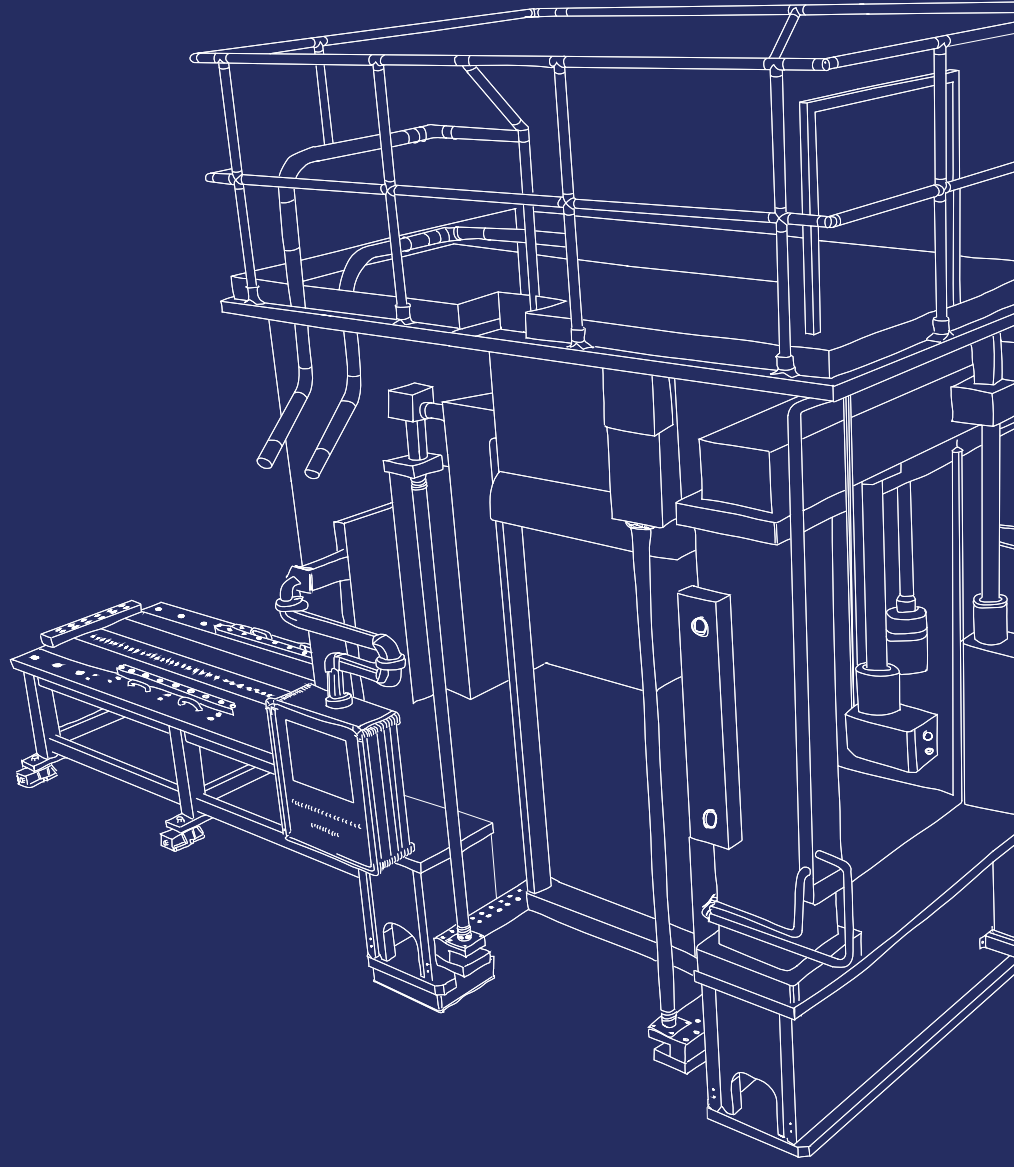
Schlussendlich bedarf es betrieblicher Werkzeuge (z.B. Simulation), mit welchen der Bedarf an Rekonfigurationsprozessen selbst sowie deren ideale zeitliche Abfolge (z.B. Planung, Beschaffung, Implementierung) geplant und bewertet werden kann.

Die Mitglieder des Netzwerkes sind:

- ABS Schkeuditz GmbH
- BADER Glastechnologie GmbH
- Fakultät Ingenieurwissenschaften, InnArbeit
- HFC Human-Factors-Consult GmbHIWB
- Hiersemann Prozessautomation GmbH
- Hochschule Mittweida
- HyPneu GmbH
- ICS Industriedienstleistungen GmbH
- Ingenieurbüro Hannweber GmbH
- Institut für Mechatronik e.V. Chemnitz
- Modellbau Roth GmbH & Co. KG
- SITEC Industrietechnologie GmbH
- Technische Universität Chemnitz, Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb



Abb. 56: Institutsgebäude des ICM e.V.  
mit angrenzenden Produktionshallen von oben





# Veröffentlichungen

## Beiträge

Böhme, C.: Mittelstand 4.0 Praxisbericht - KANBAN als Maßnahme zur Prozessverbesserung. In: Wirtschaft Südwestsachsen, 10/2019. Chemnitz, 2019

Böhme, C.: Die Renaissance der Ambidextrie – Führung und Struktur in der digitalen Transformation. In: Tagungsband der VPP-Tagung des Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme an der TU Chemnitz (Hrsg.), S. 63-72. Chemnitz, 2019

Grundmann, I.; Seidel, M.; Preissler, A.; Vielstich, M.: Qualifizierung für eine erfolgreiche Mensch-Roboter-Kollaboration – Das Schulungs- und Anwendungszentrum des ICM. In: Riedel, R.; Bullinger-Hoffmann, A. C. (Hrsg.): Die hybride Fabrik – menschliche und künstliche Intelligenz im Einklang. VPP2019 – Vernetzt planen und produzieren, Sonderheft 25, S. 21-29. Chemnitz, 2019

Ivanov, G.; Rutter, C.; Reuter, T.; Burkhardt, T.: Modeling Approaches for Controller Design using the Example of a Valve-driven Force-controlled Bearing Preload Element. Abstractband der 9th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications. Prag / Czech Republic, 2019

Kunert, A.; Ott, M.; Reuter, T.; Koska, D.; Maiwald, C.: Phase space methods for non-linear analysis of pedalling forces in cycling. In: PLOS ONE, DOI: 10.1371/journal.pone.0198914. 2019

Kunert, A.; Reuter, T.; Koska, D.; Maiwald, C.: Nichtlineare Variabilitätsanalyse der Trittbewegung im Radsport. Abstractband des 11. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Biomechanik in Berlin, S. 151. Berlin, 03.04. bis 05.04.2019

Preissler, A.; Vielstich, M.; Grundmann, I.: Schulungs- und Anwendungszentrum für MRK. In: BMBF (Hrsg.): Projektatlas Kompetenz Montage kollaborativ und wandlungsfähig, S.142-143. Berlin, 2019

## Berichte

Burkhardt, T.; Ortmann, S.: Entwicklung eines innovativen Anlagen- und Werkzeugsystems für die thermisch unterstützte und wirkmedienbasierte Metallformung am Beispiel des Superplastischen Umformens. Abschlussbericht. Chemnitz, 2019

Hoyer, K.: Einseitige kaltumformende Rohrendenschließung für das IHU. Abschlussbericht. Chemnitz, 2019

Massalsky, K.; Güra, T.; Reuter, T.; Burkhardt, T.: Entwicklung eines prädiktiven Instandhaltungssystems zur Effizienzsteigerung von Produktionsabläufen unter Nutzung vorhandener Maschinen- und Produktionsdaten am Beispiel der Umformtechnik. Abschlussbericht. Chemnitz, 2019

Ortmann, S.; Rutter, C.: Peripherie- und Komponentenentwicklung für eine adaptronische Hauptspindel. Abschlussbericht. Chemnitz, 2019

Ortmann, S.: Entwicklung einer Fertigungstechnologie zur Herstellung hochpräziser Tiefziehhälbeuge für eine zu entwickelnde gekoppelte IHU- /Stanstechnologie. Abschlussbericht. Chemnitz, 2019

Panzer, M.; Walter, S.; Ortmann, S.: Entwicklung einer dynamischen Stützlastmessung mit anschließender Auswerteeinheit zur Einstellung einer optimalen Stützlast an Nutzfahrzeuganhängern. Abschlussbericht. Chemnitz, 2019

Reuter, T.; Irmscher, A.: Entwicklung eines universell konfigurierbaren Verschleißprüfsystems für Endoprothesen. Abschlussbericht. Chemnitz, 2019

Seidel, M.; Ortmann, S.: Entwicklung einer Fertigungstechnologie zur prozesssicheren Herstellung blasenfrei verklebter Glas- und Edelstahlkomponenten für den Einsatz in der Beheizungstechnik von Backwaren. Abschlussbericht. Chemnitz, 2019

Wagner, D.; Ortmann, S.: Entwicklung eines kombinierten Radsatz-Drehgestell- Wechslers. Abschlussbericht. Chemnitz, 2019



Böhme, C.: Agiles Projektmanagement – interessant für mich? Gestalte MIT – Vernetzungsveranstaltung und Fachgespräch. Chemnitz, 07.11.2019

Böhme, C.: Agiles Projektmanagement in der Praxis - Anwendung der Methodik Kanban, Netzwerktagung. Oelsnitz im Vogtland, 26./27. November 2019

Böhme, C.: Die Renaissance der Ambidextrie – Führung und Struktur in der digitalen Transformation. Tagung VPP des Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme an der TU Chemnitz, Session: Kommunikation, Führung, Kompetenzentwicklung. Chemnitz, 06.11.2019

Böhme, C.: Hybrides Management im Maschinenbau – Wunschtraum oder umsetzbar? Impulsvortrag auf dem 6. Innovationscafé des ICM e.V. „Neue Managementmethoden – von der Idee zur Umsetzung“. Chemnitz, 15.01.2019

Grundmann, I.; Ott, M.; Seidel, M.; Preissler, A.; Vielstich, M.: Qualifizierung für eine erfolgreiche Mensch-Roboter-Kollaboration – Das Schulungs- und Anwendungszentrum des ICM. Tagung VPP des Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme an der TU Chemnitz. Session: Mensch-Roboter-Kollaboration. Chemnitz, 06.11.2019

Heinrich, J.: INNVELO® Innovatives Verkehrs- und Logistikkonzept für Ballungszentren als neue sächsische Fahrzeugmarke. Zweites Innovationsforum „Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität“. Berlin, 04.06.2019

Heinrich, J.: Generic 48 V – Entwicklung eines ganzheitlichen 48 V Elektronikkonzepts für Elektroleichtfahrzeuge. Zweites Innovationsforum „Autonome, mobile Dienste; Services für Mobilität“. Berlin, 04.06.2019

Heinrich, J.: Konzeption eines innovativen Verkehrs- und Logistikkonzeptes für Ballungszentren als neue sächsische Fahrzeugmarke. Impulsvortrag auf der 1. Chemnitzer Brennstoffzellenkonferenz. Chemnitz, 26.11.2019

Ivanov, A.: Flexibles Roboterhandling beim Drahtbiegen. 7. Innovationscafé des ICM e.V. „Robotik und intelligente Automatisierung“. Chemnitz, 10.04.2019

Ivanov, G.: Modeling Approaches for Controller Design using the Example of a Valve-driven Force-controlled Bearing Preload Element. 9th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies. Technologies and Applications. Prag / Czech Republic, 29.07.2019

Kunert, A.; Reuter, T.; Koska, D.; Maiwald, C.: Nichtlineare Variabilitätsanalyse der Trittbewegung im Radsport. 11. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Biomechanik. Berlin, 03.04. bis 05.04.2019

Massalsky, K.: Grundlagen der Robotik. Impulsvortrag auf dem 7. Innovationscafé des ICM e.V. „Robotik und intelligente Automatisierung“. Chemnitz, 10.04.2019

Seidel, M.: Intelligente Automatisierung in der Glasscheibenmontage. 7. Innovationscafé des ICM e.V. „Robotik und intelligente Automatisierung“. Chemnitz, 10.04.2019

Alshaabi, M.: Detailkonstruktion und Umsetzung eines Speichenrades für ein Elektroleichtfahrzeug. Technikerarbeit. Chemnitz, 2019

Kern, L.: Agiles Arbeiten in KMU: Bedarf, Voraussetzungen und Implementierung. Masterarbeit. Chemnitz, 2019

Klinger, Markus: Prüfung eines Biosignalverstärkers für die elektrophysiologische Untersuchung am Auge. Bachelorarbeit. Chemnitz, 2019

Müller, Y.: Detailkonstruktion eines Karosserie- und Interieurkonzeptes für ein Elektroleichtfahrzeug. Diplomarbeit. Chemnitz, 2019

Parthy, M.: Ergonomische Auslegung des Fahrzeuginnenraums mithilfe eines digitalen Menschmodells. WHZ Zwickau. Diplomarbeit, 2019

Savaliya, L.: FEM calculation of a door concept for light electric vehicle. Master Thesis. Chemnitz, 2019

Sayyid Abdul Halim bin Syed Omar: Entwicklung eines Fahrwerkskonzeptes für eine Elektroleichtfahrzeugplattform. WHZ Zwickau. Diplomarbeit. Zwickau, 2019



## Arbeitskreise / Beiräte / Mitgliedschaften des ICM e.V.

Mitglied und Vorstandsmitglied der Sächsischen  
Industrieforschungsgemeinschaft e.V. (SIG)

Mitglied der Zuse-Gemeinschaft

Berufenes Mitglied des Innovationsrates der Zuse-  
Gemeinschaft

Stellvertretende Leitung der AG Evaluation der Zuse-  
Gemeinschaft

Mitglied im VDI

Leitung der Landesfachkommission Forschung, Bildung  
und Innovation des Wirtschaftsrates Deutschland/  
Landesgruppe Sachsen ab 2010

IHK-Ausschuss Technologie Südwest-Sachsen

Kooperationspartner der VEMAS Verbundinitiative

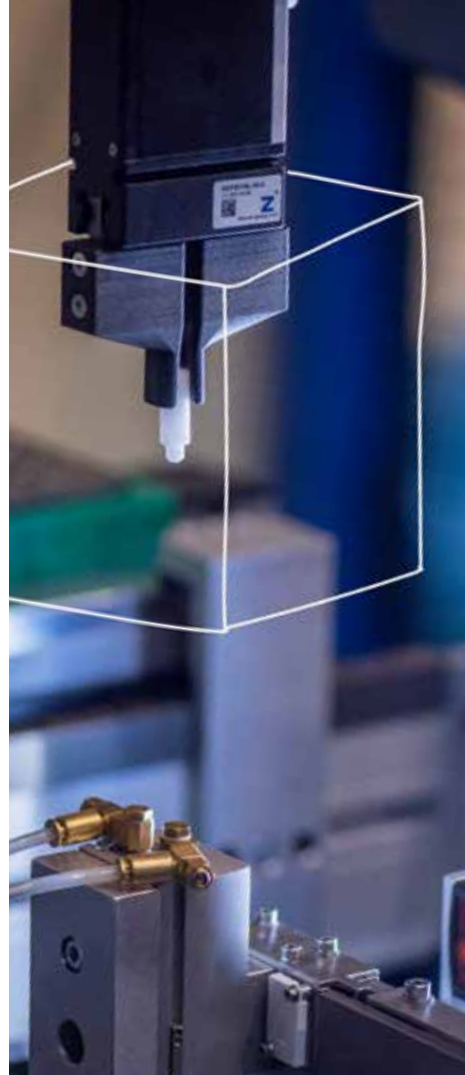
Mitglied im Verband Innovativer Unternehmen e.V. (VIU)

Landesfachausschuss für Wirtschaft & Innovation (CDU-  
Landesverband Sachsen)

Berufenes Mitglied des Forschungsbeirates FIR e.V. an  
der RWTH Aachen

Mitglied in der Gesellschaft für Arbeitswissenschaften

Gutachter im Förderprogramm „Verbesserung der  
Geräteausstattung für Forschung an Hochschulen für  
angewandte Wissenschaften – Geräteprogramm“



## Wissenschaftliche Partner

Bergakademie TU Freiberg

Forschungsinstitut für Rationalisierung e.V.  
(FIR) an der RWTH Aachen

Fraunhofer IFF Magdeburg

Fraunhofer IWS Dresden

Fraunhofer IWU Chemnitz

GFaI Gesellschaft zur Förderung angewandter  
Informatik e.V. Berlin

Hochschule Mittweida

Technische Universität Berlin

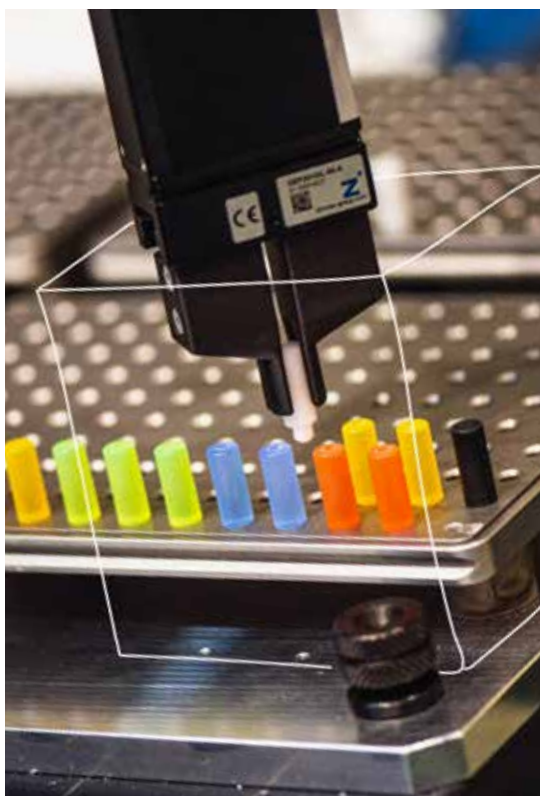
Technische Universität Chemnitz

Technische Universität Dresden

TU Budapest

VUTS Liberéc

Westfälische Hochschule Zwickau





# Schutzrechte

| Bezeichnung                                                                                                                                                       | Schutzrechtsart | Nummer/<br>Aktenzeichen | Status         | Tag der<br>Anmeldung |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|----------------------|
| Mechanische Vorrichtung für eine fixierte Positionierung und deren Nachjustage zur Eliminierung von Lageabweichungen bei der Verriegelung von Implantaten         | Gebrauchsmuster | 20 2009 012 712.5       | nicht anhängig | 18.09.2009           |
| Modulares Bodentransportsystem, insbesondere selbstfahrend und für schwere Montage- und Logistikprozesse                                                          | Gebrauchsmuster | 20 2009 012 712.5       | nicht anhängig | 27.03.2011           |
| INNVELO                                                                                                                                                           | Wortmarke       | 3020110190216           | eingetragen    | 01.04.2011           |
| Dachaufsatz für Kinderbetten                                                                                                                                      | Gebrauchsmuster | 20 2011 105 455.5       | nicht anhängig | 07.09.2011           |
| Lageranordnung für eine Werkzeugmaschinen spindle                                                                                                                 | Patent          | 10 2012 001 903.3       | nicht anhängig | 27.01.2012           |
| Modulares Bodentransportsystem, insbesondere selbstfahrend und für schwere Montage- und Logistikprozesse                                                          | Patent          | 10 2012 102 648.3       | nicht anhängig | 27.03.2012           |
| Vorrichtung zum Beladen und/oder Entladen                                                                                                                         | Gebrauchsmuster | 20 2012 103 702.5       | nicht anhängig | 27.09.2012           |
| Einlaminiertes Akkumulator, vorzugsweise zum Einsatz in Elektrofahrzeugen                                                                                         | Gebrauchsmuster | 20 2012 104 081.6       | in Kraft       | 23.10.2012           |
| Lageranordnung für technische Spindelsysteme                                                                                                                      | Patent          | 10 2013 008 017.7       | in Kraft       | 07.05.2013           |
| Spannvorrichtung für eine Prüfmaschine zum Spannen und Halten einer Werkstoffprobe                                                                                | Gebrauchsmuster | 20 2013 005 697.5       | nicht anhängig | 22.06.2013           |
| Vorrichtung zum Beladen und/oder Entladen                                                                                                                         | Patent          | 10 2013 110 723.0       | nicht anhängig | 27.09.2013           |
| Einlaminiertes Akkumulator, vorzugsweise zum Einsatz in Elektrofahrzeugen                                                                                         | Patent          | 10 2013 111 500.4       | in Kraft       | 18.10.2013           |
| Verfahren, Werkzeug und Einrichtung zum Einbringen einer in einen Hohlkörper schneidenden Vertiefung durch wenigstens teilweise Druckumformung                    | Patent          | 10 2015 012 694.6       | in Kraft       | 26.09.2015           |
| Verfahren zur Erfassung der Organperfusion                                                                                                                        | Patent          | 10 2016 001 658.2       | nicht anhängig | 10.02.2016           |
| Vorrichtung zur Herstellung einer rohrförmigen Verteileranordnung mit Abzweigen im Wandbereich zwischen den Enden des Rohres sowie rohrförmige Verteileranordnung | Patent          | 10 2016 005 033.0       | in Kraft       | 23.04.2016           |
| Mehrkanal-Leitungsstruktur und Herstellungsverfahren für diese                                                                                                    | Patent          | 10 2016 008 736.6       | nicht anhängig | 20.07.2016           |
| Ophthalmologische Vorrichtung                                                                                                                                     | Patent          | 10 2018 005 084.0       | in Kraft       | 22.06.2018           |
| Detektionseinrichtung zur Erkennung von Beschädigungen an einer Isolierverglasung                                                                                 | Gebrauchsmuster | 20 2019 002 945.1       | in Kraft       | 05.07.2019           |
| SchAz                                                                                                                                                             | Wortmarke       | 3020192376602           | eingetragen    | 21.11.2019           |



## Messen und Veranstaltungen

### 6. Innovationscafé „Neue Managementmethoden von der Idee zur Umsetzung“

15.01.2019 in Chemnitz

Die Veranstaltung thematisierte neue Managementmethoden und wie diese auch im Maschinenbau erfolgsversprechend umgesetzt werden können. Der Impulsvortrag zu Beginn informierte, wie wichtig die neuen Modelle zukünftig sein werden – insbesondere im Hinblick auf die Digitalisierung und die damit einhergehenden Forderungen nach Flexibilität und Anpassungsfähigkeit. Die anschließende Podiumsdiskussion, zu der sowohl Anwender aus der Wirtschaft als auch wissenschaftliche Vertreter geladen waren, bot regen Austausch. Im interaktiven Teil entwickelten die Gruppen verschiedene Erfolgsfaktoren für spezifische agile Methoden.



### Intec

05. - 08.02.2019 in Leipzig

Das Institut präsentierte mit seinem Messeexponat „Anlagenkonzept für Leichtbau-Roboter-Einsatz und kollaborative Montagesysteme“ aktuelle Ergebnisse und Arbeitsschwerpunkte, die neben der Automation für stark schwankende Losgrößen auch die Kompetenzen aus den Bereichen der Konstruktion sowie Elektronik- und Verfahrensentwicklung bis hin zur Verwirklichung von komplexen Aufgabenstellungen greifbar am Exponat verdeutlichten.

### VIU Parlamentarischer Abend

19.02.2019 in Berlin

Zum Parlamentarischen Abend „Ideen zur Stärkung des Forschungstransfers“ in der Deutschen Parlamentarischen Gesellschaft des Verbandes Innovativer Unternehmen e.V. präsentierte Herr Dr. Ortmann das erfolgreiche Projekt „Augendiagnosegerät“.



### Schau Rein!

13.03.2019 in Chemnitz

Schüler hatten im Rahmen von „SCHAU REIN! Woche der offenen Unternehmen“ die Möglichkeit, den Ingenieuren des Instituts über die Schulter zu schauen, die Forschungsfelder kennenzulernen und zu erfahren, welche Studiengänge am Institut zur Anwendung kommen.



## Hannover Messe

01. - 05.04.2019 in Hannover

Auf der Hannover Messe präsentierte das Institut das Messeexponat „Anlagenkonzept für Leichtbau-Roboter-Einsatz und kollaborative Montagesysteme“ und stellte so seine Kompetenz im Bereich Automation und Mensch-Roboter-Kollaboration dar. Weiterhin wurden Resultate aus dem Netzwerk MATZE - Zerspanung neuer Materialien gezeigt.



## 7. Innovationscafé „Robotik und intelligente Automatisierung“

10.04.2019 in Chemnitz

Die Veranstaltung widmete sich den Herausforderungen zum Thema Robotik und Automatisierung für KMU. Dabei wurde die Wirtschaftlichkeit in Bezug auf hohe Anschaffungskosten und kleine Losgrößen thematisiert. Aktuelle Beispiele zeigen, dass auch mittelständische und kleine Unternehmen Robotiklösungen in ihre Produktion integrieren können. Das ICM e.V. stellte neue Techniken und Prozesse vor, wie beispielsweise kollaborative Montagesysteme. Unternehmer konnten sich austauschen und erhielten wertvolle Einblicke von Hardware bis zu den Grundlagen der Robotik.

## Innovationstag BMWi

09.05.2019 in Berlin

Zusammenfassend formulierte das BMWi: „Das 'Zukunftsfestival' in Berlin demonstrierte erneut den Ideenreichtum kleiner und mittlerer Unternehmen und veranschaulichte die Wirksamkeit der technologieoffenen Innovationsförderung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)“. Das Institut präsentierte sich erneut auf dem Gelände der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF). In diesem Jahr mit einem am Institut entwickelten mobilen Augendiagnosegerät, welches das Ganzfeld-Elektroretinogramm (Ganzfeld-ERG) und die Pupillographie vereint. Sebastian Walther, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut, erklärte dem Publikum die Idee und Umsetzung des Projektes.



## Ausstellung am Johannes-Kepler-Gymnasium

28.05.2019 in Chemnitz

Das Johannes-Kepler-Gymnasium öffnete seine Türen, um Schüler und Unternehmen zusammenzubringen. Bei einer Ausstellung präsentierten sich Unternehmen und warben um den Nachwuchs. Dabei konnte das ICM e.V. interessante Kontakte knüpfen und die Möglichkeiten von Studienarbeiten, Hiwi-Tätigkeiten und Betreuung als Praxispartner bei einem Bachelor-Studium kommunizieren.

## Forschungsbeirat ICM

19.06.2019 in Chemnitz

Die Beiratssitzung des ICM e.V. widmete sich fünf großen Themen. Nachdem der Blick auf das Jahr 2018 geworfen wurde, stellte Alexander Irmischer den Beiratsmitgliedern die Investitionsvorhaben für 2019 vor. Danach folgte die Vorstellung der Verwertungsstrategien zu KUKoMo. Das sächsische Innovationscluster für Brennstoffzellen und Wasserstoff wurde vorgestellt. Herr Prof. Dr. Leif Goldhahn leitete neue Forschungspotentiale ab, die vor allem die Themen Automation und Brennstoffzelle thematisieren.



## Workshop Brennstoffzellensystem

27.06.2019 in Chemnitz

Der HZwo e.V. veranstaltete in Zusammenarbeit mit dem ICM e.V. einen Technologie-Workshop zum Thema Brennstoffzellensystem und Komponenten. Eingeladen waren alle interessierten Mitglieder im Innovationscluster HZwo. Darüber hinaus nahmen weitere sächsische Unternehmen und Forschungseinrichtungen teil, die sich mit den Zukunftsfeldern Brennstoffzellen und Wasserstoff befassen und Einblicke in diese Zukunftstechnologie gewinnen wollten. Dieser Workshop diente dem gemeinsamen Austausch, unter anderem mit dem Ziel, Synergien zu identifizieren, um diese im Rahmen der Projektbearbeitung zu nutzen.

## 8. Innovationscafé „Digitalisierung - Erste Schritte. Datenaufnahme und Datenanalyse“

25.09.2019 in Chemnitz

Die eingeladenen Referenten konnten unter anderem Einblicke zum Wert von Daten, Servicemanagementsystemen für Maschinenbauer und wertsteigernden Datenaufnahme- und Analyse-Tools geben. Das ICM e.V. freute sich über zahlreiche Teilnehmer. Welche Rolle dabei Machine Learning im Kontext des Data Mining spielt, wurde explizit für den Anwendungsfall kleiner und mittelständischer Unternehmen beleuchtet.



## SIG Innovationstag

08.10.2019 in Leipzig

Das Institut gehört zu den Gründungsmitgliedern der Sächsischen Industrieforschungsgemeinschaft SIG. Gemeinsam mit dem Kooperationspartner der SIG, den Industrie- und Handelskammern in Sachsen, zeigten die SIG-Institute beim 4. Sächsischen Innovationstag eine Auswahl nachhaltiger Innovationen und demonstrieren dabei die Vielfalt der sächsischen Forschungslandschaft.

## Abschluss GENERIC

09.10.2019 in Chemnitz

Im Rahmen der Aufnahme des aktuellen Standes zum Projektabschluss und zur Zulassung der EMV Bodengruppe und deren Komponenten stellte das ICM e.V. die Entwicklungsergebnisse den Projektpartnern vor. Die Komponenten bieten nun die Grundlage, einzeln oder im Verbund zur weiteren Verwertung zu dienen. Die Entwicklung des Haupt- und Getriebesteuergerätes wird bereits als Basis für die Erforschung der Fahrzeugsteuerung in einem Forschungsfunktionsmuster genutzt. Dabei wird ein intelligentes Thermomanagementmodul für Brennstoffzellenklein-fahrzeuge erforscht.



## Kooperationsbörse Zulieferindustrie Erzgebirge

16.10.2019 in Stollberg

Das Institut präsentierte sich gemeinsam mit über 110 Unternehmen bei der Kooperationsbörse, dem erneut ausgebuchten Schauplatz für die Leistungsfähigkeit, Innovationskraft und Vielfalt des Wirtschaftsstandortes Erzgebirge. Gemeinsam mit dem Projektpartner ICS Industriedienstleistungen GmbH wurden mobile Robotiklösungen vorgestellt.

## Abschlusskonferenz KUKoMo

27.11.2019 in Chemnitz

Angekommen im digitalen Zeitalter stehen Unternehmen vor der anspruchsvollen Herausforderung, durch Automation und den Einsatz von Robotik die Fertigung trotz Produktvielfalt und kleiner Stückzahlen ergonomisch und wirtschaftlich zu gestalten. Dem Projekt „Neue Konzepte zur Umsetzung von kollaborativen Montagesystemen für kleine und schwankende Produktionsstückzahlen sowie deren erfolgreiche Einführung in KMU“ gelang der vielversprechende Abschluss. Auch in Zukunft wird an diesen Fragestellungen weiter gearbeitet.



## Mitgliederversammlung ICM e.V.

28.11.2019 in Chemnitz

Die Mitgliederversammlung fand am 28.11.2019 im Schulungs- und Anwendungszentrum des ICM e.V. im ITC Industrie- und Technologiepark Heckert GmbH statt. Von der Vorstandsvorsitzenden, Frau Dr. Steinbach und dem Institutsleiter, Herrn Dr. Ortman wurde der Bericht für das Jahr 2018 vorgetragen. Im Anschluss nahmen alle Mitglieder an der SchAz-Eröffnung teil.



# Feierliche Eröffnung unseres Schulungs- und Anwendungszentrums SchAz

28.11.2019 in Chemnitz



Abb. 57: Vorführung des Anwendungszentrums durch Micha Seidel und Marcel Ott

In unserem neuen Schulungs- und Anwendungszentrum SchAz haben wir unsere Erfahrung und unser Wissen auf dem Gebiet der Automation und Robotik gebündelt und wollen beides KMU praxisnah zugänglich machen. Im Mittelpunkt steht dabei die individuelle Entwicklung innovativer Automatisierungslösungen für die industrielle Produktion. Diese Wissensplattform wurde im Rahmen des Verbundprojektes KUKoMo konzeptionell entwickelt und gefördert.



Abb. 58: Eröffnungsrede durch Dr. Sebastian Ortmann

Im November war es so weit. Wir konnten unser SchAz den Vertretern aus Wissenschaft und Industrie vorstellen. Damit gaben wir den Startschuss für einen Lernort, der sich verschiedenen Problemstellungen annehmen kann und ein direktes Ausprobieren mit professionellem Feedback ermöglicht. Die Vorführung des SchAz bot dem Publikum einen ersten Einblick in die Zukunft der Automation für kleine Losgrößen, mobile Robotik und Mensch-Roboter-Kollaboration.

Zukünftig ist es geplant, mithilfe verschiedener Veranstaltungsformate kleinen und mittelständischen Betrieben die Möglichkeit zu geben, sich über aktuelle Trends zu informieren und für die verschiedenen Aspekte zu sensibilisieren. Unsere Demonstratoren im SchAz bilden diverse Anwendungsfälle ab, die direkt eingesetzt und getestet werden können. Thematische Schwerpunkte stellen neben der technischen Machbarkeit u.a. Sicherheitskonzepte bezüglich Arbeits- und Maschinensicherheit, intuitive Bedienkonzepte sowie die Diskussion von Wirtschaftlichkeitsaspekten für jeden einzelnen Betrieb dar.



Abb. 59: Wissensvermittlung im SchAz für Unternehmen mit unterschiedlichen Problemstellungen und Anforderungen





# ICM'

kompetente Partner

maßgeschneiderte Lösungen

sensibilisierte Mitarbeiter

Das ICM – Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V. ist ein leistungsstarkes Forschungsinstitut für Innovationen und Systemlösungen und fungiert als Bindeglied zwischen universitärer Forschung und industrieller Entwicklung.

Ein Fokus des Instituts richtet sich auf die Entwicklung innovativer Automatisierungslösungen für die Produktion. Ausgehend von der individuellen Identifikation von Produktivitätspotenzialen werden systematisch technologische Lösungsansätze entwickelt, bewertet und ggf. prototypisch umgesetzt.

Die Erfahrung und das Wissen auf den Gebieten der Automation und Robotik wurden gebündelt in einem Schulungs- und Anwendungszentrum (SchAz) verwirklicht, welches im November 2019 eröffnet wurde.

Mit dem SchAz werden interessierten Unternehmen der gewerblichen und industriellen Wirtschaft Wissen und Praxiserfahrungen in den folgenden Bereichen zugänglich gemacht:

Automation Losgröße 1 | Mobile Robotik | Mensch-Roboter-Kollaboration

Die breite Palette an Automationstechnologien von verschiedener Sensorik und Aktorik überameratechnik, Robotik und Steuerungsvarianten wie auch Sicherheitstechnik ermöglicht das Erforschen und Experimentieren neuer Lösungen.

Mit den flexiblen Demonstratoren vor Ort lassen sich Prozesse abbilden und neue Technologien erproben. Thematische Schwerpunkte sind die Entwicklung technologischer Prozesse, Sicherheitskonzepte, intuitive Bedienung sowie der Diskurs zur Wirtschaftlichkeit der Lösungen.

Kontaktieren Sie uns gern:

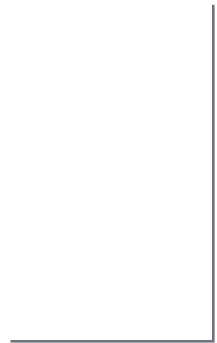
E-Mail: [schaz@icm-chemnitz.de](mailto:schaz@icm-chemnitz.de)  
Tel.: +49 371 27836 101

[www.schaz-chemnitz.de](http://www.schaz-chemnitz.de)





## Ihre Notizen

This image shows a full page of a handwriting practice worksheet. It consists of ten sets of horizontal dashed lines spaced evenly down the page, providing a guide for letter height and placement. The background is plain white, and there are no other markings or text present.



**ICM**

Ing. Christian Chaminatz  
Maschinen- u. Anlagenbau e.V.

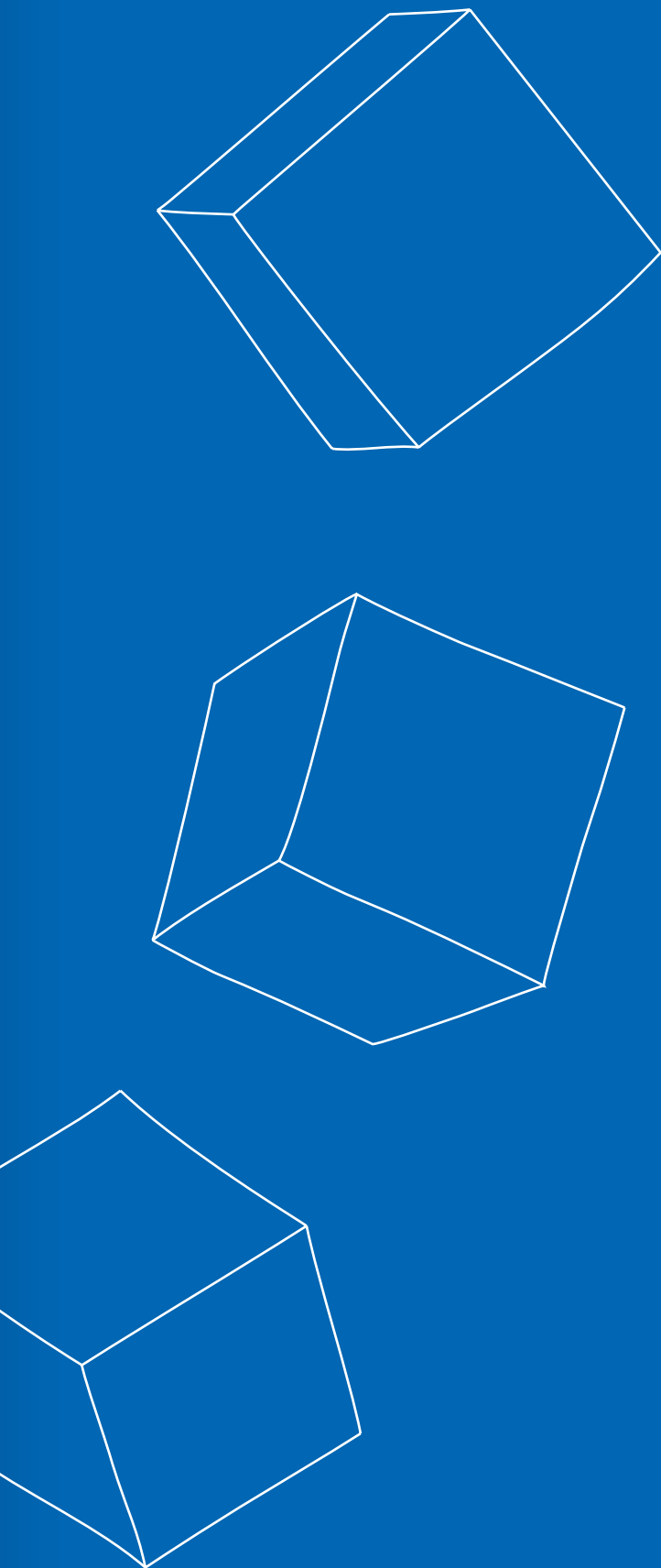
CAD: Pro/ENGINEER

9

|         |            |              |
|---------|------------|--------------|
| Konstr. | Datum      | Name         |
| Zeich.  | 06.03.2015 | K. Chaminatz |
| Gepr.   |            |              |

über die her-  
stellung  
nach  
DIN ISO 1502

Zw



[www.icm-chemnitz.de](http://www.icm-chemnitz.de)