



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**HIGHTECH  
STRATEGIE**   
Köpfe. Kompetenzen. Innovationen.

# Industrie 4.0

**Innovationen im Zeitalter der Digitalisierung**



# Innovationen für ein gutes Leben

## Innovationskraft ist der Motor für Wohlstand und Lebensqualität in Deutschland

Innovationen haben Deutschland erfolgreich gemacht. Damit Engagement und Erfindergeist weiterhin hier zu Hause sind, müssen wir heute handeln. Wir müssen gewappnet sein für gesellschaftliche Veränderungen, rasanten technologischen Wandel und starke internationale Konkurrenz. Die Bundesregierung stellt sich diesen Herausforderungen mit der Hightech-Strategie 2025.

Alle Bundesministerien ziehen an einem Strang, um Wissen zur Wirkung zu bringen und Fortschritt zu ermöglichen, der in der Lebenswelt der Menschen spürbar wird.

In ihren drei Handlungsfeldern „Gesellschaftliche Herausforderungen“, „Deutschlands Zukunftskompetenzen“ und „Offene Innovations- und Wagniskultur“ legt die Hightech-Strategie 2025 einen Schwerpunkt auf offene Innovations- und Transferprozesse, um eine Vielzahl von Akteuren zu ermutigen, den Fortschritt aktiv mitzugestalten.

Der Kampf gegen den Krebs, deutlich weniger Plastik in der Umwelt oder gleichwertige Lebensverhältnisse in Deutschland: Gemeinsam mit Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft wollen wir innovativ und im Dialog an diesen Zielen arbeiten.

Weitere Informationen finden Sie unter:  
[hightech-strategie.de](https://www.hightech-strategie.de)

Die Zukunftsthemen der Hightech-Strategie 2025:



### Wirtschaft und Arbeit 4.0

Wir nutzen die Digitalisierung, um die Arbeitswelt im Sinne der Menschen zu gestalten – für starke Unternehmen und gute Arbeit.



### Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Energie

Wir zeigen Wege in eine nachhaltige Lebens- und Wirtschaftsweise auf, um die Vielfalt der Natur zu erhalten und Ressourcen zu schonen.



### Stadt und Land

Wir fördern gleichwertige Lebensverhältnisse im ganzen Land und greifen auf die regionalen Kompetenzen und die Kreativität vor Ort zurück.



### Gesundheit und Pflege

Wir setzen auf eine leistungsstarke Gesundheitsforschung, die ein aktives und selbstbestimmtes Leben ermöglicht.



### Mobilität

Wir stärken die Mobilität für eine intelligente Fortbewegung nach den Bedürfnissen der Menschen und für den Schutz des Klimas.



### Sicherheit

Wir bauen die zivile Sicherheitsforschung für eine freie Gesellschaft aus – etwa zur Bekämpfung von Cyberkriminalität oder zum Schutz der Infrastruktursysteme.

# Inhalt

Vorwort	5
<hr/>	
Produktion, Dienstleistung und Arbeit	6
<hr/>	
Industrie 4.0 in der Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen	7
Integrierte Datenanalyse in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken	12
Vernetzung und Automatisierung: Die Tiefbaustelle wird digital	14
Kollaborativer digitaler Zwilling: Neue Sicht auf Wertschöpfungsnetzwerke	16
Durch Datenanalyse neue und alte Produkte verbessern und weiterentwickeln	18
Digitale Industriepattform für die auftragsgesteuerte Produktion von morgen	20
Gemeinsam stark durch digitale Vernetzung und Zusammenarbeit	22
Metallhandel neu gedacht	24
Alle unter einem digitalen Dach: Flexibler Datenaustausch für das Bauen von morgen	26
Lösung für vertrauenswürdige Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg	28
Blockchain für die Industrie: sichere Kollaborationen und optimierte Prozesse	30
Sicherheitsrelevante Integralbauteile intelligent hergestellt	32
Vernetzung von industriellem Wassermanagement und Produktion	34
Intelligenz im Untergrund: Mit Schwarmsensoren den Netzzustand erfassen	36
Webbasierte Datenplattform für Wasserversorgungsunternehmen	38
Befähigungssystem zur Umsetzung hybrider Wertschöpfung in KMU	40
Intelligentes Servicekonzept für den Einsatz in der Produktion	42
Mit flexibel kombinierbaren Datenbausteinen Mehrwert schaffen	44
Alte Maschinen werden fit für die Smart-Service-Welt von morgen	46
Strategien für interdisziplinäre Zusammenarbeit bei der Entwicklung komplexer Systeme	48
Future Work Lab – Innovationslabor für Arbeit, Mensch und Technik am Standort Stuttgart	50
Hybride Dienstleistungen für eine sozial vernetzte Logistik	52
Mit exzellenter Führung den digitalen Wandel für gute Arbeit nutzen	54
Moderne Unternehmen benötigen eine neue, digital unterstützte Führungsorganisation	56
Ein Industrieroboter lernt 3-D-drucken	58
Werkstoffinnovationen treiben die Industrie-4.0-Zusammenarbeit über Ländergrenzen voran	60
Die Aufträge sind komplex, aber trotzdem termingerecht	62

Fertigung scannen, Objekte erkennen, Prozesse optimieren .....	64
Erhöhte Qualität diagnostischer Medizinprodukte.....	66
Qualitätssicherung durch intelligente Mensch-Roboter-Kollaboration.....	68
Digitalisierter Schaltschrankbau im effizienten Wertschöpfungsnetzwerk.....	70
Schlaues Werkzeug für Kunststoffteile.....	72
Montageprozesse beteiligungsorientiert planen und simulieren.....	74
Das Internet der Dinge in KMU zum Leben erwecken .....	76
Starke Mensch-Roboter-Teams für KMU.....	78
Fit für die Zukunft durch eine neuartige Arbeits- und Unternehmenskultur.....	80
Erfolgreiche Zusammenarbeit in virtuellen Teams.....	82
<b>IT-Systeme</b>	<b>84</b>
<hr/>	
<b>IT-Forschung zu Industrie 4.0: Innovationen durch Virtualisierung und Digitalisierung .....</b>	<b>85</b>
I4KMU: Industrie-4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0.....	86
Autonom adaptierende Maschinen im industriellen Umfeld.....	94
Maschinelle Lernverfahren zur Unterstützung komplexer Produktentstehungsprozesse.....	96
Lebenslanges Lernen im Bereich Produktions-, Transport- und Logistikautomation.....	98
Maschinelles Lernen für den Karosseriebau.....	100
Die kontinuierlich wandelbare Produktion in der Industrie 4.0.....	102
Mit BaSys 4.0 zu einer dienstleistungsbasierten Produktion.....	104
Unterstützung einer durchgängigen Datennutzung im Produkt-Lebenszyklus-Management .....	106
Effiziente Erfassung und Nutzung von Betriebsdaten durch Verwaltungsschalen.....	108
Anbindung und Visualisierung von Produktions- und Geschäftsprozessdaten.....	110
Verteilte digitale Zwillinge zur Simulation komplexer Produktionsprozesse.....	112
Sich selbst organisierende smarte Maschinen .....	114
Planung und wechselseitige Optimierung volatiler Produktions- und Logistiknetzwerke.....	116
Systematische Lösungen für die Einzelfertigung .....	118
<b>Elektroniksysteme</b>	<b>120</b>
<hr/>	
<b>Elektroniksysteme für Industrie 4.0: Intelligente Steuerung und Vernetzung.....</b>	<b>121</b>
Elektroniksysteme für künstliche Intelligenz in der digitalen Industrie.....	122
Effiziente, sichere Technologien für Industrie 4.0 in der Elektronikfertigung.....	124

Elektronikplattform für hochperformantes Breitband-Monitoring für Anwendungen in der Industrie 4.0 .....	126
Elektroniksysteme mit verteilter Sicherheitsintelligenz .....	128
Nicht-invasive und kontinuierliche Überwachung von Fluidkreisläufen mittels Ultraschallsensorik.....	130
Neue Elektronik- und Kommunikationssysteme für den intelligenten, vernetzten Güterwagen.....	132
Individualisierte, strukturintegrierte 3-D-Elektronik für intelligente Steckverbinder .....	134
Intelligentes Elektroniksystem zur Prozesskontrolle in peripheren Maschinenkomponenten .....	136

## Kommunikationssysteme und IT-Sicherheit 138

---

<b>Forschung zu Kommunikationssystemen für Industrie 4.0.....</b>	<b>139</b>
Lokale 5G-Lösungen für drahtlos gesteuerte Maschinensysteme in der Produktion .....	140
Labore für sichere und zuverlässige Kommunikation in der Industrie.....	142
„Offenes Testfeld Berlin“ für Technologien des Mobilfunks der fünften Generation und darüber hinaus	144
Offene Routerplattform für eine echtzeitfähige Kommunikation in industriellen Netzwerken mit hoher Bandbreite.....	146
Molekulare Kommunikation für industrielle Anwendungen .....	148
Neue Ansätze für zukünftige Kommunikationssysteme.....	150
Neue Netzwerktechnologien für den Mittelstand .....	152
Verwaltungsplattform für ein sicheres Internet der Dinge.....	154
Taktiler Internet für sichere und zeitsensitive Anwendungen der Industrie- und Prozessautomation .....	156
<b>Forschung zur IT-Sicherheit für Industrie 4.0.....</b>	<b>158</b>
Blockchain-Technologien effizient und sicher für industrielle Anwendungen nutzen .....	160
Integrations- und Migrationsstrategien für industrielle IT-Sicherheit .....	162
IT-Sicherheitsleitstand für die Industrie 4.0.....	164
Werkzeuge für die Absicherung von Automatisierungs- und Kommunikationstechnologien .....	166
Sichere Maschinenkommunikation und Fernwartung von Sensoren in der Produktion .....	168
Industrie-4.0-Sicherheitskonzeption und Realisierung am Fallbeispiel eines produzierenden Mittelständlers.....	170
Cloud-basierter Schutz und Lizenzmanagement für industrielle Software und Infrastrukturen.....	172
Sichere Logins mit Zwei-Faktor-Authentifizierung im Industrieumfeld .....	174
Testplattform für sichere Automobil-Kommunikation.....	176

## Internationale Partnerschaften in Bildung, Forschung und Innovation 178

---

### Internationale Partnerschaften in Bildung, Forschung und Innovation:

Deutsch-Chinesische Kooperation zur intelligenten Fertigung (Industrie 4.0) und zu Smart Services .....	179
Weltweite Kompetenzvermittlung für Produktionsmitarbeiter von morgen .....	180
Industrie-4.0-Plattform für schlüsselfertige Produktionssysteme.....	182
Durch intelligente autonome Transportsysteme die Fabrik von morgen gestalten .....	184
Selbststurende Roboter für den Obstanbau von morgen .....	186

## Plattform Industrie 4.0 und Forschungsbeirat 188

---

Plattform Industrie 4.0 – das Netzwerk für den digitalen Wandel der Industrie .....	189
Zahlen, Daten und Fakten zur Plattform Industrie 4.0.....	191
Industrie 4.0 basiert auf Wissenschaft: Der Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0.....	192
Vorsprung durch vorwettbewerbliche Beratung zur Weiterentwicklung von Industrie 4.0 .....	194

## Impressum 197

---

## Vorwort

Deutschland zählt zu den zehn forschungsintensivsten Volkswirtschaften weltweit und nimmt im europäischen Vergleich einen Spitzenplatz ein. Aber auch bei der Innovationsfähigkeit belegt Deutschland immer wieder Spitzenplätze, zuletzt beim Weltwirtschaftsforum den ersten Platz. Damit sind wichtige Grundlagen für den Fortschritt und Wohlstand von morgen gelegt.

Die fortschreitende Digitalisierung bietet uns neue große Chancen. Sie betrifft alle gesellschaftlichen Bereiche, mit neuen Technologien, neuartigen Formen der Arbeit, Unternehmensorganisationen, Geschäftsmodellen, Wertschöpfungsnetzwerken und dynamischen digitalen Ökosystemen.

Der Einsatz cyber-physischer Systeme und deren umfassende Vernetzung verknüpft mit modernen Softwarewerkzeugen zur Datenanalyse sind gegenwärtig die Treiber des digitalen Wandels in der Industrie. Auf dieser Basis lassen sich die industriellen Prozesse Zulieferung, Produktion, Fertigung, Auslieferung, Wartung und Kundenservice miteinander verknüpfen und optimieren. Bisher starre Wertschöpfungsketten verwandeln sich in hochflexible Wertschöpfungsnetzwerke, die neue Geschäftsmodelle und individualisierte Produkte hervorbringen. „Industrie 4.0“ beschreibt eine neue Stufe der Planung, Produktion, Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten und damit verbundenen Dienstleistungen hinweg.

Der Fortschritt und technologische Wandel im Kontext von Industrie 4.0 ist eine große Chance und gleichzeitig eine andauernde Aufgabe und Herausforderung für den Wirtschaftsstandort Deutschland. Es gilt, im globalen Wettbewerb voranzugehen und die eigene Rolle als Leitanbieter und Leitanwender von Industrie- 4.0-Lösungen zu festigen. Die digitale Transformation von Produktion und Produkten ist dabei längst noch nicht abgeschlossen. Es bedarf weiterer anwendungsorientierter Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, um bestehende Stärken aus- und Defizite abzubauen und so weitere Entwicklungschancen zu eröffnen.

Die vorliegende Broschüre stellt aktuelle repräsentative Projekte aus verschiedenen Förderschwerpunkten des BMBF vor. Dabei stehen auch die verantwortliche und lenkende Rolle des Menschen als Entscheider in der industriellen Leistungserbringung, die Kompetenzentwicklung und Mitarbeiterpartizipation in Systemen „guter Arbeit“ im Mittelpunkt. Ich wünsche allen Leserinnen und Lesern eine interessante Lektüre und den forschenden Projektteilnehmenden eine weitere erfolgreiche Umsetzung ihrer Ergebnisse.

Ihr Bundesministerium  
für Bildung und Forschung



# Produktion, Dienstleistung und Arbeit



## Industrie 4.0 in der Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen

---

Im Zeitalter der Digitalisierung verbindet sich mit „Industrie 4.0“ ein grundlegender Innovations- und Transformationsprozess industrieller Wertschöpfung. Leitmotiv dieses Wandels sind neue Formen des Wirtschaftens und Arbeitens in globalen, digitalen Ökosystemen: Heutige starre und fest definierte Wertschöpfungsketten werden abgelöst durch flexible, hochdynamische Wertschöpfungssysteme in weltweit vernetzten Wertschöpfungsnetzwerken mit neuen Arten der Kooperation. Somit verändert sich auch die Arbeitswelt der Beschäftigten. Zudem ersetzen datengetriebene Geschäftsmodelle die Produktzentrierung als vorherrschendes Paradigma industrieller Wertschöpfung. Sie stellen Kundennutzen und Lösungsorientierung in den Vordergrund. Verfügbarkeit, Transparenz und Zugang zu Daten sind in der vernetzten Ökonomie zentrale Erfolgsfaktoren. Die Digitalisierung von Produktions- und Dienstleistungsprozessen und darüber hinaus die innovative Verbindung von Sachgütern und Dienstleistungen zu neuen Produkt-Service-Systemen verändern Formen und Strukturen der Wertschöpfung und definieren die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen maßgeblich.

Das Dachprogramm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ des BMBF bietet eine integrierte Betrachtung der Forschungsfragen in diesem Kontext. Heute wie auch zukünftig werden mit umfangreichen Mitteln schwerpunktmäßig Verbundprojekte unterstützt, in denen Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft als Mitglieder überbetrieblicher Wertschöpfungsnetzwerke gemeinsam forschen und entwickeln; um die Stärken des jeweiligen Expertenwissens bei der Anwendung der unterschiedlichen Schlüsseltechnologien aus Deutschland am Weltmarkt zu nutzen und stetig auszubauen.

Im Folgenden werden repräsentative Verbundprojekte ausgewählter Förderschwerpunkte im Kontext Industrie 4.0 und Digitalisierung exemplarisch vorgestellt.

### Unternehmenskollaborationen in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken

Grundlagen für die Technologiekompetenz deutscher Unternehmen sind unter anderem intelligente vernetzte

Systeme, die in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken für eine erfolgreiche Kollaboration eingesetzt werden. Im Fokus des Förderschwerpunkts steht die Stärkung der Zusammenarbeit von Unternehmen mit ihren Kunden und Lieferanten unter Betrachtung des Unternehmens als soziotechnisches System. Es sollen unternehmensinterne und unternehmensübergreifende Prozesse entwickelt werden, um eine neue Stufe der Flexibilisierung der Produktion im Verbund zu erreichen. Mit diesem Ansatz sollen unternehmensinterne und unternehmensübergreifende Prozesse entwickelt werden, um eine neuartige Stufe der Flexibilisierung der Produktion zu erreichen. Der Einsatz geeigneter Methoden zum Schutz der Daten soll das unternehmensspezifische Know-how langfristig sichern. Auch die Weiterentwicklung innovativer Geschäftsmodelle, die auf schnelle Anpassung der Geschäftstätigkeit an neue Anforderungen des Marktes fokussieren, ist von hoher Bedeutung.

In einem eigenen Projektcluster „Wassertechnologie“ werden branchenspezifische Netzwerkprozesse wie zum Beispiel der Wasserwirtschaft entwickelt, um eine neuartige Stufe der Flexibilisierung der Betriebsabläufe zu erreichen. Eine digitale Wasserwirtschaft kann helfen, Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Unternehmen zu verbessern, individuelle Kundenbedürfnisse besser zu erfüllen und Schäden der Infrastruktur gering zu halten.

### Arbeit in hybriden Wertschöpfungsnetzwerken im Fokus

Die Verbindung von Sachgütern und Dienstleistungen zu neuen Marktleistungen und Produkt-Service-Systemen führt auch zu neuartig gebündelten Formen der Wertschöpfung: Das Produkt wird zum materiellen Träger einer Vielzahl von Dienstleistungen. So können für individuelle Kundenanforderungen passgenaue Lösungen erbracht, Kundenzufriedenheit und Kundenbindung erhöht sowie neue Geschäftsfelder für Unternehmen erschlossen werden. Da das meist in Unternehmensnetzwerken geschieht und durch intelligente Technologien und Vernetzungsmöglichkeiten unterstützt wird, stehen Unternehmensorganisationen jedoch vor großen Herausforderungen: Neue hybride Geschäftsmodelle wie auch die Zusammenarbeit in komplexen Netzwerken wirken sich auf bestehende Abläufe aus und sind Auslöser von tief greifenden Veränderungsprozessen. Im Förderschwerpunkt „Arbeit in hybriden Wertschöpfungsnetzwerken“ werden

daher übertragbare Werkzeuge und Modelle für eine zukunftsorientierte Gestaltung und Organisation der Arbeit in diesen neuen Wertschöpfungssystemen entwickelt. Dazu gehört insbesondere auch die Befähigung der Beschäftigten, in digital verbundenen Unternehmensnetzwerken und veränderten Unternehmen-Kunden-Beziehungen zu arbeiten.

### **Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit mit technikbasierten Dienstleistungssystemen**

Technische Fortschritte, vor allem im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien, haben große Auswirkungen auf die Bereitstellung innovativer Dienstleistungen. Im Kontext der Industrie 4.0 sind mobile Endgeräte wie zum Beispiel Tablets bereits für intelligente, sich selbst steuernde und vernetzte Produktionsprozesse im Einsatz. Zur Erhöhung der Kundenzufriedenheit wie auch der Wettbewerbsfähigkeit der Anbieter muss dieses Potenzial auf nutzerorientierte komplexe Dienstleistungsangebote übertragen werden. In technikbasierten Dienstleistungssystemen sind technische Komponenten die Treiber für Dienstleistungsinnovationen. Sie verbessern den kooperativen Wertschöpfungsprozess zwischen Anwender und Anbieter. Dadurch werden Dienstleistungen individualisiert, die Prozesssicherheit wird erhöht und die Kommunikation in Netzwerken erleichtert. Neue Geschäftsmodelle können entstehen.

Im Fokus stehen Lösungen für produktions-, logistik- sowie datenbezogene Dienstleistungen.

### **Beherrschung von Komplexität durch systematische Entwicklung und interdisziplinäre Zusammenarbeit**

Die Digitalisierung wird die soziotechnischen Systeme von morgen entscheidend mitprägen: Zum einen erhöht sich die Komplexität der technischen Systeme, das heißt der Produkte, Produkt-Dienstleistungskombinationen und deren digitaler Abbilder. Zum anderen verändern sich auch die zugehörigen Produktionssysteme und die künftige Arbeitsorganisation. Die Beherrschung dieser Komplexität erfordert eine disziplinübergreifende Herangehensweise. Es bedarf einer systemorientierten und modellbasierten Entwicklungssystematik, die alle Bereiche der strategischen Produktplanung und Produktionssystementwicklung inklusive der damit verbundenen Gestaltung der Arbeit, der zugehörigen Dienstleistungen sowie der

Betrachtung des gesamten Wertschöpfungssystems umfasst. Das Advanced Systems Engineering (ASE) bietet hierfür neue Lösungsansätze.

Im Forschungsschwerpunkt werden beispielhafte, auf soziotechnische Systeme orientierte Lösungen für die Komplexitätsbeherrschung entstehen. Ein eigens ins Leben gerufenes wissenschaftliches Projekt wird diesen begleiten und Lösungsansätze bündeln. Damit wird ein wichtiger Beitrag geleistet, um technologische, serviceorientierte und soziale Innovationen für eine Wertschöpfung in Deutschland nachhaltig zu verbessern.

### **Hybride Dienstleistung in der Logistik – Das Innovationslabor „LiDO“**

Das Innovationslabor Hybride Dienstleistungen in der Logistik ist ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, in dem technologische Innovationen für eine Social Networked Industry entwickelt werden. Ein Fokus liegt dabei auf der Mensch-Technik-Interaktion. Die Ausgestaltung der Innovationen zu hybriden Dienstleistungen wird durch sogenannte Showcases in fünf Bereichen gewährleistet: Handel, Produktionslogistik, Transport, Instandhaltung und Virtual Training. Das Innovationslabor soll zum einen die digitale Vorreiterrolle des Standorts Dortmund in Bezug auf Dienstleistung und Logistik stärken, zum anderen die Akzeptanz und die Einführung neuer technischer Lösungen im Umfeld von Industrie 4.0 beschleunigen.

### **Digitale Transformation – Transformation der Industriearbeit – Das Innovationslabor „Future Work Lab“**

Digitalisierung vernetzt Menschen, Maschinen und Objekte. Sie verändert technische Arbeitssysteme, die Arbeitsorganisation innerhalb der Unternehmen und über die Grenzen der Unternehmen hinaus. Moderne Produktionssysteme können auf schwankende Auftragslagen schnell reagieren und sind auch räumlich sehr flexibel. Die Anforderungen an Mobilität und Flexibilität müssen in diesen Wertschöpfungssystemen auch von den Beschäftigten erfüllt werden. Digitalisierung und Informationstechnologie sowie der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) prägen eine immer größere Zahl von Arbeitsplätzen – auch solche, die auf den ersten Blick gar nicht digitalisiert werden. In der Pilotmaßnahme Future Work Lab – Innovationslabor für Arbeit, Mensch und Technik am Standort Stuttgart gilt es, die Folgen dieser Veränderungen



Innovative Formen des Wirtschaftens und Arbeitens stärken Deutschlands Wettbewerbsfähigkeit.

aufzuzeigen und Gestaltungskonzepte zu entwickeln, damit die Arbeit der Zukunft menschengerecht organisiert werden kann.

### **Arbeiten an und mit Menschen im technologischen Wandel**

Insbesondere auch die Arbeit an und mit Menschen wird sich im Zuge fortschreitender Digitalisierung verändern. Die Auswirkungen auf diese spezielle Arbeitsform, die sich als Leistung nicht immer konkret bestimmen lässt und die mit vielen nicht beherrschbaren Elementen verbunden ist, müssen eingehend untersucht werden, damit interaktive Arbeit gute Arbeit bleibt und unter guten Bedingungen stattfindet. Besonders zu berücksichtigen sind Kriterien wie Ganzheitlichkeit, Anforderungsvielfalt, Autonomie, Lern- und Entwicklungsmöglichkeiten bei der Gestaltung und Weiterentwicklung der Arbeit an und mit Menschen. Hier eröffnet die Unterstützung des Menschen durch digitale Anwendungen und Technologien neue Chancen. Die Herausforderung besteht darin, mit dem Einfluss der technischen Neuerungen auf die soziale Interaktion umzugehen. In den Projekten des Förderschwerpunkts werden Ansätze zur Neugestaltung von Abläufen und Prozessen entwickelt. Diese

werden in der betrieblichen Praxis pilothaft erprobt, weiterentwickelt und für ein breites Anwenderspektrum aufbereitet.

### **Deutsch-tschechische Zusammenarbeit für neuartige Industrie-4.0-Lösungen**

Im Rahmen gemeinsamer deutsch-tschechischer Forschungsvorhaben zur Industrie 4.0 wird die Zusammenarbeit kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) aus beiden Ländern besonders gefördert. KMU sind in der Lage, digitale Vernetzung und die Entwicklung hin zu einem Internet der Dinge und Dienste aufgrund ihrer Spezifika effektiv und effizient voranzutreiben. Tschechien und Deutschland verbindet eine industrielle Basis im Maschinen- und Anlagenbau mit spezifischen Stärken im IT-Sektor sowie bei der Realisierung von Innovationen. In beiden Ländern bildet der Mittelstand eine tragende Säule der Wirtschaft und ist in entsprechenden Wertschöpfungsketten vertreten. Im Zuge des Paradigmenwechsels im Kontext der Digitalisierung spielen KMU eine zentrale Rolle als Anwender neuer, wissenschaftlich validierter digitaler Lösungen, insbesondere in Partnerschaft mit Forschungseinrichtungen. Die Unterstützung der KMU durch beschleunigten Technologietransfer aus

dem vorwettbewerblichen Bereich in die praktische Anwendung ist daher das Kernziel dieser transnationalen Fördermaßnahme.

### **Vielfalt der Industrie 4.0 – Nutzen für den Mittelstand**

In Deutschland sind mehr als 30 Millionen Menschen in rund 3,7 Millionen kleinen und mittleren Unternehmen beschäftigt. Diese mehrheitlich familiengeführten Unternehmen schaffen 83 Prozent der betrieblichen Ausbildungsplätze. Sie agieren mit ihren Produkten und Dienstleistungen global äußerst erfolgreich und stellen etliche Weltmarktführer. Die große Herausforderung stellt dabei der grundlegende Innovations- und Transformationsprozess industrieller Wertschöpfung im Zeitalter der Digitalisierung mit den Konzepten der Industrie 4.0 dar. KMU müssen die Chancen der Digitalisierung nutzen und nachhaltige Umsetzungsstrategien entwickeln, die vorhandene Stärken, neue Technologien und Arbeitsstrukturen des Mittelstands

sowie die Bedürfnisse der Beschäftigten gleichermaßen berücksichtigen. Der Einsatz und Ausbau der Industrie 4.0 in KMU muss sich dabei sowohl mit konkreten technologischen Fragestellungen als auch mit den Konsequenzen für Personal und Unternehmensorganisation befassen. Eine zukunftsfähige Arbeitswelt ist auf einen zukunftsfähigen Mittelstand angewiesen.

### **KMU-innovativ: „Produktions- und Dienstleistungsforschung“**

In den vorgestellten Projekten erforschen Anwender des produzierenden Gewerbes, Befähiger und Entwicklungspartner emergente Fragestellungen der Digitalisierung und Robotisierung aus unterschiedlichen Blickrichtungen. Im Fokus stehen unter anderem die Planung und Steuerung von cyber-physischen Systemen, der Einsatz von Assistenzsystemen, die Erstellung eines digitalen Zwillings der Fertigung, Mensch-Roboter-Kollaboration wie auch der Einsatz von Instrumenten der KI in Produktionsabläufen.



Es gilt, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei der digitalen Transformation mitzunehmen.

**Zukunft der Arbeit: Mittelstand innovativ und sozial**

Die zu diesem Förderschwerpunkt geförderten Projekte erarbeiten Lösungen für die Stärkung des technischen und sozialen Innovationspotenzials mittelständischer Unternehmen. Hier werden neue Konzepte und Werkzeuge der Arbeitsgestaltung und -organisation erforscht und umgesetzt. Die Projekte stehen im Kontext der Industrie 4.0 und entwickeln in konkreten, bedarfsorientierten betrieblichen Anwendungsfällen Gestaltungsansätze zum digitalen Wandel der Arbeitswelt, die eine breite Verwertbarkeit der Ergebnisse in zahlreichen anderen Unternehmen erwarten lassen und künftig zum Standard werden können. Sie tragen dazu bei, die Arbeitsbedingungen im betrieblichen Alltag zu verbessern, Arbeitsplätze in Deutschland langfristig zu sichern beziehungsweise neue Arbeitsplätze zu generieren.

**Weitere Informationen und Projekte unter [produktion-dienstleistung-arbeit.de](http://produktion-dienstleistung-arbeit.de)**

**Projektporträt**

## Integrierte Datenanalyse in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken

Die industrielle Datenanalyse beruht auf der Integration, Vernetzung und Analyse von Daten aus unterschiedlichen Produktionsbereichen und Unternehmensebenen. Sie eröffnet produzierenden Unternehmen innovative Möglichkeiten zur Optimierung von Produkten und Prozessen und ermöglicht ferner die Initiierung neuer Geschäftsmodelle und Kollaborationen in Wertschöpfungsnetzwerken. Eine effiziente Nutzung moderner Analysetechnologien setzt jedoch entsprechende Qualifikationen und Kenntnisse sowie deren anwendungsgerechten Einsatz durch die Mitarbeiter voraus. Die Anwendung einer integrierten Datenanalyse ist vor allem bei KMU mit aufwendigen technischen und organisatorischen Prozessen verbunden und gilt es daher gezielt zu unterstützen.

**Aufgaben und Ziele**

Ziel des Forschungsprojekts AKKORD ist die Entwicklung eines Referenzbaukastens zur integrierten Anwendung industrieller Datenanalysen über Unternehmensgrenzen in einer Wertschöpfungskette hinweg. Dieser

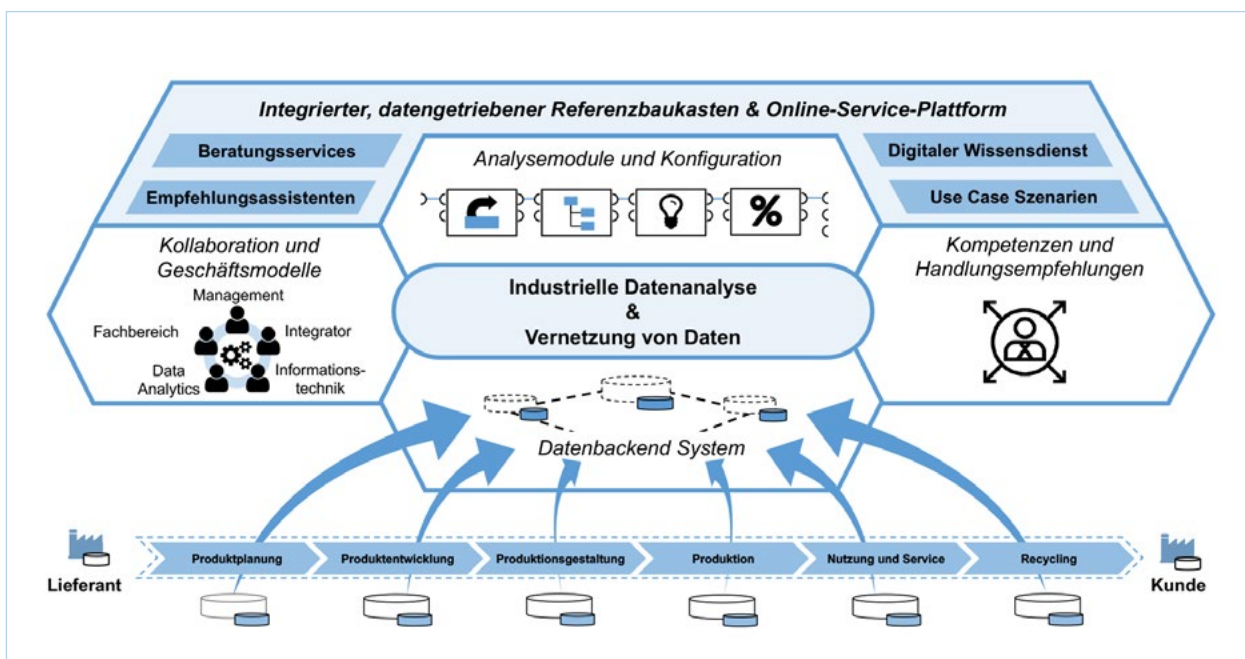
datengetriebene Referenzbaukasten soll in Form einer kollaborativen Service-Plattform realisiert werden.

**Technologie und Methodik**

Hierzu werden Assistenzfunktionen zur Durchführung von komplexen Datenanalysen von Maschinen und Prozessdaten, wie beispielsweise Mustererkennung zwecks Identifikation und Behebung von Störungsfaktoren, erarbeitet. Zudem werden Softwarelösungen mit Handlungsempfehlungsfunktionen für gezielte Kollaborationen und Geschäftsmodelle entwickelt. Weitere Lösungsbausteine zielen auf Kompetenzaufbau und -sicherung ab. Die erarbeiteten Lösungen werden anschließend unter Berücksichtigung KMU-relevanter Rahmenbedingungen erprobt und validiert. Die prototypische Umsetzung von Anwendungsszenarien sichert die Anwendbarkeit und spätere Verwertung der Forschungsergebnisse.

**Anwendung und Ergebnisse**

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens ermöglichen die Zusammenarbeit von Anwenderunternehmen



Die Grafik stellt das Lösungskonzept der Online-Service-Plattform im Projekt AKKORD dar.

mit Datenanalyse-Anbietern und -Infrastruktur zur aufwandsarmen und individualisierbaren Anpassung von Datenanalysetechnologien. Durch die plattformbasierte Bereitstellung der Lösungsbausteine erhalten Unternehmen Zugang zu Software- und Dienstleistungsangeboten, welche die integrierte Anwendung industrieller Datenanalyse zur wertschaffenden, kompetenzorientierten Kollaboration möglich machen. Zusätzlich fließen die Ergebnisse in die Weiterentwicklung der Softwareprodukte und Geschäftsmodelle der Forschungspartner ein und werden so breitenwirksam zur Verfügung gestellt.

**Projektpartner**

- Arend Prozessautomation GmbH
- Brabant & Lehnert GmbH
- CONTACT Software GmbH
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH
- ERCO GmbH
- Miele & Cie. KG
- mosaic GmbH
- NEOCOSMO GmbH
- PDTec AG
- RapidMiner GmbH
- Technische Universität Dortmund, Institut für Produktionssysteme
- Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Fachdidaktik in der Technik
- Volkswagen AG

<b>Projekt</b>	<b>Vernetzte und integrierte Anwendung industrieller Datenanalyse für die wertschaffende, kompetenzorientierte Kollaboration in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken (AKKORD)</b>
<b>Koordination</b>	Technische Universität Dortmund, Institut für Produktionssysteme Prof. Dr.-Ing. Jochen Deuse Leonhard-Euler-Straße 5 44227 Dortmund Tel.: 0231 75 526 51 E-Mail: jochen.deuse@ips.tu-dortmund.de
<b>Projektvolumen</b>	7,93 Mio. Euro (davon 57 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.04.2019 bis 31.03.2022
<b>Internet</b>	akkord-projekt.de
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dr.-Ing. Danuta Seredynska Tel.: 0721 60 822 944 E-Mail: danuta.seredynska@kit.edu

## Projektporträt

### Vernetzung und Automatisierung: Die Tiefbaustelle wird digital

---

Bauvorhaben sind Unikatprozesse, deren Abläufe sich grundlegend von den Bedingungen einer industriellen Güterproduktion unterscheiden. Vor allem im Tiefbau verändern sich Baustellen permanent. Häufig sind viele Subunternehmer beteiligt, die ganz unterschiedliche Maschinen und Technologien verwenden. Mit dem Ziel, die Wertschöpfungskette auf der Baustelle zu optimieren, wird eine vollumfängliche Vernetzung und Automatisierung des Baustellenumfeldes angestrebt. Die so entstehende Transparenz ermöglicht Optimierungen vor und während der Bauausführung, reduziert die Arbeitsbelastung des Menschen und erhöht damit die Effizienz und Qualität von Bauprozessen.

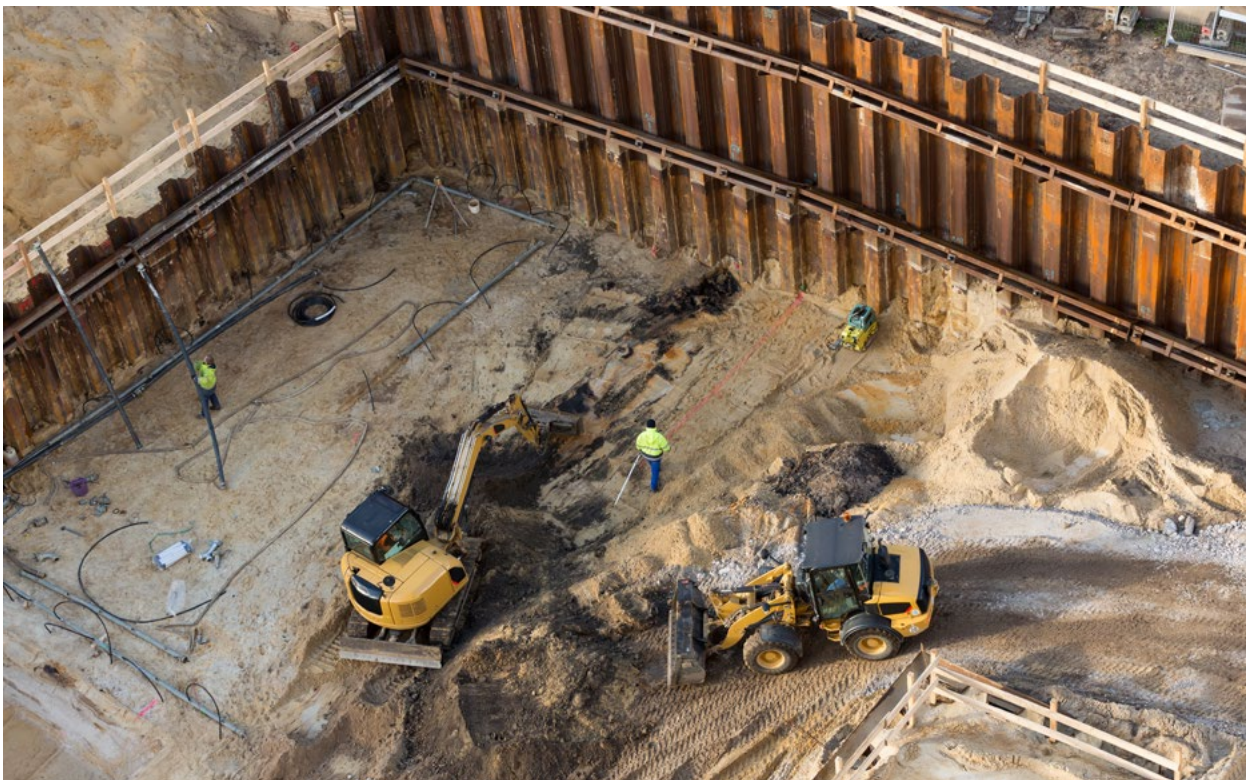
#### Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts BAUEN40 ist die Entwicklung vernetzter Baustellenprozesse und Baumaschinentechnologien durch die Integration flexibler und leistungsfähiger Kommunikationslösungen. Innerhalb

des Vorhabens entstehen sowohl eine lokale, möglichst internetunabhängige Referenzarchitektur für die Vernetzung von Baustellen als auch intelligente Assistenzsysteme für die Baukoordination und -ausführung.

#### Technologie und Methodik

Das Verbundprojekt verfolgt hierfür einen ganzheitlichen Ansatz und erarbeitet Lösungen auf den Ebenen der Baustellenlogistik, der Kommunikationstechnik für den spezifischen Einsatz auf Baustellen sowie der Automatisierung von Maschinen und Geräten. Dazu wird eine robuste und flexible Infrastruktur zur Vernetzung von Baumaterialien, Maschinen, Geräten und Leitstand entwickelt. Damit können die Zustandsdaten aller Baustellenakteure erfasst und bereitgestellt werden. Die weitreichende Verfügbarkeit von Informationen ermöglicht anschließend die Etablierung innovativer Optimierungs- und Automatisierungsalgorithmen. Am Beispiel eines konkreten Tiefbauprojekts demonstrieren



Vernetzte Baumaschinen und Bauprozesse verbessern die Koordination in der Wertschöpfungskette.



die Partner unter Verwendung der erarbeiteten Lösungen sowohl eine durchgängig digitalisierte Planung und Koordination des Bauablaufs als auch die automatisierte Durchführung von Bauaufgaben.

### Anwendung und Ergebnisse

Das Vorhaben eröffnet insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen die Möglichkeit, sich mit innovativen Ideen für künftige Baustellen am Markt zu positionieren. Die innerhalb des Projekts erarbeiteten Ergebnisse schaffen die Grundlage zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und Produktlösungen. So entsteht eine Testbaustelle, welche auch nach Ablauf des Vorhabens langfristig für die Erforschung digitalisierter Bauabläufe genutzt werden soll. Die erarbeitete Kommunikationsarchitektur wird hierfür nachhaltig installiert und weiterentwickelt. Dies ermöglicht den Unternehmen, kontinuierlich neue Produktprototypen zu erproben.

### Projektpartner

- Liebherr-Hydraulikbagger GmbH
- BAUER Maschinen GmbH
- Wacker Neuson SE
- Hermann Paus Maschinenfabrik GmbH
- LEONHARD WEISS GmbH & Co. KG
- Max Bögl Transport- und Geräte GmbH & Co. KG
- Pusch Bau GmbH & Co. KG
- Carl Beutlhauser Baumaschinen GmbH
- Bosch Rexroth AG
- HYDAC Software GmbH
- Danfoss Power Solutions GmbH & Co. OHG
- Thomas Magnete GmbH
- ESI ITI GmbH
- Maschinentechnik Schrode GmbH
- Vemcon GmbH
- Hydrive Engineering GmbH
- exelonix GmbH
- acticom GmbH
- O&O Software GmbH
- HOLO-Industrie 4.0 Software GmbH
- TU München, Fakultät für Maschinenwesen,  
Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik

<b>Projekt</b>	<b>Effizienz und Produktivitätssteigerung durch vernetzte Baumaschinen und Bauprozesse (BAUEN40)</b>
<b>Koordination</b>	Technische Universität Dresden, Professur für Fluid-Mechatronische Systemtechnik Prof. Dr.-Ing. Jürgen Weber Helmholtzstraße 7a 01062 Dresden Tel.: 0351 43 633 559 E-Mail: fluidtronik@mailbox.tu-dresden.de
<b>Projektvolumen</b>	9,46 Mio. Euro (davon 51 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.07.2019 bis 31.07.2022
<b>Internet</b>	<a href="http://produktion-dienstleistung-arbeit.de/projekt/bauen40">produktion-dienstleistung-arbeit.de/projekt/bauen40</a>
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Thomas Rosenbusch Tel.: 0721 60 825 273 E-Mail: thomas.rosenbusch@kit.edu

## Projektporträt

# Kollaborativer digitaler Zwilling: Neue Sicht auf Wertschöpfungsnetzwerke

Charakteristisch für den Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland sind dezentral organisierte, mittelständisch geprägte Produktions- und Zulieferernetzwerke. Industrie-4.0-Technologien können hier zu Wettbewerbsvorteilen beitragen, indem sie die Zusammenarbeit in diesen Wertschöpfungsnetzwerken effizient gestalten. Dazu zählt der Ansatz eines digitalen Zwillings, der als digitale Abbildung von Maschinen anlagenbezogene Daten in nutzbarer Form sammelt, aufbereitet und präsentiert. Aktuelle Lösungen zielen jedoch vor allem auf die Betriebsphase einer Anlage. Die vorgelagerten Phasen und die Integration des Wertschöpfungsnetzwerkes inklusive der Kunden wurden bisher kaum berücksichtigt.

### Aufgaben und Ziele

Das Forschungsprojekt Co-TWIN greift die Grundidee des digitalen Zwillings auf und erweitert ihn zu einem

ganzheitlichen Ansatz, der die Kollaboration in und zwischen Unternehmen sowie im gesamten Lebenszyklus von Anlagen unterstützt. Dazu wird eine reale oder geplante Anlage von mehreren untereinander digital verknüpften Betrachtungsebenen, sogenannten Sichten, repräsentiert und mittels Augmented-Reality-Technologie visualisiert.

### Technologie und Methodik

Die verschiedenen Sichten geben Auskunft über die verbauten Komponenten, anlagenbezogene Betriebsdaten, beteiligte Partner (Zulieferer, Kunden) und damit verbundene Dienstleistungen. Zudem wird eine Wissensbasis erarbeitet, die beliebige Wechsel und Kombinationen der Sichten und dadurch auch den Einsatz in unterschiedlichen Anwendungsfällen ermöglicht. So kann der kollaborative digitale Zwilling etwa im Vertriebsprozess eines Anlagenbauers die Planung mit dem Kunden unterstützen,



Der digitale Zwilling unterstützt die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen im Lebenszyklus von Anlagen.

indem zuerst mit der Komponentensicht die Anlage virtuell aufgebaut, visualisiert und mit der Datensicht simuliert wird. Mit der Netzwerksicht wird dann der potenzielle Zulieferer identifiziert und die Lieferbedingungen, wie beispielsweise Termine und Kosten, abgeleitet.

**Anwendung und Ergebnisse**

Co-TWIN legt die technische und methodische Basis für eine allgemeingültige, übertragbare Referenzlösung des kollaborativen digitalen Zwillings. Die Ergebnisse werden bereits während der Projektlaufzeit in konkreten betrieblichen Szenarien erprobt. Des Weiteren ist die Ableitung innovativer datengetriebener Geschäftsmodelle vorgesehen. Dabei werden auch Produktivitätspotenziale identifiziert und in der Ausgestaltung sowie Erprobung berücksichtigt. Mittel- bis langfristig strebt das Konsortium eine Nutzung der entwickelten Lösungen für weitere Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau sowie in verwandten Branchen, wie zum Beispiel dem Fahrzeugbau, an.

**Projektpartner**

- Technische Universität Chemnitz, Professur Werkzeugmaschinen und Umformtechnik
- Technische Universität Chemnitz, Professur Wirtschaftsinformatik Geschäftsprozess- und Informationsmanagement
- HHL Leipzig Graduate School of Management, CLIC – Center for Leading Innovation & Cooperation
- chemmedia AG
- BHS Corrugated Maschinen- und Anlagenbau GmbH
- BAM GmbH
- Schmale Maschinenbau GmbH
- SITEC Industrietechnologie GmbH

<b>Projekt</b>	<b>Kollaborativer digitaler Zwilling in Wertschöpfungsnetzwerken (Co-TWIN)</b>
<b>Koordination</b>	N+P Informationssysteme GmbH Björn Schuster An der Hohen Straße 1 08393 Meerane Tel.: 03764 40 005 01 E-Mail: schuster@nupis.de
<b>Projektvolumen</b>	4,78 Mio. Euro (davon 58 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.03.2019 bis 28.02.2022
<b>Internet</b>	tu-chemnitz.de/wirtschaft/wi1/projekt/collaborativer-digitaler-zwilling-in-wertschoepfungsnetzwerken-co-twin/
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dr.-Ing. Danuta Seredynska Tel.: 0721 60 822 944 E-Mail: danuta.seredynska@kit.edu

**Projektporträt**

**Durch Datenanalyse neue und alte Produkte verbessern und weiterentwickeln**

Im Zuge von Industrie 4.0 bieten Unternehmen ihren Kunden zunehmend sogenannte cyber-physische Systeme (CPS) an. Unter CPS können digitalisierte, mit Sensorik, Aktorik, Datenverarbeitung und Konnektivität ausgestattete Produkte verstanden werden, deren Komponenten einen kontinuierlichen Datenstrom erzeugen. Die Analyse der Produktdaten ermöglicht den Anbietern von CPS, neue Einblicke in die Kundennutzung ihrer Produkte zu gewinnen. Diese Erkenntnisse lassen sich für die strategische Planung neuartiger Produktgenerationen nutzen und verwerten. So können beispielsweise Komponenten zur verbesserten Prozessüberwachung entwickelt und nachgerüstet (Retrofits) werden. Solch ein Ansatz stellt jedoch insbesondere KMU aufgrund fehlender Kenntnisse und Erfahrungen vor große Herausforderungen.

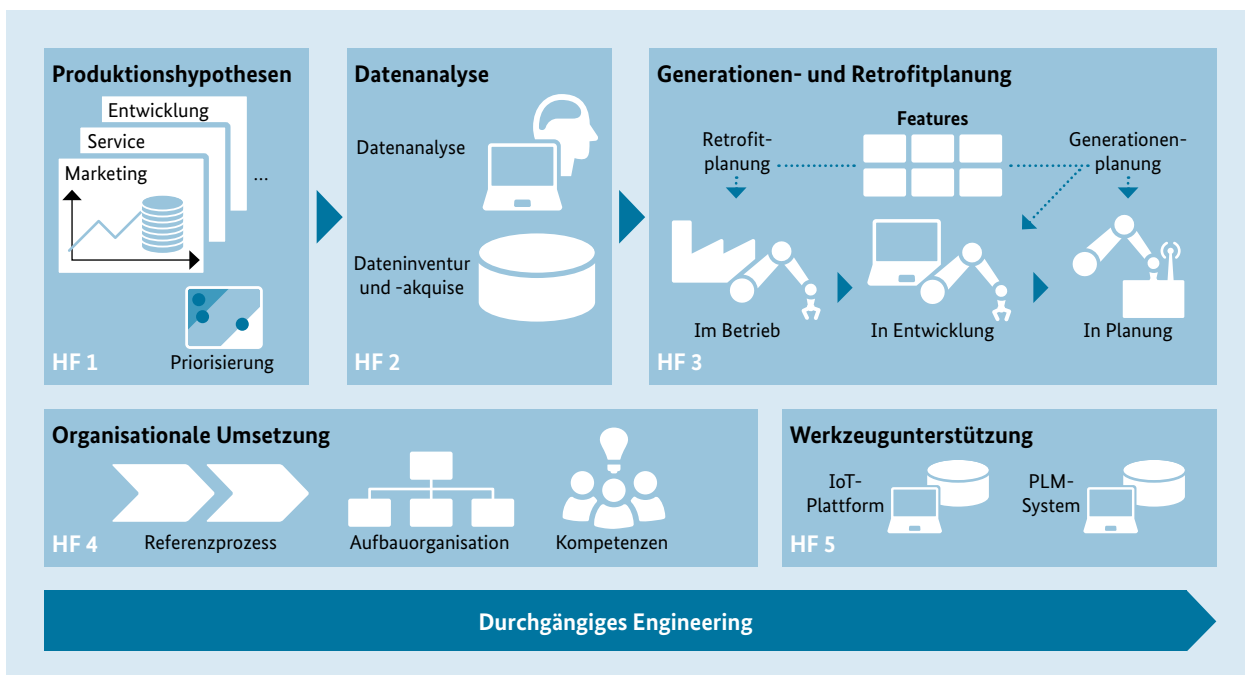
**Aufgaben und Ziele**

Ziel des Forschungsprojekts DizRuPt ist die Entwicklung eines Instrumentariums, das insbesondere für KMU Methoden und Werkzeuge erarbeitet, die eine datengestützte Retrofit- und Generationenplanung

ermöglichen. Das Instrumentarium wird in drei Unternehmen validiert, die ihre Produkte datengestützt weiterentwickeln und bestehende Produkte im Markt nachrüsten. Zwei weitere Unternehmen, die auf das datenbasierte Engineering (PLM (Product Lifecycle Management)-System und IoT (Internet of Things)-Plattform) spezialisiert sind, unterstützen die drei Anwender bei der Umsetzung und Integration der Methoden und Werkzeuge in die Organisation.

**Technologie und Methodik**

Zu Beginn sind die Produkthypothesen – also die Annahmen über Produktnutzung und Produktverhalten – zu ermitteln, die bei der Produktentwicklung zugrunde lagen. Anschließend werden Datenanalyseverfahren geplant und eingesetzt, um die Hypothesen zu überprüfen oder neue Hypothesen aufzustellen. Die so gewonnenen Erkenntnisse dienen dazu, bestehende Funktionen zu hinterfragen und zukünftig relevante Funktionen der Produkte zu ermitteln. Diese werden strategisch in künftige Produktgenerationen eingeplant und gegebenenfalls über Retrofit in bestehende



Die Grafik zeigt die Handlungsfelder für die datengestützte Produktplanung.

Produkte nachgerüstet. Um diese Vorgehensweise in den Unternehmen zu verankern, sind unter anderem ein Referenzprozess und benötigte Kompetenzen zu erforschen. Die erarbeiteten IT-Werkzeuge umfassen die Datenakquise, -exploration und -analyse, PLM-Funktionen zur Generationen- und Retrofitplanung sowie die Ankopplung an die IoT-Plattform.

### Anwendung und Ergebnisse

Bereits während der Projektlaufzeit wird das Instrumentarium, bestehend aus Leitfäden und prototypischen IT-Werkzeugen, frühzeitig über Multiplikatoren bekannt gemacht. Damit kann zukünftig beispielsweise die Nachrüstung von Bestandsanlagen mit verbesserter Sensorik effizient gestaltet werden. Dies wird durch einen Begleit- und Transferkreis flankiert. Ergänzend werden Schulungen angeboten. Anwendung finden die Ergebnisse im Maschinenbau und der Elektronikproduktion.

### Projektpartner

- Technische Universität Berlin, Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik
- Fachhochschule Südwestfalen, Labor für Massivumformung
- CONTACT Software GmbH
- LASCO Umformtechnik GmbH
- Diebold Nixdorf Systems GmbH
- Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
- Westaflexwerk GmbH

<b>Projekt</b>	<b>Datengestützte Retrofit- und Generationenplanung im Maschinen- und Anlagenbau (DizRuPt)</b>
<b>Koordination</b>	Universität Paderborn Lehrstuhl für Advanced Systems Engineering Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu Zukunftsmeile 1 33102 Paderborn Tel.: 05251 54 651 24 E-Mail: roman.dumitrescu@upb.de
<b>Projektvolumen</b>	4,06 Mio. Euro (davon 58 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.01.2019 bis 31.12.2021
<b>Internet</b>	dizrupt.de
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Stefan Scherr Tel.: 0721 60 825 286 E-Mail: stefan.scherr@kit.edu

## Projektporträt

# Digitale Industriepattform für die auftragsgesteuerte Produktion von morgen

Im Maschinen- und Anlagenbau kommt es häufig zu hohen Nachfrageschwankungen. Dies führt zu kurzfristigen Auslastungsspitzen der Produktionsanlagen. Die betroffenen Unternehmen lagern dazu kurzfristig die Produktion von Vorprodukten an andere Unternehmen aus, um lieferfähig zu bleiben. Hierfür gilt es, schnell Zulieferer mit technisch geeigneten und verfügbaren Maschinen zu finden, die darüber hinaus auf Abruf konfiguriert werden können. Des Weiteren fallen oft auch manuelle Montagearbeiten an. Ein passender Lieferant benötigt daher gegebenenfalls entsprechendes Montagepersonal, das kurzfristig angelernt werden kann. Ist ein passendes „Matching“ von Angebot und Nachfrage gefunden, sind außerdem ad hoc Transportverbindungen aufzubauen, um den Materialfluss herzustellen. Die Einbindung völlig neuer Lieferanten in bestehende Bestell- und Logistikprozesse ist noch aufwendiger.

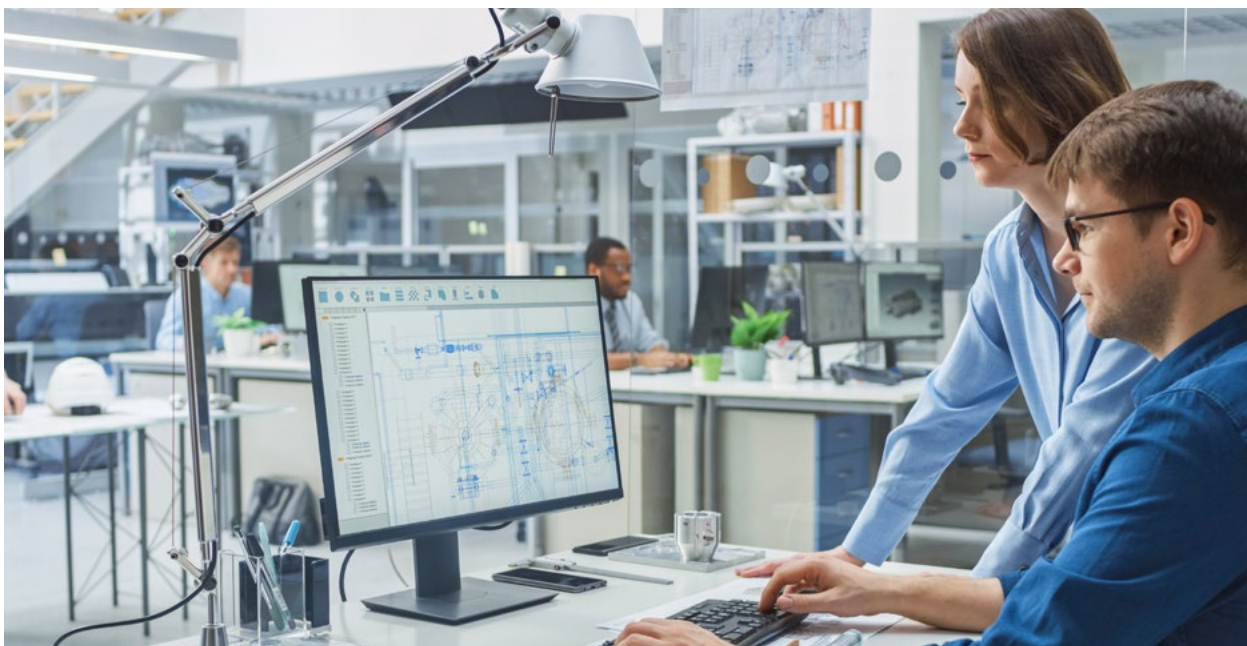
### Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts DPNB ist die Entwicklung eines Online-Marktplatzes, der Anbieter und Nachfrager aktiv bei der schnellen Bildung von Produktionsnetzen unterstützt. Ein „Network Builder Service“ soll

Anbieter von kurzfristig verfügbaren Produktionskapazitäten und deren Nachfrager zusammenbringen und Zulieferer in ein bestehendes Transportnetz einbinden. Ein „Network Integrator Service“ soll negative Folgen von kurzfristigen Lieferantenausfällen für eine Lieferkette reduzieren. Hierfür soll die Plattform alternative Lieferanten identifizieren und in einem beschleunigten „Onboarding-Prozess“ in das Produktions- und Logistiknetz integrieren. Ein Montageassistent (Assembly Assistant) soll unter Einsatz von Augmented-Reality-Technologien helfen, auch komplexe Montagetätigkeiten auszulagern.

### Technologie und Methodik

Zunächst wird ein Gesamtkonzept für den „Dynamic Production Network Broker“ (DPNB) entwickelt. Hierbei werden zudem drei konkrete Anwendungen mit den spezifischen Forschungsschwerpunkten „Network Builder Service“, „Network Integrator Service“ und „Assembly Assistant“ definiert. Schon im ersten Projektjahr sollen Basiskomponenten für den DPNB prototypisch entwickelt und evaluiert werden. Anschließend werden die Basiskomponenten in iterativen Schritten zu einem



Die Industriepattform bringt alle Akteure zusammen.

durchgängigen Prozess weiterentwickelt. Parallel dazu werden Geschäftsmodelle für den Betrieb des entwickelten Systems entworfen.

### Anwendung und Ergebnisse

Die Projektergebnisse sollen am Projektende als Service-Baukasten für B2B-Marktplätze vorliegen. Hersteller von Produktionsanlagen können das System DPNB als offenen Marktplatz nutzen, um ihren Kunden dort als Anbieter von Produktionskapazitäten den Zugang zu Lieferketten anderer Unternehmen zu erleichtern. Weitere Unternehmen können den DPNB primär als geschlossenes System für ein effizientes Management des eigenen Zuliefernetzwerks nutzen – oder als reine Webshop-Lösung für Fertigungs- und Montagekapazitäten. Allein dieses Spektrum an Einsatzmöglichkeiten für den DPNB stellt einen Innovationssprung gegenüber existierenden Online-Marktplätzen für industrielle Fertigung und Montage dar.

### Projektpartner

- TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH + Co. KG
- Bedrunka+Hirth Gerätebau GmbH
- Transport Betz GmbH
- FZI Forschungszentrum Informatik
- Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe Service Research Institute (KSRI)
- Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL)
- BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH

<b>Projekt</b>	<b>Broker für dynamische Produktionsnetzwerke (DPNB)</b>
<b>Koordination</b>	Robert Bosch GmbH Christoph Bubeck Postfach 300220 70442 Stuttgart Tel.: 0711 81 157 627 E-Mail: christoph.bubeck@de.bosch.com
<b>Projektvolumen</b>	4,70 Mio. Euro (davon 55 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.01.2019 bis 31.12.2021
<b>Internet</b>	dpnb.de
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Thomas Rosenbusch Tel.: 0721 60 825 273 E-Mail: thomas.rosenbusch@kit.edu

## Projektporträt

# Gemeinsam stark durch digitale Vernetzung und Zusammenarbeit

---

Ein zunehmender Anteil der Wertschöpfung der deutschen produzierenden Industrie findet verteilt in Produktionsnetzwerken statt. Parallel dazu steigen die Anforderungen an die Qualität der erstellten Produkte. Die Lieferzeiten und Reaktionen auf Änderungswünsche der Kunden verkürzen sich immer mehr. Um die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Unternehmen zu sichern, ist daher eine stärkere Kollaboration zwischen den Partnern in ihren Lieferbeziehungen erforderlich. Der Einsatz digitaler Technologien bietet hierfür große Potenziale. Es fehlt jedoch an einer ganzheitlichen Vorgehensweise, um diese zur Kollaboration in Netzwerken zu nutzen. Bislang können durch den Einsatz digitaler Technologien nur lokal verfügbare Daten zielgerichtet und sicher ausgetauscht werden.

### Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts ReKoNeT ist es, Methoden, prototypische Softwarelösungen und Geschäftsmodelle zu entwickeln, durch die eine intensive Kollaboration in

Produktionsnetzwerken gefördert wird. Diese können zur Steigerung der Qualität, Lieferfähigkeit und Flexibilität in den Lieferbeziehungen genutzt werden.

### Technologie und Methodik

Es wird zunächst ein Systemmodell entwickelt, das benötigte Daten zur Beschreibung, zum Monitoring und zur Kollaboration zwischen Kunden und Lieferanten definiert. Es folgt der Entwurf einer IT-Referenzarchitektur zur Anbindung von verteilten Sensoren und Softwaresystemen in Produktionsnetzwerken. Hierfür werden Methoden für einen sicheren Datenaustausch entwickelt. Daraufhin wird eine Planungssystematik zur Kollaboration in Produktionsnetzwerken unter Nutzung der verteilten Daten erarbeitet. Die Planungssystematik ermöglicht Prognosen zur Bewertung gemeinsamer Handlungsalternativen der Partner im Netzwerk. Im letzten Schritt werden Geschäftsmodelle auf Basis von Verhandlungsmechanismen abgeleitet. Die Arbeiten



Kollaboration in Produktionsnetzwerken erfolgt mittels digitaler Technologien.



erfolgen am Beispiel von drei Anwendungsfällen des Maschinen- und Anlagenbaus beziehungsweise der Automobilindustrie. Hier werden die Methoden zur Kollaboration bei hoher Variantenvielfalt und kurzen Lieferzeiten, standortübergreifende Qualitätsregelkreise für eine netzwerkübergreifende Bauteilpaarung sowie die Zustandsüberwachung (Condition Monitoring) mit vernetzten Produkten betrachtet.

### Anwendung und Ergebnisse

Anhand der betrachteten Anwendungsfälle wird im Projekt gezeigt, wie durch intensiven Datenaustausch und intelligente Analyseverfahren in Kollaboration die Qualität der erstellten Produkte verbessert, Lieferzeiten verkürzt und auf dynamische Auftragsänderungen flexibel reagiert werden kann. Die Methoden sollen durch die Zusammenarbeit mit EUREKA-Partnern auf weitere Branchen, wie die Konsumgüterindustrie, und insbesondere auf Wachstumsmärkte in Asien übertragen werden.

### Projektpartner

- **Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Produktionstechnik (wbk)**
- **FZI Forschungszentrum Informatik**
- **WITTENSTEIN SE**
- **Robert Bosch GmbH**
- **HPO HÄFNER Präzisionsteile Oberrot GmbH**
- **Profiroll Technologies GmbH**
- **Pickert & Partner GmbH**
- **Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft AG**
- **4flow AG**

### Internationale Partner

- **Spanien: Mondragón Corporación Cooperativa**
- **Südkorea: Korea Institute of Industrial Technology (KITECH)**

<b>Projekt</b>	<b>Datenbasierte Regelung kollaborativer Wertschöpfungsnetzwerke mittels geschützter Transparenz (EUREKA-ReKoNeT)</b>
<b>Koordination</b>	Festo SE & Co. KG Johannes Linzbach Ruiter Straße 82 73734 Esslingen-Berkheim Tel.: 0711 34 731 44 E-Mail: johannes.linzbach@festo.com
<b>Projektvolumen</b>	5,67 Mio. Euro (davon 55 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.10.2018 bis 30.09.2021
<b>Internet</b>	wbk.kit.edu/wbkintern/Forschung/Projekte/ReKoNeT/?site=home
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft der Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Stefan Scherr Tel.: 0721 60 825 286 E-Mail: stefan.scherr@kit.edu

## Projektporträt

### Metallhandel neu gedacht

---

Die Bereitstellung von Ausgangsmaterial, wie Stahl oder Aluminium, ist Grundlage für jeden metallverarbeitenden Fertigungsbetrieb und so Teil nahezu jeder Wertschöpfungskette. In der Automobilbranche oder dem Sondermaschinenbau wechselt der Bedarf für dieses Ausgangsmaterial täglich sehr schnell. Zusätzlich werden immer mehr Wertschöpfungsschritte, wie der Zuschnitt oder einfache Dreh- und Fräsbearbeitungen (Anarbeitung), bereits durch den Metallhandel übernommen. Der moderne Metallhandel ist damit längst nicht mehr nur ein Zwischenhändler, sondern aktiver Teil der Wertschöpfungskette mit dem Bedarf einer hochflexiblen Auftragsabwicklung ab Stückzahl eins bis hin zu mehreren Tausend Teilen.

#### Aufgaben und Ziele

Im Projekt I4KMU wird eine vollumfängliche, Industrie-4.0-fähige Kollaborationsplattform für alle an der

Wertschöpfungskette des Metallhandels beteiligten Produktionsaspekte, vom Kunden über Maschinen, Werkzeuge, Lager bis hin zum Werker, entwickelt. In verschiedenen, spezifischen Modulen, wie beispielsweise dem Auftragsmanagement oder der Sägetechnik, kann so der permanente Datenaustausch automatisiert und in Echtzeit dargestellt werden.

#### Technologie und Methodik

Die Kollaborationsplattform soll im Kern aus einem Auftragsmanagement für den permanenten und automatisierten Datenaustausch mit den Anlagen und Werkern, einem Modul Sägetechnik für die Überwachung des Werkzeug- und Maschinenzustands im Bearbeitungsprozess und einem Assistenzsystem für die Mitarbeiter, um prozessrelevante Informationen und Parameter zu erhalten, konzipiert und aufgebaut werden. Im nächsten Schritt werden in den beteiligten



Die Kollaborationsplattform vernetzt Auftragsmanagement, Sägetechnik und Mitarbeiter.

Firmen Maschinen und Komponenten befähigt, an der Kollaboration teilzunehmen. Ebenso werden ein geeignetes Betriebsmodell und auf die unterschiedlichen Teilnehmer orientierte Geschäftsmodelle entwickelt. Die Einführung des Systems wird durch Mitarbeiter-schulungen begleitet.

**Anwendung und Ergebnisse**

Metallhandelsunternehmen können durch die Optimierung und Digitalisierung der Geschäfts- und Produktionsabläufe ihren Kunden maßgeschneiderte Metallhalbzeuge anbieten. Unternehmen aus der Sägebranche werden neue serviceorientierte Geschäftsmodelle wie die datengetriebene Prozessoptimierung umsetzen und außerdem die Prozessdaten nutzen, um die eigenen Produkte, Maschinen und Dienstleistungen zu verbessern. Das Vorhaben soll durch Sichtbar-machung in Verbänden, auf Plattformen und Tagungen öffentlich und in Form des geplanten Demonstrators am Fraunhofer IPA einem breiten Publikum zugänglich gemacht werden.

**Projektpartner**

- IMACS GmbH
- Dübrowerkzeug GmbH
- Heine + Beisswenger Stiftung + Co. KG
- KOHNLE GmbH Hartmetall-Werkzeug-Fabrik
- lucon GmbH
- RST Industrie Automation GmbH
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
- Ernst-Abbe-Hochschule Jena, Professur Fertigung und Montage

<b>Projekt</b>	<b>Referenz-Kollaborationsplattform als Schrittmacher für Industrie 4.0 in KMU-geprägten Branchen (I4KMU)</b>
<b>Koordination</b>	KASTO Maschinenbau GmbH & Co. KG Sönke Krebber Industriestraße 14 77855 Achern Tel.: 07841 61 387 E-Mail: soenke.krebber@kasto.com
<b>Projektvolumen</b>	2,65 Mio. Euro (davon 55% BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.01.2019 bis 30.06.2021
<b>Internet</b>	<a href="https://saegen-stuttgart.de/referenz-kollaborationsplattform-als-schrittmacher-fuer-industrie-4-0-in-kmu-gepraegten-branchen-i4kmu/">https://saegen-stuttgart.de/referenz-kollaborationsplattform-als-schrittmacher-fuer-industrie-4-0-in-kmu-gepraegten-branchen-i4kmu/</a>
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Thomas Rosenbusch Tel.: 0721 60 825 273 E-Mail: thomas.rosenbusch@kit.edu

## Projektporträt

# Alle unter einem digitalen Dach: Flexibler Datenaustausch für das Bauen von morgen

Im Hochbau arbeitet eine Vielzahl von Unternehmen zusammen, welche über verschiedene Gewerke hinweg ein komplexes, hochgradig individualisiertes Gesamtprodukt erschaffen. Bisher mangelt es an der notwendigen digitalen Vernetzung der Unternehmen, was zu Zeitverzögerungen, Baumängeln und Kostenüberschreitungen führen kann. Digitale Gebäudeinformationsmodelle (BIM) haben das Potenzial, die Vernetzung der Unternehmen entlang der Wertschöpfungsketten zu verbessern. Jedoch erfolgt bisher keine umfassende Verknüpfung von Planungsphase, Vorfertigung und Bauphase.

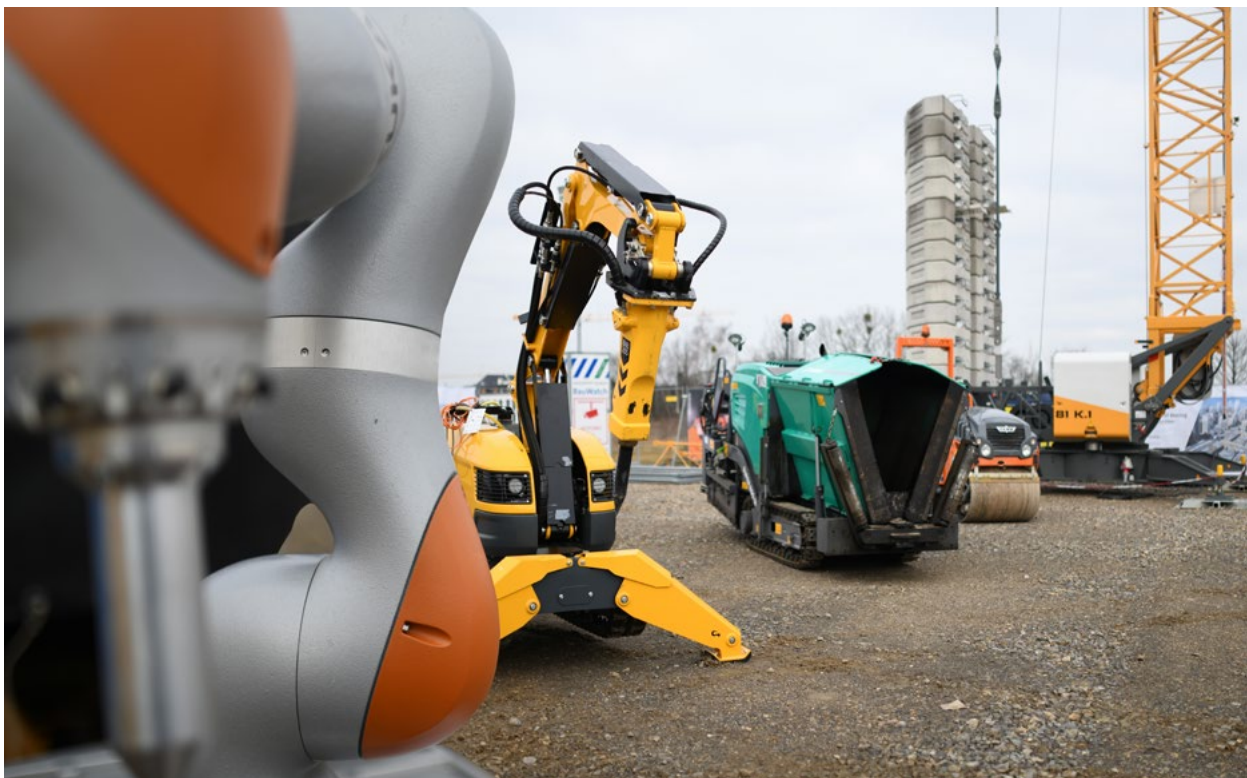
### Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts Internet of Construction (IoC) ist es, die Termintreue und Bauqualität im Bauwesen durch einen durchgängigen Informationsfluss entlang der Wertschöpfungskette zu steigern. Dazu

wird ein Referenzarchitekturmodell für die Zusammenarbeit in den Wertschöpfungsketten des Fassadenbaus erstellt, das die benötigten Informationsflüsse zwischen Gebäudeplanung, Vorfertigung von Modulen und Bauausführung auf der Baustelle zusammenfasst. Durch Erweiterung der bereits etablierten BIM-Systematik wird eine geringe Einstiegsschwelle sichergestellt.

### Technologie und Methodik

Aufbauend auf dem Expertenwissen der Partner, werden Anforderungen an den Informationsaustausch entlang der Wertschöpfungskette erhoben und geeignete Anwendungsszenarien erarbeitet. Diese werden in verallgemeinerter Form als Reifegradmodell aufbereitet und verfügbar gemacht. Dazu wird ein Referenzarchitekturmodell für das Bauwesen (RAMI 4.0) in Anlehnung an die Konzepte der Plattform Industrie 4.0 erstellt. Anhand von vier exemplarischen Anwendungsfällen



Das Foto zeigt die Referenzbaustelle Campus West in Aachen.

aus dem Hochbau werden auf RAMI 4.0 aufbauende Technologien entwickelt und erprobt. Hierzu gehören digitale Assistenzsysteme für die Baustellenlogistik am Beispiel des Turmdrehkrans, teilautomatisierte mobile Robotersysteme für die Vorfertigung sowie Werkzeuge zur digitalen Bauausführungsplanung und Rückführung von Informationen von der Baustelle in den Planungsprozess. Begleitet wird dies durch wirtschaftswissenschaftliche Untersuchungen.

### Anwendung und Ergebnisse

Als Ergebnis entstehen eine Referenzarchitektur für die wertschöpfungskettenübergreifende Zusammenarbeit im Hochbau sowie verschiedene Erprobungsszenarien, aus denen Handlungsempfehlungen für Unternehmen abgeleitet werden. Des Weiteren unterstützt ein Reifegradmodell Unternehmen bei der Bewertung, inwieweit eine eigene Digitalisierungsstrategie verfolgt wird. Die entwickelten Konzepte werden von den beteiligten Technologieanbietern als marktfähige Lösungen verwendet. Die Partner sind in verschiedenen Branchenverbänden aktiv und tragen so zur Verbreitung der Ergebnisse und deren Einbringung in Standardisierungsvorhaben bei. Mehrwert erfährt IoC durch den Austausch mit der schwedischen Bauindustrie über EUREKA.

### Projektpartner

- **RWTH Aachen University, Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement**
- **IPRI – International Performance Research Institute gGmbH**
- **Robots in Architecture Research UG**
- **Liebherr-Werk Biberach GmbH**
- **KUKA Deutschland GmbH**
- **LEONHARD WEISS GmbH & Co. KG**
- **WURST Stahlbau GmbH**
- **Annen GmbH & Co. KG**
- **Lamparter GmbH & Co. KG**

<b>Projekt</b>	<b>Informationsnetzwerke zur unternehmensübergreifenden Kollaboration in den Fertigungsketten des Bauwesens (IoC)</b>
<b>Koordination</b>	RWTH Aachen University, Lehrstuhl für Individualisierte Bauproduktion Prof. Dr.-techn. Sigrid Brell-Cokcan Templergraben 55 52062 Aachen Tel.: 0241 80 950 05 E-Mail: brell-cokcan@ip.rwth-aachen.de
<b>Projektvolumen</b>	6,01 Mio. Euro (davon 54 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2019 bis 31.05.2022
<b>Internet</b>	internet-of-construction.com
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. (FH) Dorothee Weisser Tel.: 0721 60 826 150 E-Mail: dorothee.weisser@kit.edu

## Projektporträt

# Lösung für vertrauenswürdige Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg

---

Die aktuell mögliche Datenerfassung von Produktionsanlagen befähigt Unternehmen, detaillierte Informationen über ihre Prozesse und Produkte zu sammeln. Diese Daten werden anschließend für eine Optimierung der firmeninternen Produktion verwendet. Der nächste Schritt ist die Nutzung der Informationen über Firmengrenzen hinweg. Es entsteht ein zusammenhängendes Wertschöpfungsnetz, in dem kooperierende Firmen Informationen austauschen. Hierdurch kann ein Mehrwert für jeden beteiligten Partner erzeugt werden. Es entsteht einerseits die Möglichkeit, neue Geschäftsmodelle zu etablieren. Andererseits ergeben sich jedoch geänderte Anforderungen an die zu teilen den Informationen.

### Aufgaben und Ziele

KOSMoS hat sich zum Ziel gesetzt, eine Plattform zur firmenübergreifenden Vernetzung von Produktions- und Prozessdaten zu entwickeln. In die Plattform sollen neue Angebote und Geschäftsmodelle integriert werden können. Beispiele hierfür sind transparente Wartungskonzepte, dynamisches Leasing und ein einfacher Qualitätsnachweis von ausgelieferten Produkten. Durch diese Geschäftsmodelle sollen alle zusammenarbeitenden Firmen einen Vorteil erlangen. Dieser kann sich beispielsweise durch günstigere Preise, geringeren Wartungsaufwand oder einfacheren Produktvertrieb bemerkbar machen. Zusammengefasst, soll die Zusammenarbeit von mehreren Firmen erleichtert werden.



Der firmenübergreifende Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Produktionsstätten wird erweitert.

### Technologie und Methodik

Um Daten sinnvoll über Firmengrenzen hinweg teilen zu können, müssen einige Anforderungen erfüllt sein. Neben der sicheren Übertragung der Daten muss nachweisbar dargelegt werden können, dass die übermittelten Informationen auch korrekt sind. Hierfür wird in KOSMoS die „Blockchain“-Technologie genutzt. Eine Blockchain ist ein Datenspeicher, der nicht nur von einer Firma verwaltet wird, sondern gleichzeitig bei allen Geschäftspartnern vorliegt. Durch eine Verkettung der Datensätze (daher der Name Blockchain) ist eine nachträgliche Manipulation der Daten nicht möglich. Um die Daten sicher und unverändert in diese Datenbank zu bekommen, wird ein vorhandenes System zur Datenerfassung und -übermittlung an Cloud-Systeme weiterentwickelt. Es werden zusätzliche Kommunikationsmechanismen entwickelt, die speziell für die Kommunikation mit einer Blockchain benötigt werden. Die Verarbeitung der gespeicherten Daten übernehmen anschließend digitale, selbstständig arbeitende Verträge (sogenannte Smart Contracts). Diese treffen Entscheidungen basierend auf erfassten Informationen. Beispielsweise kann ein Leasingpreis zugunsten des Maschinenbedieners angepasst werden, wenn dieser schonend mit der Maschine fertigt. Zur Evaluation der Plattform werden abschließend die drei genannten Anwendungsfälle realisiert.

### Anwendung und Ergebnisse

Es entsteht ein wiederverwendbares System, mit dessen Hilfe vor allem KMU Geschäftsmodelle innerhalb ihrer Partnerfirmen realisieren können. Die Plattform wird nicht nur in der fertigen Industrie einsetzbar sein, sondern sich auf weitere Branchen übertragen lassen. Um dies zu gewährleisten, soll ein erweiterbares und dokumentiertes Framework zur Erstellung eigener Lösungen entstehen.

### Projektpartner

- **ASYS Automatisierungssysteme GmbH**
- **Datarella GmbH**
- **Frankfurt School of Finance & Management gemeinnützige GmbH – Frankfurt School Blockchain Center**
- **Hochschule Furtwangen, Institut für Cloud Computing und IT-Sicherheit**
- **inovex GmbH**
- **Ondics GmbH**
- **Alfred H. Schütte GmbH & Co. KG**
- **Schwäbische Werkzeugmaschinen GmbH**

<b>Projekt</b>	<b>Kollaborative Smart Contracting Plattform für digitale Wertschöpfungsnetze (KOSMoS)</b>
<b>Koordination</b>	Universität Stuttgart Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) Dr.-Ing. Armin Lechler Seidenstraße 36 70174 Stuttgart Tel.: 0711 68 582 462 E-Mail: armin.lechler@isw.uni-stuttgart.de
<b>Projektvolumen</b>	3,55 Mio. Euro (davon 55 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.02.2019 bis 31.01.2022
<b>Internet</b>	hs-furtwangen.de/forschung/ forschungsprojekte/kosmos
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projekträger</b>	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dr.-Ing. Danuta Seredynska Tel.: 0721 60 822 944 E-Mail: danuta.seredynska@kit.edu

## Projektporträt

# Blockchain für die Industrie: Sichere Kollaborationen und optimierte Prozesse

Die Digitalisierung fördert die Vernetzung von Unternehmen und ermöglicht die Abstimmung und Koordination überbetrieblicher Abläufe. So können Bestellungen bereits heute automatisiert ausgeführt, verschickt und verarbeitet werden. Gleichzeitig steigt mit der Automatisierung die Abhängigkeit zwischen Unternehmen, sodass fehlerhafte Daten oder Qualitätsmängel einen nachhaltigen Vertrauensverlust bewirken können. Zur Adressierung dieser Risiken bedarf es technischer Lösungen, die eine nahtlose Integration und eine vertrauensvolle Zusammenarbeit ermöglichen.

### Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts PIMKoWe ist die Entwicklung und Bereitstellung einer Plattformlösung zur Flexibilisierung, Automatisierung und Absicherung von Kooperationen in Wertschöpfungsnetzwerken des industriellen Sektors.

### Technologie und Methodik

Das Projekt baut auf die Blockchain-Technologie. Durch die dauerhafte Datenspeicherung und den Einsatz von Verschlüsselungsverfahren in automatisierten Verträgen ermöglicht die Blockchain eine lückenlose Rückverfolgung der Transaktionen zwischen den Teilnehmern. Nach der Identifikation von Anforderungen der Anwenderunternehmen werden spezielle Datenstrukturen konzipiert und Schnittstellen entwickelt, die den überbetrieblichen Datenaustausch ermöglichen. Um immer die aktuellen Betriebsdaten zu verwenden, werden Methoden zur kontinuierlichen und zeitnahen Datenerfassung und -analyse eingesetzt. Die ermittelten Daten werden in entsprechenden Datensätzen der Blockchain gespeichert und dienen als Basis für die überbetrieblichen Transaktionen. Darüber hinaus werden Konsensmechanismen erarbeitet, die einzelne Schritte der Transaktionen abbilden. Diese automatisierte Abwicklung vertraglicher



Projektbeteiligte diskutieren über Funktionalitäten der Plattform des Vorhabens PIMKoWe.



Vereinbarungen fördert die Qualität und Produktivität überbetrieblicher Zusammenarbeit. Durch die Abbildung der Transaktionsprozesse auf mehreren unabhängigen Rechnern der Datenbank wird eventuellen Manipulationsversuchen vorgebeugt.

**Anwendung und Ergebnisse**

Das Ergebnis des Verbundprojekts ist ein Plattformdemonstrator, der den höchsten Anforderungen an Datenschutz und Datensicherheit entspricht. Auf Basis der Plattform können mittelständische Unternehmen an globalen Wertschöpfungsnetzwerken teilnehmen und ihre betrieblichen Abläufe mittels moderner Analysemethoden verbessern. Durch die Einbindung von Praxispartnern und Multiplikatoren, wie der Industrie- und Handelskammer, werden bereits während der Projektlaufzeit die Anforderungen unterschiedlicher Branchen berücksichtigt. Gleichzeitig wird der breitenwirksame Transfer durch verschiedene projektbegleitende und zielgruppengerechte Veranstaltungen gefördert. Durch Integration der Projektergebnisse in die Lehre und Forschung der universitären Projektpartner werden die Sensibilisierung und Ausbildung zukünftiger Arbeitskräfte gefördert.

**Projektpartner**

- Infosim GmbH & Co. KG
- SIGNAVIO GmbH
- ACTIWARE Development GmbH
- APE Engineering GmbH
- MAUL-THEET GmbH

<b>Projekt</b>	<b>Plattform für das integrierte Management von Kollaborationen in Wertschöpfungsnetzwerken (PIMKoWe)</b>
<b>Koordination</b>	Julius-Maximilians-Universität Würzburg Lehrstuhl für BWL und Wirtschaftsinformatik Prof. Dr. Axel Winkelmann Josef-Stangl-Platz 2 97070 Würzburg Tel.: 0931 31 896 40 E-Mail: axel.winkelmann@uni-wuerzburg.de
<b>Projektvolumen</b>	3,85 Mio. Euro (davon 61 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.10.2018 bis 30.09.2021
<b>Internet</b>	projekt-pimkowe.de
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dr.-Ing. Danuta Seredynska Tel.: 0721 60 822 944 E-Mail: danuta.seredynska@kit.edu

Projektporträt

## Sicherheitsrelevante Integralbauteile intelligent hergestellt

Die Fertigung von Integralbauteilen (also Bauteile aus einem Stück) für die Luft- und Raumfahrtbranche, wie beispielsweise Rumpf- oder Triebwerkskomponenten, erfolgt häufig durch spanende Verfahren aus Vollmaterial. Der großvolumige Materialabtrag hat zusammen mit der Verwendung schwer zerspanbarer Werkstoffe hohe Stückkosten zur Folge. Zusätzlich ergeben sich aus der Sicherheitsrelevanz dieser Bauteile hohe Qualitätsanforderungen. Um den Anforderungen gerecht zu werden und damit Ausschuss zu vermeiden, ist für fertigende Betriebe daher die Steigerung der Prozesssicherheit durch Prozessüberwachung von höchster Bedeutung.

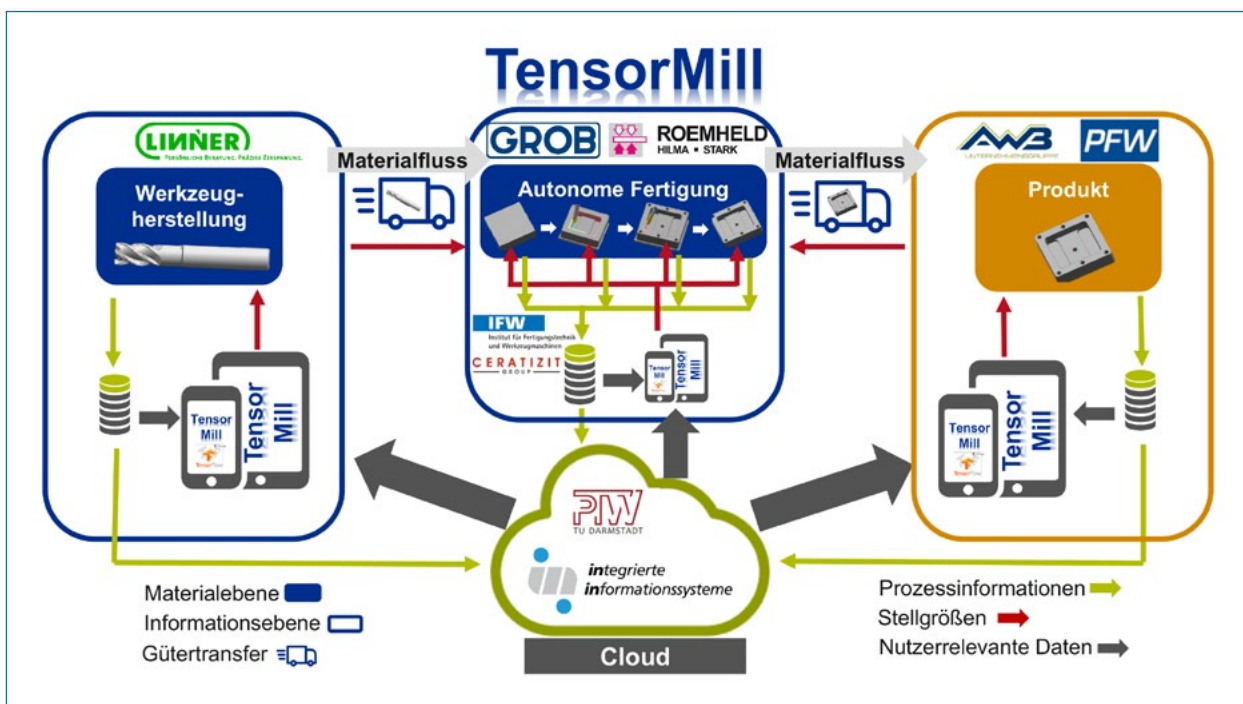
**Aufgaben und Ziele**

Ziel des Forschungsprojekts TensorMill ist die Entwicklung einer intelligenten, vernetzten, autonomen Fräsbearbeitung von Integralbauteilen. Während der Bearbeitung sollen mithilfe künstlicher Intelligenz möglichst zielgerichtet schädigungsrelevante Informationen zum Zustand des Fräswerkzeuges gewon-

nen und in Form einer Echtzeit-Datenanalyse den Nutzern bereitgestellt werden. Diese Informationen ermöglichen ein rechtzeitiges Erkennen auftretender Schädigungen und bieten eine wissensbasierte Reaktion auf die gegebene Situation im Prozess und über die gesamte Lieferkette hinweg, also rechtzeitig vor einer potenziell unbemerkten Verschlechterung der Produktqualität.

**Technologie und Methodik**

Der Lösungsansatz gliedert sich in die Teilbereiche Integration und Interaktion. Bei der Integration wird die betrachtete Wertschöpfungskette, bestehend aus Werkzeugherstellung und Zerspanung, auf eine sinnvolle Erweiterung um Sensorik sowie Kommunikationsschnittstellen untersucht und entsprechende Lösungen entwickelt. In nachfolgenden fertigungstechnischen Untersuchungen werden Datenprofile bestimmter Prozesse generiert. Die resultierenden Datenströme werden in einem cloudbasierten digitalen Bauteilzwilling zusammengeführt. Das so entstandene cyber-physische



Ziel von TensorMill ist die Entwicklung einer intelligent vernetzten, automatisierten Fertigung.

System stellt die Grundlage des Teilbereichs Interaktion dar. In diesem erfolgt eine Echtzeit-Analyse der prozessrelevanten Daten mittels künstlicher Intelligenz. Die abgeleiteten Stellgrößen werden dem Produktionssystem zurückgemeldet. Zusätzlich werden die gesammelten Informationen durch eine Technologie-App den Nutzern entlang der Wertschöpfungskette, zur Verwendung in Verbesserungsprozessen, zugänglich gemacht.

**Anwendung und Ergebnisse**

Dieses System für die intelligente vernetzte Fertigung leistet einen wichtigen Beitrag zur effizienten und prozesssicheren Produktion von sicherheitsrelevanten Integralbauteilen. Es soll über das bereits etablierte Vertriebsnetz der beteiligten Firmen, auch zur Nachrüstung bestehender Produktionssysteme, vermarktet werden. Die Hochschulen werden das entwickelte System zur Forschung und zur Ausbildung von Studenten im Gebiet der digitalisierten Produktion nutzen. Das Projekt wird daher die führende Rolle der deutschen Luft- und Raumfahrtzulieferbranche sichern und ausbauen.

**Projektpartner**

- Linner GmbH Werkzeugfabrik
- KOMET BRINKHAUS GmbH
- PFW Aerospace GmbH
- Technische Universität Darmstadt, Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW)
- Leibniz Universität Hannover, Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW)
- Römheld GmbH Friedrichshütte
- GROB-WERKE GmbH

<b>Projekt</b>	<b>Intelligente Vernetzung zur autonomen Fräsbearbeitung von Strukturbauteilen (TensorMill)</b>
<b>Koordination</b>	AWB Anlagen- und Werkzeugbau GmbH Thomas Röser Chemiestraße 8a 68623 Lampertheim Tel.: 0620 69 428 24 E-Mail: roeser@awb-aviation.de
<b>Projektvolumen</b>	3,74 Mio. Euro (davon 55 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.05.2019 bis 30.04.2022
<b>Internet</b>	produktion-dienstleistung-arbeit.de/projekt/tensormill
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projekträger</b>	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Thomas Rosenbusch Tel.: 0721 60 825 273 E-Mail: thomas.rosenbusch@kit.edu

**Projektporträt**

**Vernetzung von industriellem Wassermanagement und Produktion**

Wasser ist ein entscheidender Produktionsfaktor für die Industrie. Während die Digitalisierung in der industriellen Produktion und der Prozessindustrie bereits weit fortgeschritten ist, hat der Digitalisierungsgrad in der Wasserwirtschaft noch kein vergleichbares Niveau erreicht. Doch auch in diesem Bereich sind Automatisierung, Vernetzung und digitale Technologien schon heute wesentliche Treiber für Veränderungsprozesse. Da nahezu alle Anlagenteile über Leitstellen gesteuert werden, sind in der Regel die Möglichkeiten einer IT-gestützten Optimierung, Kontrolle und Steuerung der Anlagenkomponenten vorhanden. Jedoch werden noch nicht alle Ressourcen, Informationen, Objekte und Menschen miteinander vernetzt.

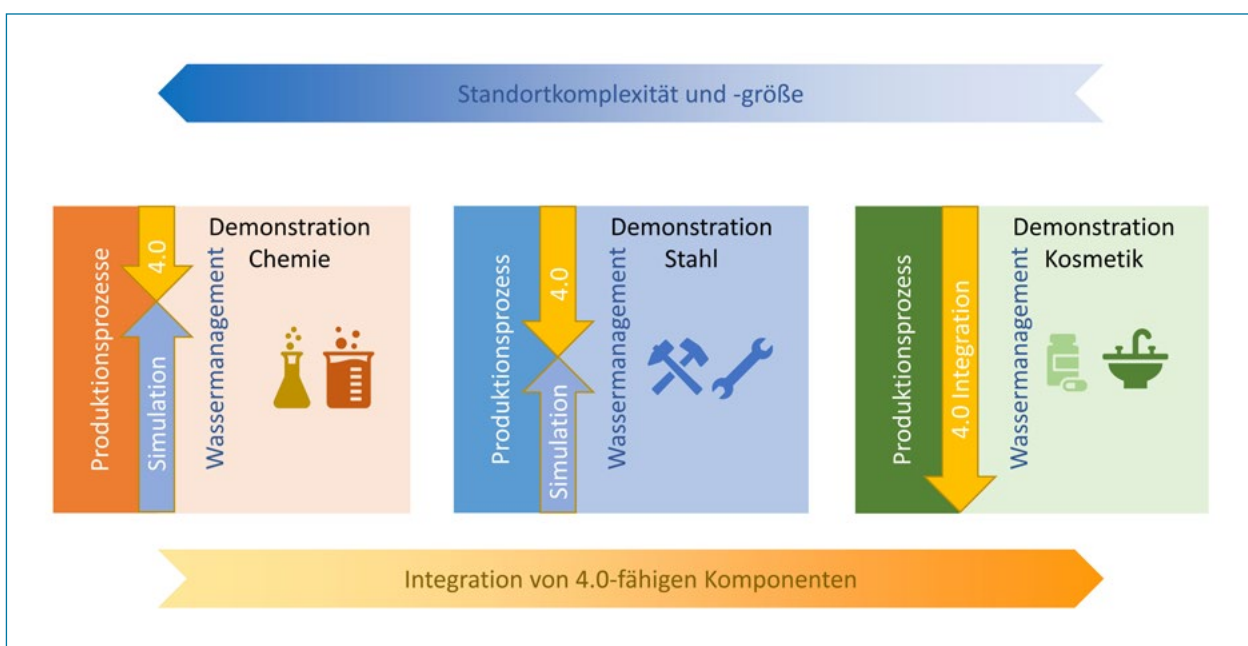
**Aufgaben und Ziele**

Das Thema Digitalisierung im industriellen Wassermanagement wurde unter dem Begriff „IndustrieWasser 4.0“ durch ein gleichnamiges Positionspapier der DECHEMA aufgegriffen. Einer von drei Schwerpunkten ist dabei die Vernetzung an der Schnittstelle Wassermanagement – Produktion. Ziel des Projekts DynaWater4.0 ist es, im Sinne von „IndustrieWasser 4.0“

Modelle und CPS (cyber-physische Systeme), Sensornetze beziehungsweise Datenplattformen sowie Komponenten (Messen–Steuern–Regeln (MSR) & Wassertechnik) von industriellem Wassermanagement und industrieller Produktion miteinander zu verbinden. Mit DynaWater4.0 sollen erstmals die Potenziale der digitalen Kopplung der Wasser- beziehungsweise Abwassertechnik mit der industriellen Produktion aufgezeigt werden.

**Technologie und Methodik**

Dazu passen die Projektpartner bestehende Komponenten an die Vernetzung an und entwickeln Modelle der einzelnen verfahrenstechnischen Komponenten und Teilprozesse. Die Modelle ermöglichen es, einen „digitalen Zwilling“ der verfahrenstechnischen Anlage zu erstellen, der jederzeit den gesamten Zustand der Prozesse abbildet und so Prognosen und prädikative, das heißt vorausschauende Regelungsverfahren zulässt. In der Praxis erprobt werden die entwickelten smarten Produkte in zunehmender Vernetzungstiefe an konkreten Beispielen der Branchen Chemie, Stahl und Kosmetik. Die Forschenden bewerten das Ergebnis und zeigen



Wassermanagement und Produktionsprozesse sind zunehmend vernetzt.

die Verwertbarkeit auch für andere Branchen auf. Dieser Ansatz ermöglicht es, die digitale Zusammenarbeit zwischen industriellem Wassermanagement und Produktion auf unterschiedlichen Ebenen beispielhaft darzustellen und daraus entstehende Optimierungspotenziale abzuschätzen.

**Anwendung und Ergebnisse**

Sowohl Prozessindustrie als auch Anlagenbau werden die Projektergebnisse direkt verwerten können. Gerade in KMU könnten sie helfen, Betriebskosten zu senken und die Prozessstabilität zu erhöhen. Größte Marktchancen bieten sich beim Upgrade bestehender Anlagen zur Industrierwasserbehandlung mit Komponenten und Modellen.

**Projektpartner**

- Technische Universität Berlin, Institut für Technischen Umweltschutz
- VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH
- EnviroChemie GmbH
- Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme – FOKUS
- ifak – Institut für Automation und Kommunikation e.V.
- Evonik Technology & Infrastructure GmbH
- Deutsche Edelstahlwerke Specialty Steel GmbH & Co. KG

<b>Projekt</b>	<b>Dynamische Wertschöpfungsnetzwerke durch digitale Kollaboration zwischen industriellem Wassermanagement und Produktion (DynaWater 4.0)</b>
<b>Koordination</b>	DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. Dr. Thomas Track Theodor-Heuss-Allee 25 60486 Frankfurt am Main Tel.: 069 75 644 27 E-Mail: thomas.track@dechema.de
<b>Projektvolumen</b>	2,07 Mio. Euro (davon 76 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.11.2018 bis 31.10.2021
<b>Internet</b>	ifak.eu/de/projekte/dynawater40-dynamische-wertschoepfungsnetzwerke-durch-digitale-kollaboration-zwischen
<b>Programm</b>	Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA3)
<b>BMBF-Referat</b>	Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Chem. Iris Bernhardt Tel.: 0351 46 331 437 E-Mail: iris.bernhardt@kit.edu

## Projektporträt

# Intelligenz im Untergrund: Mit Schwarmsensoren den Netzzustand erfassen

Weltweit liegen hunderttausende Kilometer an Wasser- und Abwasserkanälen im Untergrund, Tendenz steigend. Allerdings haben deutsche und auch internationale Kanalnetzbetreiber keine oder nur wenig Kenntnis darüber, was täglich im Normalbetrieb oder bei Regenereignissen im Kanalnetz passiert. Daher besteht ein großes Interesse, mehr Informationen über den Zustand des Netzes zu erhalten. So können Planung, Betrieb und Wartung künftig verbessert oder sogar neu strukturiert sowie unerwartete Zustände im Netz dokumentiert und analysiert werden.

### Aufgaben und Ziele

Ziel des Verbundprojekts WaterGridSense 4.0 ist es, kleine, weitgehend energieautarke und drahtlos kommunizierende Sensoren für den Einsatz in Regen- und Abwasser zu entwickeln. Die Sensoren können in Schwärmen zusammenarbeiten und werden auf einer für diesen Zweck neu entworfenen, etwa streichholzschachtelgroßen Plattform angeordnet.

### Technologie und Methodik

Geplant sind drei Anwendungsfälle der Plattform: Zum einen soll sie oberflächennah in Regenwasserabläufen eingesetzt werden. Bestückt wird sie dort mit fest eingebauten, manipulations- und wartungsrobusten Sensoren. Diese melden den Status des Ablaufs und werten den Reinigungsbedarf aus. Zweitens testen die Forschenden die Sensorplattform im stationären Dauereinsatz im Kanalsystem an ausgewählten Stellen wie Schächten oder Pumpwerken. Die Plattform bestimmt dort Volumenströme, Wasserqualität, Fremdwasser oder Fehleinleitungen. Und schließlich soll eine Plattform mit mobilen, energetisch selbstversorgten Sensoren im Kanalsystem für temporäre Messkampagnen treiben. Sie liefert Online-Sensordaten von Orten oder Rohrstrecken im Kanal, an denen normalerweise nicht gemessen werden kann. Die Sensorplattform soll diese Szenarien in definierten Zeitbereichen skalierbar und kostenoptimiert abbilden und per Funk in das Internet übertragen. Mithilfe spezieller Verarbeitungssysteme werden die



Schwarmsensoren sollen Überschwemmungen im Regen- und Mischwasserkanalnetz verhindern.

Sensordaten zusammengeführt und analysiert. Eine auf dieser Datenplattform aufgebaute Betriebs- und Wartungsplattform wird Statusmeldungen und den aktuellen Zustand des Abwassersystems auswerten und präsentieren. Dabei sollen durch moderne Methoden des maschinellen Lernens auch Vorschläge zur vorausschauenden Wartung ausgegeben werden.

**Anwendung und Ergebnisse**

Als Ergebnis des Forschungsvorhabens wird eine neue robuste Mikrosensorplattform für die Zustandserkennung in Kombination mit einer Betriebs- und Wartungsoptimierungsplattform zur Verfügung stehen. Diese kann von Kanalnetzbetreibern zur Bewertung, Überwachung und Betriebsplanung verwendet werden.

**Projektpartner**

- Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Fakultät Life Sciences
- Walter Teyard GmbH & Co. KG
- Technische Universität Berlin, Institut für Telekommunikationssysteme

<b>Projekt</b>	<b>Intelligente Zustandserkennung und Prognose in Wasser- und Abwassernetzwerken mittels verteilter Schwarmsensorik (WaterGridSense 4.0)</b>
<b>Koordination</b>	Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH Dr. Harald Sommer Rennbahnallee 109 A 15366 Hoppegarten Tel.: 03342 35 951 6 E-Mail: h.sommer@sieker.de
<b>Projektvolumen</b>	2,26 Mio. Euro (davon 75 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.10.2018 bis 30.09.2021
<b>Internet</b>	<a href="http://sieker.de/projekte/projektliste/project/watergridsense-40-185.html">sieker.de/projekte/projektliste/project/watergridsense-40-185.html</a>
<b>Programm</b>	Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA3)
<b>BMBF-Referat</b>	Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Chem. Iris Bernhardt Tel.: 0351 46 331 437 E-Mail: iris.bernhardt@kit.edu

## Projektporträt

# Webbasierte Datenplattform für Wasserversorgungsunternehmen

---

Mehr als 4.000 Unternehmen stellen in Deutschland die Trinkwasserversorgung sicher. Die überwiegende Mehrheit davon sind kleine und mittlere Wasserversorgungsunternehmen. Diese setzen Informations- und Automatisierungstechnik bisher nur in sehr geringem Umfang ein. Daher werden Messdaten meist nicht systematisch erhoben. Darüber hinaus verfügen die Unternehmen vielfach weder über eine ausreichend gepflegte Datengrundlage des Wassernetzes noch über Geoinformationssysteme (GIS), Simulationssoftware oder Datenanalysetools, durch die Eingriffe in das Trinkwassersystem (zum Beispiel Erweiterung des Netzes) geplant und optimiert werden können. Große Wasserversorger sind häufig besser technisch ausgestattet. Obwohl viele Messdaten verfügbar sind, können sie aufgrund fehlender Vernetzung sowie fehlenden Fachpersonals jedoch kaum zur Überwachung und Optimierung der Trink- und Abwassersysteme genutzt werden.

### Aufgaben und Ziele

Das Projekt W-Net 4.0 zielt darauf ab, eine modulare und skalierbare Plattform zu entwickeln, die GIS-System, Simulationssoftware und Datenanalysetools vereint und hohen IT-Sicherheitsstandards genügt. Verbunden mit neuartigen Dienstleistungskonzepten, Wertschöpfungsnetzwerken sowie Schulungskonzepten, werden so kleine und mittlere Wasserversorgungsunternehmen erstmals befähigt, diese Technologien zu nutzen. Für große Versorger sollen neuartige und einfach handhabbare Datenanalyse- und Optimierungswerkzeuge sowie Dienstleistungskonzepte zur Verfügung gestellt werden.

### Technologie und Methodik

Im Vorhaben soll die gesamte Wertschöpfungskette von der Datenerfassung über die digitalisierte Dokumentation bis hin zur Überprüfung durch Simulationsmodelle



Die dynamische Vernetzung von GIS, Simulations- und Datenanalysetools in einer webbasierten Plattform ist das Ziel des Projekts W-Net 4.0.



durchgängig abgebildet werden. Die vernetzte GIS-, Simulations- und Datenanalyseplattform wird auf Grundlage bestehender Module zur Datenübermittlung entwickelt, die im industriellen Produktionsumfeld bereits im Einsatz sind. Ein Schwerpunkt der Softwareentwicklung liegt auf angepassten Maschine-Maschine- und Mensch-Maschine-Schnittstellen, die auch durch weniger IT-geschultes Personal bedienbar sind. Die neue Plattform wird in der Praxis bei kleinen, mittleren und einem großen Wasserversorger getestet.

**Anwendung und Ergebnisse**

Die Plattform wird kleine und mittlere Versorger künftig in die Lage versetzen, ihr Netz bedarfsgerecht zu betreiben und zu pflegen. Darüber hinaus können sie die Trinkwasserqualität durch ein verbessertes und auf Sensordaten basierendes Monitoring nachhaltig sichern beziehungsweise erhöhen sowie Leckagen im Trinkwassernetz frühzeitig erkennen. Große Wasserversorger können durch die Einführung eines Netzwerks aus Sensor-Anbietern sowie Dienstleistern im Bereich GIS, Simulation, Datenanalyse und Prozessoptimierung von dem Forschungsprojekt profitieren.

**Projektpartner**

- COS Systemhaus OHG
- 3S Consult GmbH
- SchwarzwaldWASSER GmbH
- Berliner Wasserbetriebe

<b>Projekt</b>	<b>Dynamische Wertschöpfungsnetzwerke basierend auf Industrie-4.0-Technologien zur nachhaltigen Sicherheits- und Betriebsoptimierung von Wassersystemen (W-Net 4.0)</b>
<b>Koordination</b>	Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB Dr. Thomas Bernard Fraunhoferstraße 1 76131 Karlsruhe Tel.: 0721 60 913 60 E-Mail: thomas.bernard@iosb.fraunhofer.de
<b>Projektvolumen</b>	1,96 Mio. Euro (davon 80 % BMBF-Förderung)
<b>Internet</b>	iosb.fraunhofer.de/servlet/is/91893/
<b>Projektlaufzeit</b>	01.11.2018 bis 31.10.2021
<b>Programm</b>	Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA3)
<b>BMBF-Referat</b>	Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dr. Daniel Jost Tel.: 0721 60 824 875 E-Mail: daniel.jost@kit.edu

## Projektporträt

# Befähigungssystem zur Umsetzung hybrider Wertschöpfung in KMU

Die Kombination von Sach- und Dienstleistungen im Sinne einer hybriden Wertschöpfung ist komplex und bringt für die produzierenden Unternehmen zahlreiche Veränderungen sowie Handlungsbedarfe in den Bereichen Technik, Organisation und Personal mit sich. Dieser Wandel erfordert von Unternehmen eine kreative und ganzheitliche Neuausrichtung des Denkens, um Innovationen zur Umsetzung hybrider Wertschöpfung zu generieren. Allerdings fällt es besonders kleinen und mittelgroßen Unternehmen schwer, die notwendigen zeitlichen, fachlichen und methodischen Ressourcen selbst aufzubringen.

### Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts ABILITY ist die Erarbeitung eines ganzheitlichen Befähigungssystems mit

personalisierter, unternehmens-, personen- und prozessbezogener Lernumgebung für KMU, mit der hybride Wertschöpfung identifiziert, bewertet, umgesetzt und weiterentwickelt werden kann. So können Unternehmen zielgerichtet durch den Transformationsprozess zu neuen Geschäftsmodellen hybrider Wertschöpfung begleitet werden.

### Technologie und Methodik

Das Befähigungssystem bietet eine personalisierbare Lernumgebung, in der für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter entsprechende Qualifizierungs- und Befähigungsmodule zur Verfügung stehen. Diese werden auf Basis von Experten- und Domänenwissen individuell gestaltet. Der Einsatz von künstlicher Intelligenz ermöglicht zudem ein adaptives Empfehlungssystem.



Mit KI-Lösungen (Datenströme sind hier symbolisiert durch blaue Quadrate) können KMU hybride Wertschöpfungssysteme eigenständig entwickeln.

Die Anwendungsunternehmen werden im Rahmen des Projekts das Befähigungssystem nutzen, um Geschäftsmodelle hybrider Wertschöpfung zu entwickeln. Sie fungieren dabei als Prototypen für die jeweilige Branche und durchlaufen den Transformationsprozess von der Kreativ- bis zur Umsetzungsphase. Die Neugestaltung der Geschäftsmodelle erfolgt unter Berücksichtigung der zugehörigen Produktentwicklung sowie der Gestaltung von Arbeitsprozessen, -systemen und -umgebungen.

**Anwendung und Ergebnisse**

Durch ABILITY werden KMU in die Lage versetzt, hybride Wertschöpfungssysteme eigenständig zu entwickeln. Das mit drei Anwenderunternehmen verschiedener Branchen erarbeitete und abstrahierte Befähigungssystem wird durch den Verwerter auf Basis entsprechender entwickelter Geschäftsmodelle für Befähigungsanbieter verbreitet, langfristig zugänglich gemacht und allen Branchen und Unternehmen, überwiegend KMU, angeboten. Das Vorweggehen bei hybrider Wertschöpfung führt zur Stärkung der Wirtschaft und zur Festigung des Wirtschaftsstandortes Deutschland. Hierzu leistet ABILITY einen Beitrag.

**Projektpartner**

- RINK GmbH & Co. KG
- Brabant & Lehnert Werkzeug- & Vorrichtungsbau GmbH
- Jacobi Eloxal GmbH
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH
- Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Produktionssysteme (LPS)
- Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes

<b>Projekt</b>	<b>Ganzheitliche Befähigung zur hybriden Wertschöpfung (ABILITY)</b>
<b>Koordination</b>	Festo Lernzentrum Saar GmbH Klaus Herrmann Obere Kaiserstraße 301 66386 St. Ingbert Tel.: 06894 59 174 37 E-Mail: klaus.herrmann@festo.com
<b>Projektvolumen</b>	3,41 Mio. Euro (davon 67 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.03.2019 bis 28.02.2022
<b>Internet</b>	ability-projekt.de
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dr.-Ing. Raymond Djaloeis Tel.: 0721 60 824 620 E-Mail: raymond.djaloeis@kit.edu

## Projektporträt

# Intelligentes Servicekonzept für den Einsatz in der Produktion

Ausfälle von Maschinen und Anlagen in der Produktion verursachen hohe Kosten und sollten möglichst proaktiv vermieden werden. Beispielsweise bewirken ungeplante Ausfallzeiten 15 Prozent der gesamten Lebenszykluskosten einer Werkzeugmaschine. Bereits heute können Maschinen- und Betriebsdaten generiert werden, deren Auswertung zur Vermeidung von Ausfällen genutzt werden können. Bisher fehlt es jedoch an Fachwissen bezüglich mathematischer Modellbildung und der Analyse der Daten. Darüber hinaus ist der Entwicklungs- und Implementierungsaufwand für die Datenerfassung, Auswertung und Rückführung zu hoch und eine entsprechende Datenbasis zur anlagenübergreifenden Analyse existiert nicht.

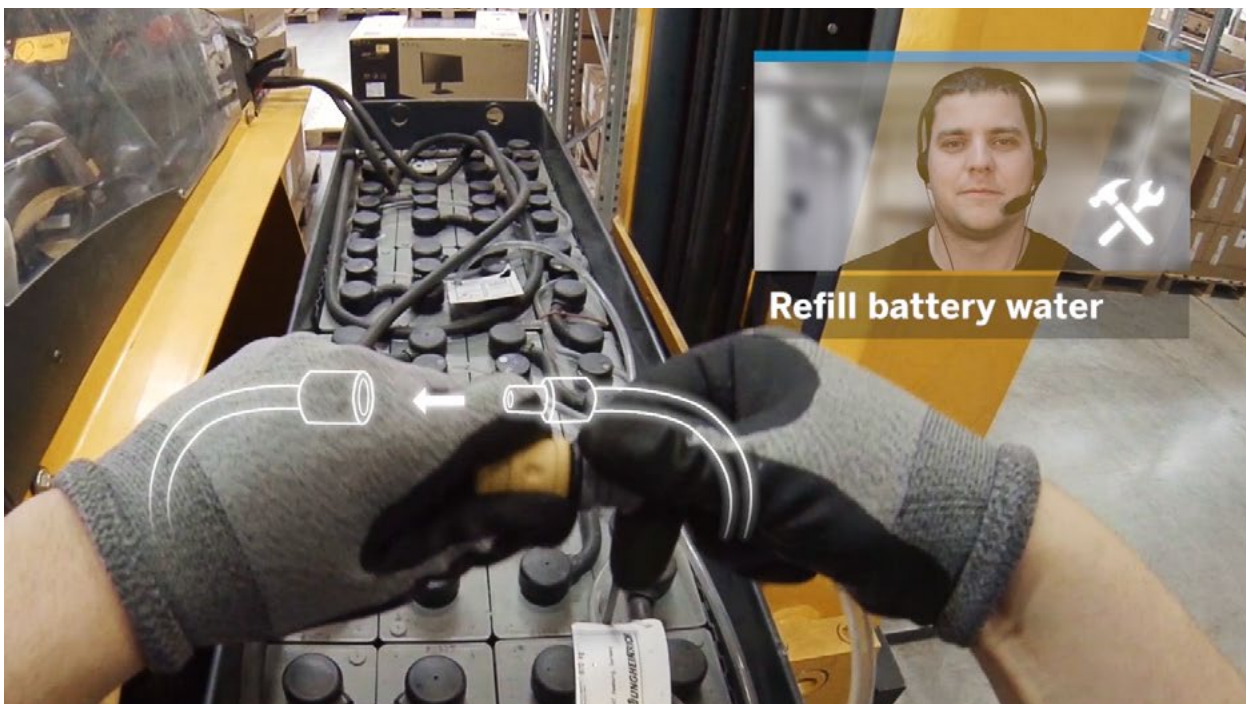
### Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts iSrv ist es, ein unternehmensübergreifendes, intelligentes Servicesystem für die Fertigungsindustrie zu entwickeln, welches insbesondere auch von KMU eingesetzt werden kann. Damit sollen Fehler einer Fertigungsanlage vorausschauend erkannt

und Gegenmaßnahmen durch automatische Prozesseingriffe oder visuelle Rückführung an den Maschinenbediener eingeleitet werden.

### Technologie und Methodik

Zunächst werden gemeinsam mit den Anwendungspartnern beispielhafte Anwendungsfälle ausgearbeitet und die Anforderungen an das Servicesystem definiert. Damit Echtzeit- und Prozessdaten aus der Produktion genutzt werden können, werden geeignete Erfassungsmethoden konzipiert und umgesetzt. Diese erfassten Daten werden in einer cloudbasierten Datenplattform dauerhaft gespeichert. Im nächsten Schritt werden wiederverwendbare Baukästen für die Datenanalyse und Modellbildung konzipiert und pilotiert. Damit wird es möglich, interne und externe Servicekonzepte mit deutlich weniger Aufwand und Fachwissen zu entwickeln und zu implementieren. Beispielsweise können vorausschauende Informationen und Handlungsanweisungen generiert oder proaktive Wartungsstrategien erstellt werden. Anhand



Das Servicekonzept ermöglicht die visuelle Datenrückführung an den Wartungstechniker.

von zwei realen Anwendungsszenarien werden die Ergebnisse projektbegleitend aus Nutzerperspektive evaluiert. Den rechtskonformen und verantwortlichen Umgang mit den in der Datenplattform gespeicherten Daten gewährleistet eine am Projekt beteiligte Anwaltskanzlei.

**Anwendung und Ergebnisse**

Im Ergebnis des Projekts iSrv sollen für KMU proaktive Wartungskonzepte zur Verfügung stehen. Durch die Analyse von Produktionsdaten sollen eine bis zu 300 Prozent schnellere Fehlerbehebung sowie die Senkung von ungeplanten Stillstandzeiten bis auf nahezu null erreicht werden. Die Ergebnisse lassen sich auf verschiedenste Anlagen, beispielsweise in der Umformtechnik, Textilbranche, in Abfüllanlagen und auf Druckmaschinen, übertragen.

**Projektpartner**

- Brückner Trockentechnik GmbH & Co. KG
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
- ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH
- Simplifier AG
- COSMO CONSULT DATA SCIENCE GmbH
- PIXOMONDO Images GmbH & Co. KG
- Robert Bosch GmbH
- SOTEC Software Entwicklungs GmbH + Co. Mikrocomputertechnik KG
- Textilveredlung Keller GmbH

<b>Projekt</b>	<b>Intelligentes Servicesystem (iSrv)</b>
<b>Koordination</b>	Universität Stuttgart Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) Dr.-Ing. Armin Lechler Seidenstraße 36 70174 Stuttgart Tel.: 0711 68 582 462 E-Mail: armin.lechler@isw.uni-stuttgart.de
<b>Projektvolumen</b>	4,41 Mio. Euro (davon 59 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.07.2017 bis 30.06.2020
<b>Internet</b>	isrv.info
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. (FH) Dorothee Weisser Tel.: 0721 60 826 150 E-Mail: dorothee.weisser@kit.edu

## Projektporträt

# Mit flexibel kombinierbaren Datenbausteinen Mehrwert schaffen

---

In Produktionsunternehmen stehen Daten zu Produkten, Prozessen und Maschinen aufgrund einer heterogenen Infrastruktur in vielfältigsten Formaten zur Verfügung. Wenn es gelingt, die richtigen Daten zum richtigen Zeitpunkt und richtig aufbereitet zur Verfügung zu stellen, können schnell und flexibel Mehrwerte für die Unternehmen selbst sowie für deren Kunden geschaffen werden. Nur durch eine entsprechende Datenerfassung und -verarbeitung können produktionsbezogene Dienstleistungen und damit verbundene Geschäftsmodelle, wie beispielsweise Online-Maschinenüberwachungen, Online-Portale für Technologie- und Auftragsdaten oder Prozessoptimierungen, erfolgreich umgesetzt werden.

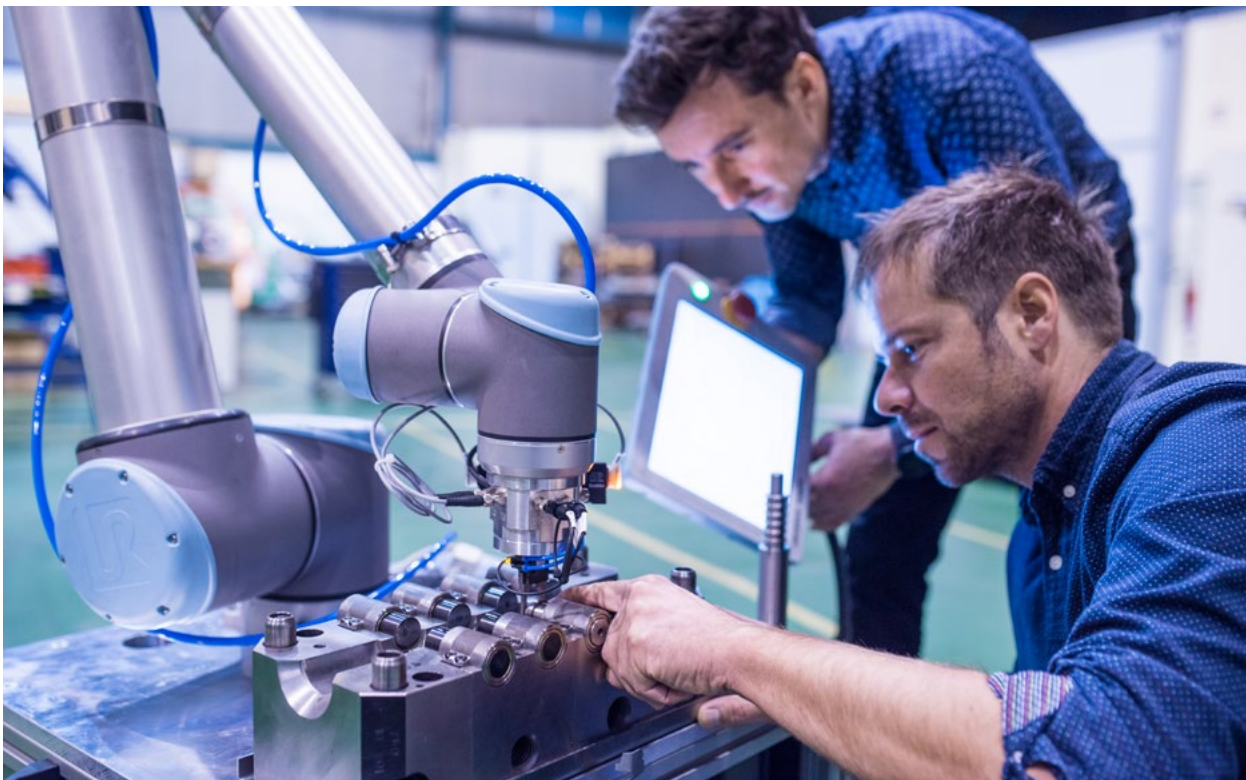
### Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts Plug\_and\_Control ist die Erarbeitung und prototypische Umsetzung eines Konzepts für flexibel konfigurierbare, standardisierte

Datenbausteine zur Datenerfassung und zum Datenmanagement in Produktionsunternehmen. Diese Datenbausteine bilden die Grundlage dafür, dass Unternehmen in der Lage sind, ihren Kunden modulare technische Dienstleistungen anzubieten. Dienstleistungen können dabei auf das Produkt bezogen sein, indem Kunden zum Beispiel in der Entwicklungs-/Beauftragungsphase die Konfiguration einer Anlage selber gestalten können oder während deren Erstellung den Auftragsfortschritt verfolgen und Änderungen bewerten können. Bei Dienstleistungen, die sich auf den Produktionsprozess beziehen, werden beispielsweise Prozessoptimierung, Ressourceneinsatz und -optimierung sowie Verfügbarkeitsoptimierung ermöglicht.

### Technologie und Methodik

Fachlich zusammengehörige Daten werden in Datenbausteinen aggregiert, um Standardisierungen, Qualitätssicherungen und Echtzeit-Auswertungen



Die Mensch-Maschine-Kollaboration ist ein wichtiger Aspekt der Industrie 4.0 für KMU.

zu ermöglichen. Zudem kann die Datenakquise aus Maschinensteuerungen erfolgen oder mittels geeigneter Sensorik. Ergänzend werden Lösungen zur cloud-basierten Speicherung und zur bedarfsorientierten Verarbeitung von Daten (Analytik, Prognose, Optimierung) entwickelt. Die Datenbausteine sowie Analyse-, Prognose- und Optimierungsmethoden können flexibel kombiniert werden und bilden die Basis für individualisierte Dienstleistungen. Die entwickelten Konzepte werden prototypisch für verschiedene Anwendungsszenarien umgesetzt.

### Anwendung und Ergebnisse

Durch die Datenbausteine können technikbasierte Dienstleistungsprozesse zukünftig effizienter, flexibler und nutzenorientierter gestaltet werden. Der Bausteinansatz überbrückt die Lücke zwischen notwendiger Standardisierung und Anforderungen aus individualisierten Dienstleistungen. Neben den prototypischen Lösungen für konkrete Anwendungsfälle entstehen im Projekt allgemeingültige Ergebnisse für flexibel konfigurierbare Dienstleistungen zur Produktionsoptimierung.

### Projektpartner

- **ICM – Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V.**
- **Simba n<sup>3</sup> GmbH**
- **com2m GmbH**
- **Hörmann Rawema Engineering & Consulting GmbH**
- **KRS - SEIGERT GmbH**
- **ERMAFA Sondermaschinen- und Anlagenbau GmbH**
- **Terrot GmbH**

<b>Projekt</b>	<b>Adaptive Smart Service Systeme zur Optimierung und Steuerung von Produktionssystemen auf Basis bedarfsorientiert konfigurierbarer Smart Data Bausteine (Plug_and_Control)</b>
<b>Koordination</b>	Technische Universität Chemnitz Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb Prof. Dr.-Ing. habil. Ralph Riedel Erfenschlager Straße 73 09125 Chemnitz Tel.: 0371 53 135 314 E-Mail: ralph.riedel@mb.tu-chemnitz.de
<b>Projektvolumen</b>	3,41 Mio. Euro (davon 60 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.08.2017 bis 31.07.2020
<b>Internet</b>	plug-and-control.de
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Alexander Mager Tel.: 0721 60 831 427 E-Mail: alexander.mager@kit.edu

## Projektporträt

# Alte Maschinen werden fit für die Smart-Service-Welt von morgen

---

Der Maschinen- und Anlagenbau ist ein traditioneller Eckpfeiler der deutschen Wirtschaft. Durch den Einzug von Industrie-4.0-Technologien wird ein zusätzlicher Anstieg der Bruttowertschöpfung um 23 Milliarden Euro bis 2025 erwartet. Insbesondere internetbasierte Dienste, sogenannte Smart Services, weisen ein erhebliches Wachstums- und Innovationspotenzial für diesen Industriezweig auf. Älteren Maschinen und Anlagen fehlen oft die notwendigen Sensoren und die Vernetzungsfähigkeit. Dies erschwert es, dienstleistungsorientierte Geschäftsmodelle zu entwickeln und anzubieten, um auch zukünftig im globalisierten Markt mit kunden- und nutzenorientierten Angeboten wettbewerbsfähig zu bleiben.

### Aufgaben und Ziele

Das Ziel des Forschungsprojekts retrosmart ist, eine Vorgehensweise zu entwickeln, welche die Hersteller dabei unterstützt, ältere Maschinen und Anlagen

nachträglich mit entsprechender Hard- und Software auszurüsten, um sie Industrie-4.0-fähig und damit fit für die Smart-Service-Welt von morgen zu machen. Durch diese Smart-Service-Retrofits können innovative Dienstleistungen angeboten und eine höchstmögliche Verfügbarkeit der Maschinen und Anlagen gewährleistet werden.

### Technologie und Methodik

Zunächst werden Beispiele für typische Smart-Service-Geschäftsmodelle für Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus entwickelt. Für die praktische Umsetzung dieser Geschäftsmodelle wird ein kostengünstiger und KMU-tauglicher Hardware-Baukasten mit Sensoren für die nachträgliche Aufrüstung älterer Maschinen und Anlagen konzipiert und bereitgestellt. Die über die Hardware-Komponenten gesammelten Daten werden auf einer Softwareplattform verfügbar gemacht, die den Herstellern die Erbringung von



Industrie-4.0-Technologien machen Maschinen fit für Smart Services.



Smart Services ermöglicht. In die Plattform wird ein Service-App-Baukasten integriert, durch den die Hersteller der Maschinen und Anlagen mit wenig Aufwand Service-Apps für ihre Smart-Service-Geschäftsmodelle erstellen können.

**Anwendung und Ergebnisse**

retrosmart soll zur Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus durch innovative, datenbasierte Dienstleistungen beitragen. Kunden profitieren von diesen Dienstleistungen durch eine höhere Verfügbarkeit ihrer Maschinen und Anlagen. Das Projekt liefert mit den Geschäftsmodellvorlagen sowie dem Hardware- und Service-App-Baukasten die notwendigen Bausteine, damit entsprechende kunden- und nutzenorientierte Dienstleistungen schnell und kostengünstig realisiert werden können.

**Projektpartner**

- **Armbruster Engineering GmbH & Co. KG**
- **Convia GmbH**
- **emkon. Systemtechnik, Projektmanagement GmbH**
- **Fette Compacting GmbH**
- **symmedia GmbH**
- **Technische Universität Berlin, Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb (IWF)**

<b>Projekt</b>	<b>Smart-Service-Retrofits für höchste Verfügbarkeit von Maschinen und Anlagen (retrosmart)</b>
<b>Koordination</b>	Ruhr-Universität Bochum Lehrstuhl für Industrial Sales and Service Engineering Prof. Dr. Jens Pöppelbuß Universitätsstraße 150 44801 Bochum Tel.: 0234 32 264 01 E-Mail: jens.poeppelbuss@ruhr-uni-bochum.de
<b>Projektvolumen</b>	2,34 Mio. Euro (davon 65 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.09.2017 bis 31.08.2020
<b>Internet</b>	retrosmart.blogs.ruhr-uni-bochum.de
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. (FH) Dorothee Weisser Tel.: 0721 60 826 150 E-Mail: dorothee.weisser@kit.edu

## Projektporträt

# Strategien für interdisziplinäre Zusammenarbeit bei der Entwicklung komplexer Systeme

Im Rahmen der Verbundprojekte des Förderschwerpunkts werden bedarfsorientierte Lösungen des Advanced Systems Engineering (ASE) konzipiert, entwickelt und in industriellen Anwendungsszenarien prototypisch umgesetzt. Großer Forschungsbedarf besteht dabei hinsichtlich des Engineerings im Umfeld von Digitalisierung und künstlicher Intelligenz (KI) und der durchgängigen Abbildung des Produkt- und Dienstleistungslebenszyklus. Darüber hinaus müssen die unternehmensinterne und -übergreifende Organisation erforscht sowie disziplinübergreifende Entwicklungsmethoden für das Zusammenspiel der beteiligten Akteure geschaffen werden. Damit aus den Projektergebnissen die notwendige Schlagkraft erzielt wird, die den Innovationsstandort Deutschland insgesamt im internationalen Wettbewerb entscheidend nach vorn bringt, sind übergeordnete Maßnahmen unabdingbar. So können gewonnene industrielle Lösungen verzahnt, veredelt und zukunftsprospektiv priorisiert werden. Bisherige entwicklungs-methodische Arbeiten greifen hier nicht weit genug.

### Aufgaben und Ziele

Für die Aufgabe einer derartigen Begleitforschung wurde das wissenschaftliche Projekt AdWiSE geschaffen. Es erarbeitet eigene, visionär weiterführende Erkenntnisse und integriert und überführt diese in eine nationale Strategie. Die identifizierten Maßnahmen werden als Roadmap nutzbar gemacht und Stakeholdern aus Wirtschaft, Wissenschaft sowie Politik zur Verfügung stehen. Damit kann für den Standort Deutschland eine fundierte Erfolgsposition sichergestellt werden, aus der heraus komplexe Systeme professionell entwickelt und schnell zum Markterfolg gebracht werden. So wird ein entscheidender Beitrag zu Wertschöpfung und Beschäftigung erzielt.

### Technologie und Methodik

Zur strategieorientierten Untersuchung des Themenkomplexes ASE, zur begleitenden Synergiebündelung der Verbundprojekte sowie zum intensiven Ergebnistransfer wird das multidisziplinär zusammengesetzte



Gegenstand von AdWiSE sind Perspektiven für die Gestaltung zukünftiger technischer Systeme.

Konsortium gleichermaßen wissenschaftliche, praktische, sozialpartnerschaftliche wie auch gesellschaftliche Fragestellungen bearbeiten. Im ersten Schritt erfolgt eine systematische Analyse des Themenkomplexes ASE, um wesentliche FuE-Richtungen zu identifizieren. Die Erhebung aktueller Trends sowie ein internationaler Benchmark münden in der ASE-Strategie und der Roadmap 2025 mit entsprechenden Handlungsempfehlungen für die Stakeholder. Zweiter Schritt ist die interne und externe Verwertung der Verbundprojektergebnisse durch die inhaltliche Fokussierung in Gruppen. Der Austausch zwischen den Verbänden wird durch gemeinsame Veranstaltungen und eine Arbeitsplattform unterstützt. Neben den aufbereiteten Verbundprojektergebnissen werden aus AdWiSE spezifische Resultate entstehen, die für Wissenschaftler und Fachkräfte in Unternehmen als praxisorientierte Handlungshilfen, Toolboxes sowie in Form von innovativen Präsentationsformaten zur Verfügung gestellt werden.

### Anwendung und Ergebnisse

Nach Laufzeitende der Verbundprojekte werden im dritten Schritt die Gesamtergebnisse wissenschaftlich nachbereitet, verstetigt wie auch in die universitäre Forschung und Lehre aufgenommen. Durch die thematische Bündelung und Aufbereitung werden die Verbundprojektergebnisse mit verbesserter Unterstützung in die breite industrielle Anwendung getragen. Darüber hinaus werden wichtige Anregungen für die Berufsbilder der Akteure gegeben. Durch die Aktualisierung des Zielbildes und der Strategie setzt das Projekt zudem essenzielle Impulse für Entscheider aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft.

### Projektpartner

- **Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO**
- **Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK**
- **Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Produktentwicklung (IPEK)**
- **acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V.**

<b>Projekt</b>	<b>Vernetzung der Akteure zur disziplinübergreifenden Entwicklung komplexer vernetzter soziotechnischer Systeme für die Wertschöpfung von morgen (Advanced Systems Engineering) (AdWiSE) – wissenschaftliches Projekt zur Fördermaßnahme PDA_ASE</b>
<b>Koordination</b>	Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM Prof. Dr. Roman Dumitrescu Zukunftsmeile 1 33102 Paderborn Tel.: 05251 54 651 24 E-Mail: roman.dumitrescu@iem.fraunhofer.de
<b>Projektvolumen</b>	2,90 Mio. Euro (davon 99 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2019 bis 31.12.2023
<b>Internet</b>	acatech.de/projekte
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projekträger</b>	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Martina Kühnapfel, M.A. Tel.: 0721 60 824 979 E-Mail: martina.kuehnappel@kit.edu

## Projektporträt

# Future Work Lab – Innovationslabor für Arbeit, Mensch und Technik am Standort Stuttgart

Wie Arbeit im digitalisierten Zeitalter heute schon aussieht, welche Auswirkungen sie hat und wie sie gestaltet werden kann, soll im „Future Work Lab“ beschrieben, erforscht, vermittelt und diskutiert werden. Das Future Work Lab verfolgt dazu folgende Ziele: (1) Erlebbar Demonstration von Industriearbeit, (2) Qualifizierung unter anderem für Management und Betriebsräte, (3) Wissenschaftliche Diskussion und (4) Gesellschaftlicher Dialog über zukunftsfähige Arbeitssysteme.

Als Projekt trägt das Future Work Lab zu den Zielen des BMBF-Programms „Zukunft der Arbeit“ und dem BMBF-Dachprogramm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ gleichermaßen bei. Die Arbeit von morgen wird erlebbar, vermittelbar und strategisch erforschbar.

## Demonstrations-, Kompetenz-, Beratungs- und Ideenzentrum an einem Ort

Im Zentrum des Projekts stehen der Aufbau und die Nutzung eines beispielhaften Innovationslabors für Arbeit, Mensch und Technik am Standort Stuttgart. Es dient als weithin sichtbares Zentrum und geht über die reine akademische Betrachtung der Arbeitsforschung weit hinaus. Es soll als Ort dienen, an dem die Gestaltung zukunftsorientierter Arbeitskonzepte für Beschäftigte, Unternehmen und die Sozialpartner gleichermaßen erfahrbar gemacht wird.

Dafür werden (1) in einem Demonstrationszentrum die technischen Möglichkeiten – gegenwärtig und vorausschauend – von Digitalisierung und Automatisierung in den Kernbereichen der Industriearbeit dargestellt.



Molekularer Arbeitsplatz: Individualisierbarkeit, Ästhetik und Autonomie verbessern Gesundheit, Kreativität und Produktivität.

(2) Mit der Einrichtung eines Kompetenzentwicklungs- und Beratungszentrums wird ein Angebot geschaffen, zukünftige Aufgaben der Industriearbeit und die entsprechenden Anforderungen an Qualifikation und Kompetenz zu erfassen sowie deren Auswirkungen auf den Betrieb zwischen den verschiedenen Gruppen (Planer, Teamleiter, Betriebsräte etc.) gemeinsam zu erörtern. (3) Das Ideenzentrum des Future Work Lab soll gleichzeitig als Denkfabrik dienen, die die öffentliche Debatte über die Zukunft der Arbeit forciert. Einem gesellschaftlich größeren Kreis wird das Future Work Lab zudem in Open Lab Days, in Vorträgen auf Kongressen und bei Veranstaltungen zugänglich gemacht.

**Lösungen für die nachhaltige Gestaltung der Industriearbeit von morgen**

Das Future Work Lab verbindet die Arbeitsergebnisse der einzelnen Zentren konzeptionell miteinander. Damit sind auch die Verwertung und die intensive Verbreitung von Forschungsergebnissen in Wirtschaft und Gesellschaft angelegt. Über das Future Work Lab hinaus sollen auch Unternehmensgründungen aus der Forschungslandschaft (Start-ups) unterstützt werden, um Wissenschaft in neue kommerzielle Produkte und Dienstleistungen zu überführen. Auch hierbei werden Fragen nach der Gestaltung der Arbeitsplätze, der Arbeitsorganisation, der Prävention und der Kompetenzentwicklung besonders berücksichtigt.

**Projektpartner**

- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
- Universität Stuttgart, Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT)
- Universität Stuttgart, Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF)

**Umsetzungspartner**

- BÄR Automation GmbH, Daimler AG, DEKRA Akademie GmbH, Faro Europe GmbH, Festo SE & Co. KG, IG Metall Vorstand, John Deere GmbH, Manufacture e. V., Pilz GmbH, Schunk GmbH, Schnaithmann GmbH, Siemens AG, Arbeitgeberverband Südwestmetall, VDMA BW, Vitracom AG, Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH und weitere

<b>Projekt</b>	<b>Future Work Lab – Innovationslabor für Arbeit, Mensch und Technik am Standort Stuttgart</b>
<b>Koordination</b>	Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO Dr.-Ing. Moritz Hämmerle Nobelstraße 12 70569 Stuttgart Tel.: 0711 97 020 00 E-Mail: moritz.haemmerle@iao.fraunhofer.de
<b>Projektvolumen</b>	14,18 Mio. Euro (davon 100 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2016 bis 31.05.2022
<b>Internet</b>	futureworklab.de
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Martina Kühnapfel, M.A. Tel.: 0721 60 824 979 E-Mail: martina.kuehnepfel@kit.edu

## Projektporträt

# Hybride Dienstleistungen für eine sozial vernetzte Logistik

Logistik ist weit mehr als der Transport von Waren und Gütern. Sie schlägt die Brücke zwischen Produktion und Markt, indem sie Produktionsstätten und Kunden miteinander verbindet. Parallel zum Warentransport sorgt die Logistik für den begleitenden Informationsfluss. Sie wurde zum Treiber und Symbol der internationalen und wertschöpfenden Vernetzung und ein wichtiger Innovationsmotor für Industrie 4.0. In Verbindung mit modernen Informations- und Kommunikationstechnologien ist sie prädestiniert, hybride Dienstleistungen zu gestalten, die durch intelligente Kombinationen aus Software, Hardware und Geschäftsmodellen gekennzeichnet sind. Der zu erwartende Innovationssprung wird auch Auswirkungen auf die Arbeitswelt vieler Menschen haben, die im Projekt LiDO Berücksichtigung finden werden.

## Aufgaben und Ziele

Im Forschungsprojekt „Hybride Dienstleistung in der Logistik“ wird ein Innovationslabor aufgebaut, um

neue logistische Technologien schnell und unkompliziert zu entwickeln, zu testen und in die Praxis zu überführen. Im Fokus stehen jene hybriden Dienstleistungen, die zu einer horizontalen und vertikalen Vernetzung der Wirtschaft führen. Hierbei werden insbesondere neue Formen der Zusammenarbeit von Menschen und Maschinen erforscht. Neue arbeitssoziologische Erkenntnisse werden in technische Entwicklungen rückgekoppelt, deren Ergebnisse wiederum umfassend analysiert werden. Zu Beginn des Projekts stehen zunächst die Bereiche Intralogistik, Produktion, Instandhaltung und Transportlogistik im Fokus.

## Technologie und Methodik

Im Innovationslabor werden Demonstratoren und eine Versuchsumgebung aufgebaut. Gleichzeitig wird ein wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Diskurs zur Weiterentwicklung der Mensch-Maschine-Interaktion und zu neuen Konzepten industrieller Arbeit initiiert. Unternehmen werden neue Strategien, Produkt- und



Für die Mensch-Maschine-Interaktion in der Logistik wird Augmented Reality eingesetzt.

Prozessinnovationen in Dortmund entwickeln und testen. Dabei sollen neue Soft- und Hardwaredienste, Planungs- und Betriebskonzepte für agile Logistiksysteme sowie Lösungen für eine neue Generation der Mensch-Maschine-Schnittstelle entstehen. Die Ergebnisse finden den Weg in die Praxis – vor allem in KMU – über gezielte Transferprojekte und das wissenschaftlich-gesellschaftliche Netzwerk.

**Anwendung und Ergebnisse**

Das Innovationslabor stärkt die digitale Vorreiterrolle des Standortes Dortmund in Bezug auf Dienstleistung und Logistik. Die Akzeptanz und die Einführung neuer technischer Lösungen im Umfeld von Industrie 4.0 werden beschleunigt. Entwicklungsprozesse in Technologie und Organisation sowie die sozialen Herausforderungen bei hybriden Dienstleistungen werden arbeitssoziologisch analysiert und alternative Gestaltungspfade (unter anderem Arbeitsorganisation, Qualifikationsstrukturen) und humanorientierte Lösungsansätze aufgezeigt. Der Weg in den Markt wird kürzer. Die Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen steigt und die Arbeitsplätze werden am Standort Deutschland gesichert.

**Projektpartner**

- Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen
- Technische Universität Dortmund, Lehrstuhl für Unternehmenslogistik
- Technische Universität Dortmund, Forschungsgebiet Industrie- und Arbeitsforschung

<b>Projekt</b>	<b>Innovationslabor Hybride Dienstleistung in der Logistik – Innovationslabor am Standort Dortmund zur Stärkung der logistischen Dienstleistung in Deutschland (LiDO)</b>
<b>Koordination</b>	Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML Arkadius Schier Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2 – 4 44227 Dortmund Tel.: 0231 97 434 81 E-Mail: arkadius.schier@iml.fraunhofer.de
<b>Projektvolumen</b>	12,39 Mio. Euro (100% BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.07.2016 bis 31.12.2020
<b>Internet</b>	innovationslabor-logistik.de
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Thomas Rosenbusch Tel.: 0721 60 825 273 E-Mail: thomas.rosenbusch@kit.edu

## Projektporträt

### Mit exzellenter Führung den digitalen Wandel für gute Arbeit nutzen

---

Das Führungsverständnis und die Fähigkeiten von Führungskräften unterschiedlicher Hierarchieebenen beeinflussen stark, inwieweit die Potenziale der Digitalisierung zum Zweck guter Arbeit erschlossen werden können. Die aktuelle Herausforderung von Führungskräften besteht darin, dass sich alle in Wechselwirkung stehenden Elemente des betrieblichen Interaktionsgefüges, wie Menschen, Maschinen, Organisationsabläufe, Arbeitsaufgaben, permanent wandeln. Digitalisierungsprozesse sind so zu steuern, dass Mitarbeitern ermöglicht wird, ihre Arbeitsleistung in personenförderlicher Weise zu erbringen, und ihre Partizipations- beziehungsweise Mitgestaltungsansprüche zur Geltung kommen. Dies kann nur gelingen, wenn das betriebliche Interaktionsgefüge als soziodigitales System begriffen und gesteuert wird.

#### Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts eLLa4.0 ist es, Führungskräfte zur Steuerung soziodigitaler Systeme durch den Aufbau von Interaktionskompetenz zu befähigen. Dazu werden Qualifizierungsmodule für unterschiedliche Zielgruppen entwickelt und in einem Zertifikatskurs „Exzellente Soziodigitale Führung“ (Excellent Socialdigital Leadership) zusammengefasst. Weiteres Ziel ist es, neue Lernwelten für die Qualifizierung von Führungskräften zu erproben. Dabei handelt es sich um reale Räume, in denen exemplarisch Zukunftstechnologien wie Roboter und Virtual-Reality-Brillen zur Verfügung stehen, sodass eine Auseinandersetzung am wirklichen Objekt erfolgen kann. Auf diese Weise können künftige – zu vermeidende sowie wünschenswerte – Szenarien der Arbeitsteilung zwischen Mensch und Technik erörtert werden.



Digitalisierung schafft neue Interaktionsmöglichkeiten.



### Technologie und Methodik

Zunächst soll durch qualitative Experteninterviews herausgefunden werden, welche neuartigen Herausforderungen sowie Orientierungs- und Qualifizierungsbedarfe sich im Zuge der Digitalisierung für Führungskräfte ergeben. Dazu werden Aspekte, wie Führungskonzepte, Rollenverständnis und Führungskompetenzen, wissenschaftlich analysiert. Ergänzend werden in den beteiligten Betrieben konkrete Bedarfsanalysen durchgeführt und dementsprechende führungsrelevante Gestaltungsmaßnahmen abgeleitet. Die Erfahrungen werden in prototypischen Fallstudien zusammengetragen und ausgewertet. Als Ergebnis von Experteninterviews und Fallstudien werden Qualifizierungsangebote sowie ein Handlungsleitfaden zum Aufbau von Interaktionskompetenz entwickelt und in den Rahmen der Demonstrationsfabrik Aachen und des Future Work Lab Stuttgart integriert.

### Anwendung und Ergebnisse

Die Projektergebnisse ermöglichen es Führungskräften unterschiedlicher Branchen, Konsequenzen ihrer Eingriffe in das soziodigitale Gefüge zu antizipieren und im Hinblick auf Auswirkungen der Arbeitsbedingungen zu reflektieren. Auf diese Weise lassen sich Fehlentscheidungen und Fehlsteuerungen im digitalen Wandel vermeiden und Entscheidungsunsicherheiten minimieren. Umgekehrt können Technologien so leichter konfiguriert und ausgewählt werden, dass sie Formen guter Arbeit unterstützen.

### Projektpartner

- **FIR e.V. an der RWTH Aachen**
- **Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO**
- **DMG Mori Spare Parts GmbH**
- **BEUMER Group GmbH & Co. KG**
- **WBS TRAINING AG**
- **BELFOR DeHaDe GmbH**

<b>Projekt</b>	<b>Gute Führung und Arbeit in der soziodigitalen Transformation (eLLa4.0)</b>
<b>Koordination</b>	Technische Universität Dortmund Sozialforschungsstelle Dr. Ralf Kopp Evinger Platz 17 44339 Dortmund Tel.: 0231 75 590 269 E-Mail: ralf.kopp@sfs-dortmund.de
<b>Projektvolumen</b>	3,98 Mio. Euro (davon 73 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.09.2019 bis 31.08.2022
<b>Internet</b>	ellaviernull.de
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dominik Walzebok, M.A. Tel.: 0721 60 824 756 E-Mail: dominik.walzebok@kit.edu

## Projektporträt

# Moderne Unternehmen benötigen eine neue, digital unterstützte Führungsorganisation

---

Die fortschreitende Digitalisierung stellt ständig neue Anforderungen an die Arbeitswelt. So sind Unternehmen gezwungen, immer schneller auf individuelle Kundenwünsche zu reagieren. Dies führt auch zu entscheidenden Veränderungen in der innerbetrieblichen Kommunikation. Traditionelle, starre Organisationsstrategien stoßen dabei schnell an ihre Grenzen. Daher gibt es einen Trend hin zu agilen Organisations- und Produktionsstrukturen. Diese stellen insbesondere Führungskräfte und Mitarbeiter zunehmend vor die Herausforderung, sich an ständig neue Situationen anzupassen. Hier ergeben sich enorme Potenziale durch den Einsatz digitaler Methoden und Führungsinstrumente. Ein konkretes Beispiel: Durch die regelmäßige multimediale Erfassung der Mitarbeiterzufriedenheit lässt sich diese nachhaltig positiv beeinflussen.

## Aufgaben und Ziele

Das Forschungsprojekt teamIn verfolgt das Ziel, ein Leitbild für die digital unterstützte Führungsorganisation von morgen zu entwickeln. Der Fokus liegt dabei auf einer ganzheitlichen Betrachtung von Technologie in Kombination mit den Fähigkeiten und Bedürfnissen der Nutzer. Im Ergebnis entstehen konkrete Führungs- und Organisationskonzepte unter Einbindung digitaler Methoden, wie zum Beispiel künstlicher Agenten, Live-Mitarbeiter-Feedback oder Online-Mediation. Diese ermöglichen eine zukunftsgerechte Führungsorganisation und verbessern damit die innerbetriebliche Kommunikation. Dabei ist die Einbindung aller Beteiligten in den Prozess der Veränderung von übergeordneter Bedeutung.



Digitale Arbeit stellt neue Anforderungen an Führungs- und Kommunikationsstrukturen.

### Technologie und Methodik

Die Erhebung der Ist- und Sollzustände der Führungsorganisation erfolgt durch quantitative Umfragen unter Mitarbeitenden und Führungskräften sowie qualitative Interviews und partizipative Formate, wie beispielsweise Szenario-Workshops. Die entwickelten Instrumente werden prototypisch umgesetzt und in Pilotstudien getestet. Prozessbegleitend wird die Wirkung der Instrumente durch die Hochschulinstitute evaluiert. Die Erkenntnisse werden anschließend in ein modulares Kompetenzentwicklungskonzept integriert, das verschiedene Lernformen und -umgebungen, wie beispielsweise Blended Learning und Lernfabriken, nutzt. Zur Umsetzung des entwickelten Führungsleitbildes in den Unternehmen wird ein branchenübergreifendes Change-Management-Konzept erarbeitet.

### Anwendung und Ergebnisse

Die innovativen Konzepte einer neuen Kommunikations- und Führungsorganisation werden von den branchen- und unternehmensgrößenübergreifenden Projektpartnern angewendet. Durch die Konzeption und projektbegleitende Durchführung von Schulungen werden die Ergebnisse auch außerhalb des Konsortiums verbreitet. Die Industrie- und Handelskammer wirkt hierbei als ein Multiplikator. Die Forschungsinstitute werden die erzielten Projekteinhalte bereits während der Projektlaufzeit auf Konferenzen und Messen in die nationale und internationale Breite tragen.

### Projektpartner

- **Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Unternehmensführung (IBU)**
- **Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Produktionstechnik (wbk)**
- **AUCOTEAM GmbH**
- **Sartorius Lab Instruments GmbH & Co. KG**
- **HR Puls GmbH**
- **OWN GmbH**
- **vitero GmbH**
- **YOUSE GmbH**

<b>Projekt</b>	<b>Digitale Führung und Technologien für die Teaminteraktion von morgen (teamIn)</b>
<b>Koordination</b>	Leibniz Universität Hannover Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis An der Universität 2 30823 Garbsen Tel.: 0511 76 224 40 E-Mail: office@ifa.uni-hannover.de
<b>Projektvolumen</b>	3,99 Mio. Euro (davon 69% BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.01.2020 bis 31.12.2022
<b>Internet</b>	produktion-dienstleistung-arbeit.de/projekt/teamIn
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dominik Walzebok, M.A. Tel.: 0721 60 824 756 E-Mail: dominik.walzebok@kit.edu

## Projektporträt

### Ein Industrieroboter lernt 3-D-drucken

Industrie 4.0 eröffnet Möglichkeiten, moderne Informations- und Kommunikationstechniken zu verbinden. Für ihren Einsatz im 3-D-Druck sind derzeit zwei große technische Trends erkennbar: Mit dem sogenannten Additive Layer Manufacturing (ALM) werden auf Basis eines digitalen Modells Bauteile im 3-D-Druck Schicht für Schicht aufgebaut. Parallel dazu werden die in der traditionellen Massenfertigung eingesetzten Roboter immer intelligenter. Sie passen sich nicht nur an veränderte Ausgangsbedingungen an, sondern können aus vorhergehenden Aktionen lernen und bestimmte Situationen antizipieren. Die spannende Frage ist, ob diese beiden Wege vereint zu einem neuen technologischen Verfahren führen, mit dem statt einer Massenproduktion nunmehr eine „Mass Customisation“ möglich wird.

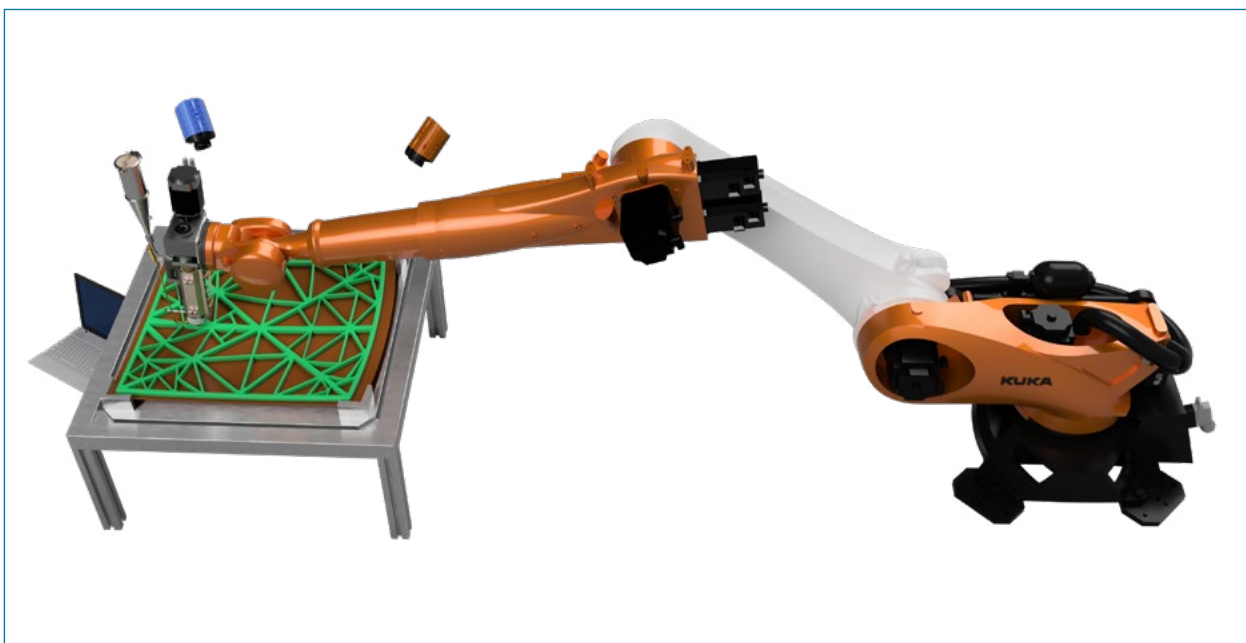
#### Aufgaben und Ziele

Das Forschungsprojekt A2M entwickelt eine adaptive 3-D-Drucktechnologie zur effizienten und präzisen Serienfertigung von Strukturbauteilen, die in einem Versuchsaufbau evaluiert werden sollen. Dies soll durch ein innovatives Düsenkonzept, einen sogenannten

angepassten Schneckenextruder in Kombination mit autonomen Robotern, und intelligente adaptive Prozesssoftware entstehen. Damit kann eine wirtschaftliche Fertigung komplexer und individueller Kunststoff- und Hybridbauteile für strukturelle Anwendungen realisiert werden.

#### Technologie und Methodik

Zur Sicherung der Produktqualität wird während des Druckprozesses eine virtuelle Nachbildung des Druckobjekts in einem digitalen Zwilling („Digital Shadow“) erzeugt. Aus dessen Interpretation werden in einem selbstlernenden Prozess adaptive Anpassungen der Prozessparameter durchgeführt und somit Bauteilfehler in weiteren Fertigungszyklen vermieden. Durch die Entwicklung angepasster Überwachungssensoren erfolgt der Druckprozess – entgegen konventionellen 3-D-Druckverfahren – adaptiv und durchgängig automatisiert, auch auf gekrümmten Oberflächen. Dadurch lassen sich sowohl bestehende Bauteilstrukturen durch komplexe, individuelle Funktions- oder Verstärkungselemente erweitern als auch Serienbauteile auf endkonturgerechten Formwerkzeugen herstellen.



Die A2M-Baugruppe wird für das Adaptive Additive Manufacturing eingesetzt.

### Anwendung und Ergebnisse

Das zu entwickelnde cyber-physische Produktionssystem kann somit eigenständige Entscheidungen treffen und Aufgaben weitestgehend autonom erledigen. Die Ergebnisse aus diesem Vorhaben bieten ein hohes Marktpotenzial, insbesondere für belastbare Kunststoff- und Hybridbauteile in Leichtbauweise mit hoher Geometriekomplexität bei kleinen und mittleren Serien. Vor allem für die Fahrzeugindustrie gibt es umfangreiche Einsatzmöglichkeiten. Das haben auch potenzielle Endanwender erkannt: Mit BMW, MAGNA und ŠKODA stehen gleich drei Automobilhersteller und mit LAKOWA ein spezialisierter Systemanbieter branchenübergreifend eingesetzter Kunststoffbaugruppen als assoziierte Partner bereit.

### Projektpartner

- Pumacy Technologies AG
- Kunststoffzentrum Oberlausitz, Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

### Tschechische Partner

- Technická univerzita v Liberci TUL
- SVOTT, s.r.o. SVT

<b>Projekt</b>	<b>Adaptive Additive Manufacturing: adaptive 3-D-Drucktechnologie zur effizienten und präzisen Serienfertigung von Strukturbauteilen (A2M)</b>
<b>Koordination</b>	consider it GmbH Mag. Christopher Nigischer Ingolstädter Straße 1 – 3 28219 Bremen Tel.: 0174 34 340 34 E-Mail: nigischer@consider-it.de
<b>Projektvolumen</b>	1,67 Mio. Euro (davon 73 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.05.2019 bis 30.04.2021
<b>Internet</b>	<a href="http://produktion-dienstleistung-arbeit.de/projekt/A2M">produktion-dienstleistung-arbeit.de/projekt/A2M</a>
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Alexander Mager Tel.: 0721 60 831 427 E-Mail: alexander.mager@kit.edu

## Projektporträt

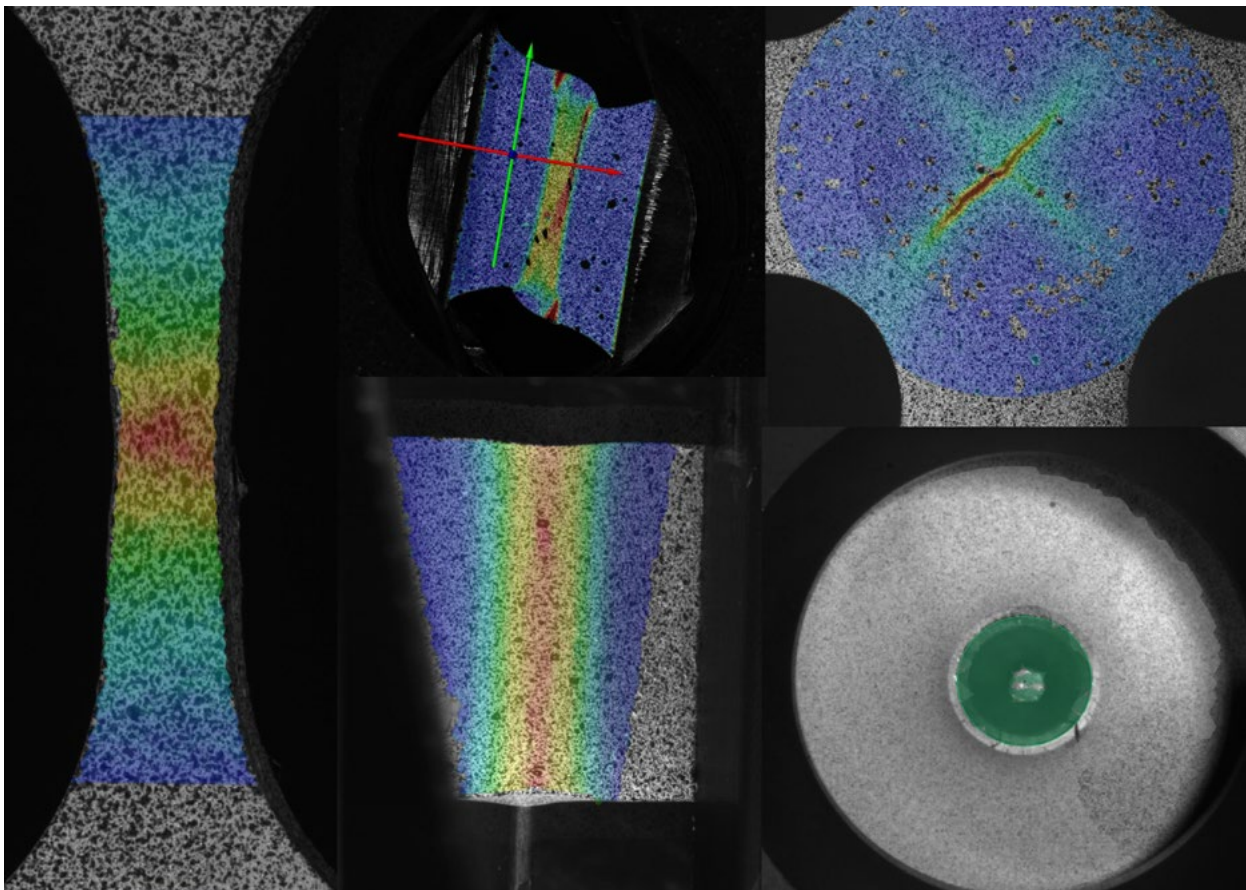
# Werkstoffinnovationen treiben die Industrie-4.0-Zusammenarbeit über Ländergrenzen voran

Die Simulation von Prozessen, Systemen und Produkten mittels rechnergestützter, sogenannter CAE (Computer-Aided Engineering)-Technologien hat in der Produktentwicklung zunehmend an Bedeutung gewonnen. Bislang sind jedoch meist klassische Materialkarten mit detaillierter Beschreibung des Materialverhaltens auf unterschiedlichen computergesteuerten Systemen vorhanden, die miteinander nicht kompatibel sind. Während in der Vergangenheit einfache Fließkurven und temperaturabhängige Umformdiagramme ausreichend waren, sind heute weitergehende Beschreibungen, zum Beispiel über das Materialversagen, erforderlich. Die notwendigen Daten werden dafür aus komplexen Werkstoffprüfungen, unter anderem durch eine optische Erfassung lokaler Verformungen,

ermittelt. Dabei werden jedoch große Datenmengen erzeugt. Zur Etablierung leistungsfähiger Wertschöpfungsketten in der Produktentwicklung 4.0 werden zukünftig leistungsfähige und konsistente Werkstoffmodelle benötigt.

### Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts AMMICAL ist die Abbildung der digitalen Wertschöpfungskette von komplexen Werkstoffprüfungen bis zu Werkstoffmodellen für den Einsatz in CAE-Systemen. Dies beinhaltet die Datenerfassung, -verdichtung, -auswertung und Modellbildung sowie Modelldistribution entlang der gesamten Prozesskette für die Werkstoffprüfung metallischer Strukturwerkstoffe. Dafür soll eine



Die digitale Bildkorrelation ist zunehmend Bestandteil anspruchsvoller Werkstoffprüfungen.

funktionale prototypische Software zur Verbesserung des Produktlebenszyklus entwickelt werden. So kann die Prozess- und Systemsimulation in der multilateralen Industrie-4.0-Zusammenarbeit gestärkt werden.

**Technologie und Methodik**

Hierzu werden Methoden zur Softwareentwicklung für die Speicherung und Verdichtung von Daten aus kamerabasierten Werkstoffprüfungen zur berührungslosen Verformungsmessung mit unterschiedlichen Verfahren, wie beispielsweise Infrarot, erarbeitet. Aus diesen gewonnenen Daten werden übergeordnete digitale Materialmodelle abgeleitet. Daraus können spezifische Materialmodelle für unterschiedliche CAE-Systeme erzeugt werden. Es werden Referenzprozesse aus bestehenden Prozessen der Materialprüfung, zum Beispiel von Stahlbolzen, und deren Datenverarbeitung definiert und in einen Softwareprototyp integriert. Dieser erstellt sogenannte Master-Materialmodelle, welche dann mit bereits bekannten Materialmodellen validiert werden können.

**Anwendung und Ergebnisse**

Der Prototyp wird zu einem offenen Softwareprodukt weiterentwickelt, das perspektivisch in weiten Bereichen des Engineerings, beispielsweise auch für die Automobilbranche und den Sondermaschinenbau, genutzt werden kann. Damit wird die Zusammenarbeit sowohl zwischen Unternehmen als auch deren Kunden signifikant gefördert und beschleunigt. Das Forschungsvorhaben ermöglicht so eine neuartige Datenintegration in einem aufstrebenden industriellen und länderübergreifenden Umfeld.

**Projektpartner**

- Nordmetall GmbH
- Technische Universität Chemnitz, Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse
- Hochschule Mittweida

**Tschechische Partner**

- COMTES FHT a.s.
- VISION CONSULTING AUTOMOTIVE s.r.o.

<b>Projekt</b>	<b>Advanced Materials Model Integration for CAE Applications (AMMICAL)</b>
<b>Koordination</b>	Matplus GmbH Dr.-Ing. Uwe Diekmann Hofaue 55 42103 Wuppertal Tel.: 0202 29 789 780 E-Mail: uwe.diekmann@matplus.de
<b>Projektvolumen</b>	1,28 Mio. Euro (davon 70 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.05.2019 bis 30.04.2021
<b>Internet</b>	matplus.de/de/ammical
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projekträger</b>	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Alexander Mager Tel.: 0721 60 831 427 E-Mail: alexander.mager@kit.edu

## Projektporträt

### Die Aufträge sind komplex, aber trotzdem termingerecht

---

Bei hochindividuellen Produkten, wie zum Beispiel komplexen Sondermaschinen, ist die termingerechte Fertigstellung einer der ausschlaggebenden Faktoren für die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens. Allerdings stellt bei der Herstellung solcher Produkte die exakte Auftrags- und Organisationsplanung eine große Herausforderung dar. In vielen Unternehmen wird ausgehend vom zugesagten Liefertermin auf Basis von Erfahrungswerten der Planer sowie der manuellen Extraktion von Informationen aus den Stammdaten eine Rückwärtsterminierung vorgenommen. Die tatsächliche Ist-Zeit wird nur selten erfasst und in die Berechnung zukünftiger Aufträge miteinbezogen.

#### Aufgaben und Ziele

Das Ziel des KMU-innovativ-Projekts Alto ist die Entwicklung von intelligenten Methoden und Algorithmen zur termingerechten Auftragssteuerung im Sondermaschinenbau für KMU. Damit sollen die mit

der Planung einhergehenden Arbeitsschritte aktiv unterstützt und das Erfahrungswissen der Mitarbeiter nachhaltig digitalisiert werden.

#### Technologie und Methodik

In den drei beteiligten Maschinenbauunternehmen, die sich durch unterschiedliche Grade der Digitalisierung und die vorhandene IT-Infrastruktur auszeichnen, wird jeweils ein Anwendungsszenario analysiert. Basierend auf diesen Referenzprozessen werden sowohl Funktionen und Algorithmen als auch die Gesamtarchitektur der Software zur Unterstützung der Auftrags- und Organisationsplanung entwickelt. Anschließend wird ein generisches Datenmodell abgeleitet, in dem die dafür notwendigen Informationen abgebildet und gespeichert werden können. Alle erarbeiteten Funktionen werden prototypisch implementiert, bei den Partnerunternehmen evaluiert und iterativ verbessert.



In der Produktionshalle werden neuartige Präzisionsformen hergestellt.



### Anwendung und Ergebnisse

Die digitale Unterstützung der heute, vor allem bei KMU, noch stark manuell geprägten Auftrags- und Organisationsplanung soll zur Einsparung von ein bis zwei Personentagen pro Woche führen bei gleichzeitig erhöhter Planungssicherheit. Durch die prototypische Implementierung in drei Anwendungsunternehmen aus dem Sondermaschinenbau ebnet dieses Vorhaben den Weg für einen breiten wirtschaftlichen Einsatz in der Einzelfertigung komplexer Produkte. Über den Arbeitskreis „IT-Innovationen in der Produktion“ können im Verlauf des Projekts weitere Unternehmen Anforderungen an die zu entwickelnde Software einbringen.

### Projektpartner

- Gloss Matrix GmbH
- Edelstahl Rosswag GmbH
- Breisacher Werkzeug- und Formenbau GmbH

<b>Projekt</b>	<b>Algorithmengestützte Optimierung der termingerechten Auftragssteuerung für die Organisationsabläufe der Einzelfertigung (Alto)</b>
<b>Koordination</b>	3RS Software GmbH & Co. KG Josef Gramespacher Daimlerstraße 27 76316 Malsch Tel.: 07246 94 550 E-Mail: JGR@3rs.de
<b>Projektvolumen</b>	1,47 Mio. Euro (davon 60 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.04.2020 bis 31.03.2022
<b>Internet</b>	<a href="http://produktion-dienstleistung-arbeit.de/projekt/Alto">produktion-dienstleistung-arbeit.de/projekt/Alto</a>
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projekträger</b>	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Andreas Gässler Tel.: 0721 60 824 240 E-Mail: andreas.gaessler@kit.edu

## Projektporträt

### Fertigung scannen, Objekte erkennen, Prozesse optimieren

Digitale Zwillinge in der Produktion sind virtuelle Ebenbilder von Maschinen, Anlagen und Produktionslinien. Konkret veranschaulicht der digitale Zwilling ein reales Objekt in der digitalen Welt. Doch wie wird das reale Objekt digital? In der industriellen Fertigung ist die Erstellung des digitalen Zwillings mit Fachexpertise, komplexer Software und einem hohen Zeit- und Kostenaufwand verbunden. Dadurch ist das digitale Abbild der Fertigung für die Mehrheit der KMU zu aufwendig. Es gilt, diesen Prozess effizienter zu gestalten, damit frühzeitig eine Veranschaulichung geplanter Fertigungsabläufe unter Berücksichtigung der realen Gegebenheiten ermöglicht werden kann. In Zukunft lassen sich Produktionsabläufe mithilfe von intelligenter Simulationssoftware frühzeitig visualisieren und bewerten.

#### Aufgaben und Ziele

Ziel des KMU-innovativ-Projekts DigiTwin ist es, eine Software auf Basis von künstlicher Intelligenz zur

effizienten Erstellung eines digitalen Zwillings der Fertigung zu entwickeln und ein KMU-gerechtes produktionsnahes Dienstleistungskonzept auszuarbeiten.

#### Technologie und Methodik

Erreicht werden soll dieses Ziel durch den Einsatz von Handykameras, mit denen die gesamte Fertigungshalle des Anwenders gescannt werden kann. So wird das Fertigungslayout, wie zum Beispiel Größe und Verortung der Objekte sowie Maschinentypen und Transportwege, möglichst automatisiert erfasst. Die Kameradaten werden anschließend mit einer zu erarbeitenden CAD-Datenbank abgeglichen. In dieser werden Referenzobjekte mit eindeutigen Modelldaten hinterlegt. Für das digitale Abbild der Fabrik bedarf es zusätzlich der Definition geeigneter Schnittstellen. Um einen passgenauen digitalen Zwilling der Fertigung zu generieren, sollen allgemeingültige Methodenbausteine zur Anwendung kommen.



Die Werkstattfertigung in kleinen und mittleren Unternehmen wird verbessert.

### Anwendung und Ergebnisse

Im Ergebnis dieses Projekts soll ein vereinfachter Zugang zu Simulationsmodellen und deren Nutzung geschaffen werden. Es werden die Teilaspekte Scanning, Objekterkennung und automatisierte Simulationsmodellierung erforscht und in einer einzigen produktionsnahen Dienstleistung zusammengeführt. Auf diese Weise wird es möglich, innerhalb weniger Tage einen digitalen Zwilling neu zu erstellen oder zu aktualisieren. Mit dem digitalen Zwilling können Planungen effizienter durchgeführt werden. Dem produzierenden Mittelstand werden Einsparpotenziale aufgezeigt und Produktivitäts- und Qualitätssteigerung ermöglicht. Gleichzeitig können durch den modularen Aufbau der Lösung auch Teilleistungen, wie zum Beispiel nur die reine Erstellung eines CAD-Modells der Fertigung, genutzt werden. So soll nach einer Verwertung im deutschsprachigen Raum auch die weltweite Verwertung angestrebt werden.

### Projektpartner

- PROSTEP AG
- Bornemann Gewindetechnik GmbH & Co. KG
- Leibniz Universität Hannover, Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW)

<b>Projekt</b>	<b>Effiziente Erstellung eines digitalen Zwillings der Fertigung (DigiTwin)</b>
<b>Koordination</b>	isb – innovative software businesses GmbH Markus Sommer Otto-Lilienthal-Straße 2 88046 Friedrichshafen Tel.: 07541 38 341 4 E-Mail: sommer@isb-fn.de
<b>Projektvolumen</b>	1,53 Mio. Euro (davon 61 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.12.2018 bis 30.11.2020
<b>Internet</b>	produktion-dienstleistung-arbeit.de/projekt/DigiTwin
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Martina Göttel Tel.: 0721 60 828 561 E-Mail: martina.goettel@kit.edu

## Projektporträt

### Erhöhte Qualität diagnostischer Medizinprodukte

Eine medizinische Detektionsplattform bezeichnet ein mikrofluidisches System, welches die gesamte Funktionalität eines makroskopischen Labors auf einem nur plastikkartengroßen Kunststoffsubstrat unterbringt. Mit dieser Technologie lassen sich geringste Mengen einer Flüssigkeit auf einem einzigen Chip vollständig und automatisch analysieren. Der Transport der Proben zwischen den verschiedenen Reaktions- und Analysekkammern findet mithilfe von Kapillarkräften statt. Das kleine Labor auf einem Chip, das sogenannte Lab-on-a-Chip, ermöglicht es, komplexe Labortests

schnell, günstig und vor allem ohne Hightech-Labor durchzuführen. Um Lab-on-a-Chip-Produkte zuverlässig und wirtschaftlich zu kommerzialisieren, ist es nötig, eine Lösung für eine robust-verlässliche und vor allem durchsatzfähige Qualitätskontrolle zu entwickeln.

#### Aufgaben und Ziele

Derzeit ist die Qualitätskontrolle der Lab-on-a-Chip-Werkstücke ein rein manueller Prozess, der auf zwei Ursachen zurückzuführen ist: das Arbeiten mit mikroskopisch kleinen Strukturen und die Komplexität

der Fehlerbilder, welche bewertet werden müssen. Das KMU-innovativ-Projekt QualiMikro hat das Ziel, durch die Kombination von hochauflösender automatisierter Bildgebung, maschinellem Lernen und Prozesskettenkontrolle Möglichkeiten für eine vollautomatisierte Qualitätskontrolle zu erforschen.

#### Technologie und Methodik

Dazu soll eine roboterunterstützte automatisierte Anlage zur Erfassung hochauflösender Bilder in Zukunft die zeitaufwendige, unhandliche und monotone Arbeit des Mikroskopierens ersetzen. Im Projekt werden dazu Algorithmen erforscht, welche basierend auf maschinellem Lernen die komplexen Fehlerbilder automatisch analysieren und bewerten. Je nach Ergebnis dieser Bewertung sollen die Chips durch Robotertechnik den nächsten Prozessschritten zugeführt werden. Durch den Einsatz komplexer Algorithmen werden große Datenmengen analysiert und mithilfe lernender Systeme Fehlerbilder anschließend automatisiert. Dazu sind sowohl die Software weiterzuentwickeln als



Die manuelle Qualitätskontrolle mikrofluidischer Chips wird künftig durch Robotertechnik unterstützt.

auch die Automatisierung der Aufnahme der Mikrostrukturen zu erarbeiten. Insgesamt werden durch diese Herangehensweise der Produktionsprozess und die Produktqualität und somit die Patientensicherheit erheblich verbessert.

**Anwendung und Ergebnisse**

Projektergebnis ist eine Demonstratoranlage, welche die monotone und zeitlich aufwendige Arbeit der manuellen Qualitätskontrolle so unterstützt, dass die Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter verbessert werden und die Qualität des Diagnostikprodukts deutlich steigt. So kann mit dem Projekt ein Beitrag zur ressourcenschonenden, zuverlässig sicheren und somit zur wettbewerbsfähigen Herstellung von Hightech-Diagnostika geleistet werden. Alles das geschieht unter der Nutzung moderner hochvernetzter Software- und Automatisierungstechnologien, womit die nächste Generation medizintechnischer Herstellungssicherheit eingeläutet wird.

**Projektpartner**

- **Ziemann und Urban GmbH**
- **Technische Universität Ilmenau, Fachgebiet Qualitätssicherung und Industrielle Bildverarbeitung**

<b>Projekt</b>	<b>Digitalisierung und Robotisierung im Kontext von Industrie 4.0 in der Qualitätskontrolle einer mikrofluidischen Detektionsplattform (QualiMikro)</b>
<b>Koordination</b>	microfluidic ChipShop GmbH Dr. Claudia Gärtner Stockholmer Straße 20 07747 Jena Tel.: 03641 34 705 0 E-Mail: claudia.gaertner@microfluidic-chipshop.com
<b>Projektvolumen</b>	1,60 Mio. Euro (davon 60 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2019 bis 31.05.2021
<b>Internet</b>	produktion-dienstleistung-arbeit.de/projekt/QualiMikro
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Stefan Kuntz Tel.: 0721 60 824 628 E-Mail: stefan.kuntz@kit.edu

## Projektporträt

# Qualitätssicherung durch intelligente Mensch-Roboter-Kollaboration

---

Die Fertigung hochintegrierter mechatronischer Baugruppen ist von großer Bedeutung für die Automobil-Zuliefererindustrie. Nicht zuletzt durch die zunehmende fahrzeuginterne Vernetzung steigt die Komplexität der Baugruppen, sodass neben hohen Anforderungen an den Montageprozess ein erhöhter Prüf- und Dokumentationsbedarf festzustellen ist. Eine vollständige Automatisierung aller Prozesse ist dabei nicht immer wirtschaftlich umsetzbar. Um dennoch den Qualitätsansprüchen zu genügen, muss daher teilweise auf teure manuelle Montage oder Überprüfung zurückgegriffen werden.

### Aufgaben und Ziele

Das KMU-innovativ-Projekt RoMonA entwickelt einen digital-integrierten Ansatz zur intelligenten Qualitätssicherung. Dabei ist es das Ziel, automatisiert zu steuern, wann ein Montage- oder Prüfprozess von

einem Menschen ausgeführt werden muss und wann die Tätigkeit den Maschinen überlassen werden kann. Durch die Vernetzung der Anlagen sollen die Prüfergebnisse zudem direkten Einfluss auf die vorgelagerten Montageprozesse nehmen können, um einzelne Stellgrößen anzupassen.

### Technologie und Methodik

Im ersten Schritt der Prozessbefähigung werden dazu die unterschiedlichen Qualitätskenngrößen sowie die relevanten Stellgrößen der Montageprozesse erfasst. Dieses Wissen stellt anschließend die Grundlage für den Einsatz von Verfahren des maschinellen Lernens, welche die automatisierte Aufgabenverteilung ermöglichen. Weiterhin erarbeitet das Konsortium eine Methodik, um die Rückkopplung von Prüfergebnissen an die vorgelagerten Montageschritte zu ermöglichen. Diese wird anschließend in zwei repräsentativen



Kollaborierende Roboter sind an der Arbeit.

Demonstratoren bei den Anwendungspartnern umgesetzt. Um die spätere Übertragbarkeit der Lösung zu gewährleisten, kommt bei der Integration das Software-Basissystem BaSys 4.0 zum Einsatz.

### Anwendung und Ergebnisse

Die Erkenntnisse des Projekts befähigen die beteiligten Unternehmen, leistungsfähige Lösungen für ergebnisoptimierte Montageprozesse inklusive Mensch-Roboter-Kollaboration und -Kooperation zu entwickeln und gemeinsam gegenüber Dritten (Endkunden) in Form von verketteten Fertigungszellen, Ausrüstungskomponenten und Softwarelizenzen zu vermarkten. Der Einsatz der entwickelten Lösungsbausteine führt zu einer Entlastung der Mitarbeiter bei Routineaufgaben und einer deutlichen Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit. Fehleranfällige Prozesse werden automatisch erkannt und proaktiv an einen menschlichen Mitarbeiter übergeben. Durch die direkte Rückkopplung der Prüfergebnisse an die vorgelagerten Prozesse wird zudem der Aufwand für nachträgliche, manuelle Qualitätssicherungsschritte um 20 Prozent reduziert sowie der Ausschuss um 10 Prozent verringert.

### Projektpartner

- Hiersemann Prozessautomation GmbH
- Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK

<b>Projekt</b>	<b>Gekoppelte automatisierte Prüf- und Montageprozesse unter Einbindung kollaborierender Robotik (RoMonA)</b>
<b>Koordination</b>	KleRo GmbH Roboterautomation Holger Klempnow Siegfriedstraße 152 10365 Berlin Tel.: 030 40 396 294 E-Mail: holger.klempnow@klero.de
<b>Projektvolumen</b>	1,16 Mio. Euro (davon 58 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.04.2020 bis 31.03.2022
<b>Internet</b>	produktion-dienstleistung-arbeit.de/projekt/RoMonA
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Barbara Mesow Tel.: 0721 60 831 428 E-Mail: barbara.mesow@kit.edu

## Projektporträt

# Digitalisierter Schaltschrankbau im effizienten Wertschöpfungsnetzwerk

Der Trend zu immer kürzeren Produktlebenszyklen, schnelleren Lieferzeiten und einer erhöhten Variantenvielfalt von Produkten hat Auswirkung auf die zu ihrer Herstellung erforderlichen Maschinen und Anlagen. Als elementare Bestandteile dieser Produktionsanlagen betrifft dies auch die zugehörigen Schaltschränke. Gleichzeitig sind beim Schaltschrankbau, aufgrund der hohen Produktvarianz, bisher überwiegend manuelle, werkstattorientierte Montageprozesse erforderlich. Der dadurch bedingte hohe Anteil der Löhne an den Herstellkosten eines Schaltschranks führt zu einer vermehrten Verlagerung der Produktion in Niedriglohnländer.

### Aufgaben und Ziele

Um dieser Entwicklung zu begegnen, zielt das KMU-innovativ-Projekt SmartSwitchCabiNet auf eine höhere Produktivität in der Fertigung und Montage von Schaltschränken. Eine elementare Grundlage hierfür

ist ein durchgängig effizienter Wertschöpfungsprozess, in dem Komponenten- und Baugruppenlieferanten sowie KMU-geprägte Schaltschrank- und Anlagenbauer miteinander kooperieren. Mit der Entwicklung einer neuen Software soll erstmalig eine Durchgängigkeit der Datenverfügbarkeit über alle Partner des Wertschöpfungsnetzes ermöglicht und die Basis für einen höheren Automatisierungsgrad geschaffen werden. Statt wie bisher von Hand, kann der Aufbau der Klemmleisten direkt aus dem Schaltplan generiert und die benötigten Komponenten automatisch bestellt werden.

### Technologie und Methodik

Die einzelnen Produktionsstätten werden hierfür im Rahmen des Projekts mithilfe von Schlüsseltechnologien der Industrie 4.0 als cyber-physische Produktionssysteme in ein intelligentes Wertschöpfungsnetzwerk integriert. Nach der Identifikation der relevanten



Die Digitalisierung im Schaltschrankbau bringt entscheidende Vorteile.



Informations- und Datenflüsse werden Standards für eine Durchgängigkeit der Daten entwickelt. Neben der lokalen Prozessoptimierung ermöglicht die standardisierte und objektive Prozessdatenerfassung den beteiligten Wertschöpfungspartnern eine effiziente und flexible Produktionsplanung und -steuerung. Durch die gewonnenen Echtzeit-Informationen können Abläufe besser terminiert und geplant, technisch unterstützt und dadurch schneller und kostengünstiger gestaltet werden.

### Anwendung und Ergebnisse

Die im Forschungsprojekt entwickelten Lösungen adressieren nicht nur den Schaltschrankbau, sondern die manuelle Montage allgemein. Daher verfolgt das Projekt auch das Ziel, innerhalb und außerhalb der Schaltschrankbranche die Potenziale von vernetzten Wertschöpfungsnetzwerken anschaulich aufzuzeigen und zu verbreiten. Hierzu wird die an dem Institut bestehende Pilotanlage für die Montage von Klemmleisten weiterentwickelt und als Demonstrator für interessierte KMU genutzt.

### Projektpartner

- ELTEBA GmbH & Co. KG
- GEENIAL mbH
- Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Produktionssysteme

<b>Projekt</b>	<b>Von der werkstatorientierten Schaltschrankmontage zum cyber-physischen Produktionssystem im smarten Wertschöpfungsnetzwerk (SmartSwitchCabiNet)</b>
<b>Koordination</b>	AEM August Elektrotechnik GmbH Robert Simla Seerasen 4-6 36284 Hohenroda Tel.: 06676 92 160 E-Mail: robert.simla@aem-et.de
<b>Projektvolumen</b>	1,10 Mio. Euro (davon 60 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.02.2020 bis 31.01.2022
<b>Internet</b>	produktion-dienstleistung-arbeit.de/projekt/SmartSwitchCabinet
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing Ulf Zanger Tel.: 0721 60 825 296 E-Mail: ulf.zanger@kit.edu

## Projektporträt

### Schlaues Werkzeug für Kunststoffteile

Der Werkzeug- und Formenbau in Deutschland besetzt eine Schlüsselposition in der produzierenden Industrie. Insbesondere der Bau von Spritzgießwerkzeugen zur Massenfertigung von Kunststoffbauteilen genießt hohe internationale Reputation. Die Herstellung solcher produktgebundener Werkzeuge ist technisch aufwendig und sehr zeit- und kostenintensiv. Die Präzision des Formwerkzeuges und die Prozessführung bestimmen die Qualität von tausenden produzierten Teilen. Dabei steigen die Anforderungen, wie Nullfehlerproduktion, Ausschussvermeidung sowie Ressourceneffizienz. Um dieser Zielsetzung gerecht zu werden, sind bis dato aufwendige, zeitintensive und meist nachgelagerte Qualitätsnachweise zur Zielerfüllung notwendig.

#### Aufgaben und Ziele

Das KMU-innovativ-Projekt WASABI entwickelt ein System für eine maschinenunabhängige Erfassung und Verarbeitung von Spritzgießprozessparametern

während des Formgebungsprozesses. Ziel ist es, eine Online-Diagnose des Spritzgießprozesses und eine Vorhersage der Teilequalität zu ermöglichen. Dazu wird ein intelligentes Gesamtsystem aus Sensoren, Hard- und Software zur Signalverarbeitung zusammengefasst und in das Spritzgießwerkzeug integriert. Die Umsetzung erfolgt zunächst auf Basis vorhandener Daten und Erfahrungswerte und wird im Laufe des Projekts weiterentwickelt. Das System soll sowohl die Qualität im laufenden Prozess überwachen als auch dem Werker während der Wiederinbetriebnahme des Produktionsprozesses, zum Beispiel nach dem Rüsten oder beim Maschinenwechsel, assistieren.

#### Technologie und Methodik

Produzierte Teile werden gemäß ausgewählten Qualitätsattributen bewertet und mit den verwendeten Prozessparametern in Korrelation gebracht. Der methodische Ansatz zur Diagnostik basiert auf der Nutzung von



Die Produktion von Stoßfängerüberzügen erfolgt hier auf einer 4.000-Tonnen-Spritzgießmaschine.

prozessbasierten Algorithmen zur Ist-Zustandserkennung. Anschließend wird mit Methoden des maschinellen Lernens ein Vorhersagesystem zur Teilequalität entwickelt. Prozessdaten werden rechnergestützt klassifiziert, verknüpft und für den Werker aufbereitet. Die Vorhersagequalität wird abschließend im praxisnahen Umfeld evaluiert, mit dem Ziel, zukünftig die bisher notwendige Nacharbeit und Qualitätskontrolle erheblich zu reduzieren.

### Anwendung und Ergebnisse

Das Projektergebnis ermöglicht es, die Prozessfähigkeit und damit die Effizienz in der Fertigung von Kunststoffteilen signifikant zu erhöhen. Durch die Ähnlichkeit der Prozesse ist ein Transfer der Ergebnisse in die kunststoffverarbeitende Industrie gegeben. Aus der Digitalisierung und intelligenten Verknüpfung der Prozessdaten ergeben sich Möglichkeiten für neue Geschäftsmodelle. Die hochkomplexen Spritzgießprozesse werden trotz akuten Fachkräftemangels zeitgemäß beherrschbar und wirtschaftlich.

### Projektpartner

- Hochschule Schmalkalden, Fachbereich Maschinenbau

<b>Projekt</b>	<b>Werkzeugintegriertes Assistenzsystem zur Produktionsregelung beim Spritzgießen hochkomplexer und anspruchsvoller Bauteilspezifikationen (WASABI)</b>
<b>Koordination</b>	Schneider Form GmbH Markus Lehr Kirchheimer Straße 181 73265 Dettingen/Teck Tel.: 07021 80 802 61 E-Mail: m.lehr@schneider-form.de
<b>Projektvolumen</b>	1,07 Mio. Euro (davon 51 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.05.2019 bis 30.04.2021
<b>Internet</b>	produktion-dienstleistung-arbeit.de/projekt/WASABI
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dr.-Ing. Michael Große Tel.: 0721 60 825 192 E-Mail: michael.grosse@kit.edu

## Projektporträt

# Montageprozesse beteiligungsorientiert planen und simulieren

Montageprozesse werden zunehmend variantenreicher und schwieriger planbar. Vor dem Hintergrund dieser steigenden Flexibilitätsanforderungen müssen Unternehmen ihre Arbeitsorganisation immer häufiger anpassen. Aus arbeitswissenschaftlicher Sicht sollten neue Arbeitssysteme, etwa alternative Montageorganisationskonzepte, unter Einbezug der betroffenen Beschäftigten gestaltet werden. Ein wechselseitiger, von den Beschäftigten getragener Wissenstransfer kann helfen, Fähigkeiten gemeinsam weiterzuentwickeln. Eine digitale Unterstützung des Planungsprozesses kann eine altersgerechte und interkulturell lernförderliche Arbeitsgestaltung ermöglichen und unter Beteiligung aller Beschäftigtengruppen einen Weg in die digitale Arbeitswelt aufzeigen.

### Aufgaben und Ziele

Das Verbundvorhaben hat das Ziel, ein simulationsgestütztes, virtuelles Konfigurationssystem zur Gestaltung von Montageprozessen zu entwickeln. Verschiedene Montage szenarien sollen vor dem Hintergrund

der unternehmensspezifischen Situation mithilfe eines webbasierten Werkzeuges analysiert werden. Die Bereitstellung modularer Simulationsmodelle in Verbindung mit einem KMU-spezifischen Handlungsleitfaden eröffnet vielfältige Gestaltungspotenziale in der Planungsphase von Montagesystemen.

### Technologie und Methodik

Im Zuge des Vorhabens wird ein Planungsvorgehen entwickelt, das den Weg ausgehend von einer Ist-Aufnahme der Montagesituation bis hin zur ganzheitlichen Simulation ausgewählter Montagekonzepte beschreibt. So wird in den Partnerunternehmen eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Auswahl der künftigen Montageform geschaffen. Die modularen Simulationsmodelle werden in eine Webanwendung überführt, mittels Virtual-Reality-Technologie visualisiert und pilothaft in den Partnerunternehmen erprobt. Ziel ist es, die Lern- und Wissenstransferprozesse zu fördern sowie potenziellen Akzeptanzproblemen früh zu begegnen. Das Planungsvorgehen



Mit dem Konfigurationssystem kann die individuelle Montageplanung in KMU simuliert werden.

und das simulationsgestützte Konfigurationssystem werden abschließend zu einem umfassenden digitalen Planungssystem verdichtet.

**Anwendung und Ergebnisse**

Als Ergebnis entsteht ein validiertes Instrumentarium, das es den KMU ermöglicht, den steigenden Flexibilitätsanforderungen altersgerecht und überkulturell zu begegnen. Die Ergebnisse des Vorhabens können auch in vor- oder nachgelagerten Produktionsbereichen genutzt sowie auf andere Branchen, wie zum Beispiel die Logistik, übertragen und zu adaptiven digitalen Plattformen für KMU weiterentwickelt werden.

**Projektpartner**

- RWTH Aachen University, Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)
- INTRAVIS GmbH
- Spaleck Oberflächentechnik GmbH & Co. KG
- Databay AG

<b>Projekt</b>	<b>Flexible und demografierobuste Montageorganisationsformen partizipativ planen, simulieren und gestalten (FlexDeMo)</b>
<b>Koordination</b>	Westfälische Hochschule Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen, Campus Bocholt, Fachbereich Wirtschaft und Informationstechnik Prof. Dr. Christian Kruse Münsterstraße 265 46397 Bocholt Tel.: 02871 21 557 14 E-Mail: christian.kruse@w-hs.de
<b>Projektvolumen</b>	2,34 Mio. Euro (davon 79 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.05.2019 bis 30.04.2022
<b>Internet</b>	flexdemo.eu
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Vladimira Schulz, MBA Tel.: 0721 60 826 139 E-Mail: vladimira.schulz@kit.edu

## Projektporträt

### Das Internet der Dinge in KMU zum Leben erwecken

Das Internet der Dinge (IdD) ermöglicht eine intelligente Vernetzung von Gegenständen in Unternehmen. Aufgrund begrenzter Ressourcen haben KMU Probleme bei der Integration des IdD ins Unternehmen. Die Herausforderungen betreffen dabei sowohl die Organisation als auch die Mitarbeiter. Bislang existiert kein systematischer Ansatz, der Hilfestellung bei der adäquaten Anpassung von Organisationsstrukturen und Arbeitsabläufen sowie beim Ergreifen entsprechender Kompetenzentwicklungsmaßnahmen für Mitarbeiter leistet. Um die Technologie in KMU zum Leben zu erwecken, ist eine systematische Unterstützung von KMU erforderlich. Nur so können KMU von den Chancen des IdD profitieren und dabei effiziente Organisationsstrukturen und Arbeitsabläufe sowie die Akzeptanz der Mitarbeiter und deren Weiterentwicklung sicherstellen.

#### Aufgaben und Ziele

Im Rahmen des Forschungsprojekts IoT-OM wird eine neuartige Unternehmenssoftware entwickelt, die KMU

bei der Einführung des IdD unterstützen kann. Konkret schlägt die Software aufgrund von unternehmensspezifischen Parametern, wie beispielsweise der Art der Gegenstände oder der Anzahl von Mitarbeitern in Positionen, Anpassungen von Organisationsstrukturen und Arbeitsabläufen vor. Zudem zeigt die Software konkrete Kompetenzentwicklungsmaßnahmen für Mitarbeiter auf, um den durch das IdD entstehenden Anforderungen an die Zukunft der Arbeit gerecht werden zu können.

#### Technologie und Methodik

Zuerst werden Anforderungen an Organisation und Mitarbeiter, die mit der Einführung des IdD einhergehen, mithilfe von qualitativen Befragungen und fallspezifischen Analysen erhoben. Darauf aufbauend werden konkrete Aktivitäts-, Interaktions- und Informationsszenarien als Lösungsansätze konzeptionell entwickelt und in Workshops mit KMU auf Praktikabilität getestet. Diese Erkenntnisse fließen in die



Bei der Herstellung von Medizinprodukten interagieren intelligente Gegenstände und Mitarbeiter.

Entwicklung der Unternehmenssoftware ein, die praxistauglich bei den Umsetzungspartnern des Projekts implementiert und erprobt wird. Die Software wird im Zuge von Feldforschung wissenschaftlich prozessbegleitend evaluiert und aufgrund praktischer Einsatz Erfahrungen weiterentwickelt.

**Anwendung und Ergebnisse**

Das Projektergebnis ist eine Software für KMU, die mit unternehmensspezifischen Daten befüllt werden kann und konkrete Entscheidungshilfen für eine erfolgreiche Einführung des IdD zur Verfügung stellt. Dadurch wird ermöglicht, dass IdD-Gegenstände erfolgreich in der Organisation eingesetzt werden können. Mitarbeitern wird zudem aufgezeigt, wie sie sich für die Zukunft der Arbeit im Kontext des IdD weiterqualifizieren können. Durch die Verallgemeinerung der Ergebnisse sind auch Anwendungen in weiteren Branchen, wie zum Beispiel der Logistik oder der Verpackungsindustrie, möglich.

**Projektpartner**

- **Universität Rostock, Professur für BWL der Dienstleistungen**
- **Berg GmbH & Co KG**
- **FMZ GmbH**
- **pironex GmbH**
- **Wegtam GmbH**

<b>Projekt</b>	<b>Internet der Dinge und integratives Organisationsdesign: Auswirkung auf Organisation und Mitarbeiter (IoT-OM)</b>
<b>Koordination</b>	Technische Universität Bergakademie Freiberg, Professur für Internationales Management und Unternehmensstrategie Prof. Dr. Jutta Stumpf-Wollersheim Akademiestraße 6 09599 Freiberg Tel.: 03731 39 200 4 E-Mail: jutta.stumpf-wollersheim@bwl.tu-freiberg.de
<b>Projektvolumen</b>	2,06 Mio. Euro (davon 73 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2019 bis 31.05.2022
<b>Internet</b>	tu-freiberg.de/iot-om
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dr. Alben Spangenberg Tel.: 0721 60 822 943 E-Mail: alben.spangenberg@kit.edu

## Projektporträt

### Starke Mensch-Roboter-Teams für KMU

Der Mittelstand als Rückgrat der deutschen Wirtschaft sieht sich derzeit mit steigendem Wettbewerbsdruck und Fachkräftemangel konfrontiert. Eine mögliche Antwort stellt der Einsatz neuartiger, kollaborierender Roboter (sogenannter CoBots) dar, die eine direkte Zusammenarbeit mit dem Menschen ermöglichen und sich mit geringem Aufwand an vielfältige Aufgaben anpassen lassen. Arbeitsabläufe können damit effizienter organisiert werden. Gleichzeitig steigt die Attraktivität von Arbeitsplätzen, indem die CoBots körperlich belastende oder monotone Tätigkeiten übernehmen. Bislang nutzen KMU dieses Potenzial allerdings noch wenig aus, da es ihnen häufig an organisatorischen und personellen Kapazitäten sowie an prozessbegleitenden Planungs- und Entscheidungshilfen fehlt, um Einsatzszenarien für CoBots fundiert zu identifizieren, zu evaluieren und umzusetzen.

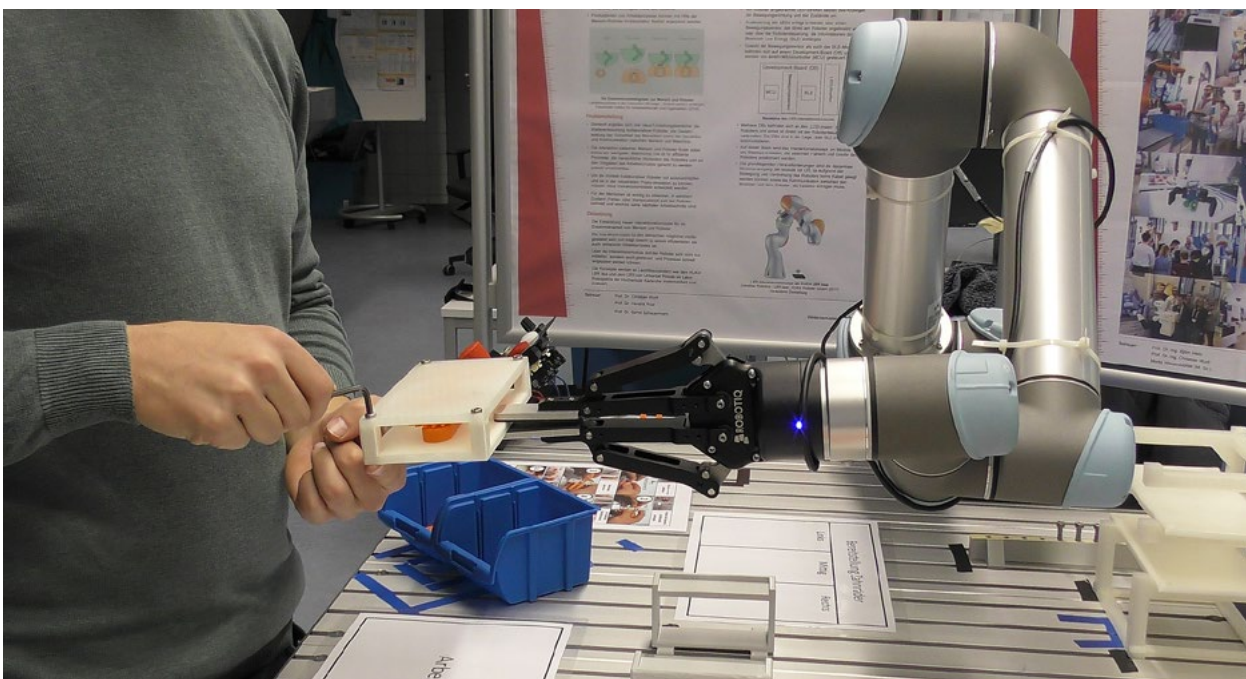
#### Aufgaben und Ziele

Im Forschungsprojekt ProBot wird ein virtueller Diagnosekoffer zur Identifizierung der möglichen Schnittstellen für die Einführung von CoBot-Lösungen entwickelt.

Dieser soll detaillierte, einfach anwendbare und firmenspezifisch anpassbare Planungs- und Entscheidungshilfen beinhalten, welche eine genaue Analyse der Ausgangsbedingungen und fundierte Abschätzung der CoBot-Einsatzvarianten ermöglichen.

#### Technologie und Methodik

Die Entwicklung erfolgt in enger Zusammenarbeit mit KMU aus der produzierenden Industrie. In jedem Partnerunternehmen werden auf Basis der dort herrschenden personellen und organisatorischen Rahmenbedingungen vielversprechende Anwendungsfälle für Mensch-Roboter-Lösungen identifiziert und deren Mehrwert für das Unternehmen bewertet. Die jeweils beste Lösung wird umgesetzt, unter Praxisbedingungen evaluiert und kontinuierlich verbessert. Während des gesamten Prozesses liegt der Fokus auf der Frage, welche soziotechnischen Faktoren für einen erfolgreichen Einsatz von Mensch-Roboter-Teams entscheidend sind und wie KMU zu einer proaktiven Abschätzung und Gestaltung dieser Faktoren befähigt werden können. Die hierbei entstehenden Erkenntnisse werden im



Mensch und Roboter arbeiten Hand in Hand.



ProBot-Diagnosekoffer virtuell als anwendbare Planungs- und Entscheidungshilfen gebündelt.

### Anwendung und Ergebnisse

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts unterstützen KMU dabei, die Potenziale der Mensch-Roboter-Kollaboration systematisch zu erschließen und damit ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Kriterienkataloge, Tools für erweiterte Wirtschaftlichkeits- und Einsatzanalysen, Vorgehensmodelle und Erfolgsgeschichten werden über Transferpartner bekannt gemacht. Der Diagnosekoffer wird weiteren interessierten KMU, zum Beispiel aus dem Logistikbereich, zum Download auf der Projekthomepage zur Verfügung stehen.

### Projektpartner

- ArtiMinds Robotics GmbH
- robodev GmbH
- Leutron GmbH
- Maus GmbH Modell- und Formenbau
- RAUCH Landmaschinenfabrik GmbH
- Schnorr GmbH
- Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft, Fakultät für Informatik und Wirtschaftsinformatik, Institut für Lernen und Innovation in Netzwerken
- Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft, Fakultät für Informatik und Wirtschaftsinformatik, Institut für Robogistics – Roboter in der Logistik

<b>Projekt</b>	<b>Proaktive Diagnose und Gestaltung des CoBot-Einsatzes in kleinen und mittleren Unternehmen (ProBot)</b>
<b>Koordination</b>	Karlsruher Institut für Technologie Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation (ifab) Prof. Dr.-Ing. Barbara Deml Engler-Bunte-Ring 4 76131 Karlsruhe Tel.: 0721 60 844 250 E-Mail: barbara.deml@kit.edu
<b>Projektvolumen</b>	2,38 Mio. Euro (davon 74 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.02.2019 bis 31.01.2022
<b>Internet</b>	cobots-mittelstand.de
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Vladimira Schulz, MBA Tel.: 0721 60 826 139 E-Mail: vladimira.schulz@kit.edu

## Projektporträt

# Fit für die Zukunft durch eine neuartige Arbeits- und Unternehmenskultur

---

Die fortschreitende Digitalisierung als wichtigster Treiber von „Industrie 4.0“ ermöglicht neue Geschäftsmodelle, Kooperationsformen und Managementansätze. Besonders KMU sind immer stärker gefordert, ihre Produkte und Wertschöpfungsprozesse zu digitalisieren, um konkurrenzfähig zu bleiben. An spezifische Bedarfe angepasste Technologien zur Digitalisierung der Schnittstellen Management – Produktion und Mensch – Maschine können erste Schritte auf dem Weg zu einer umfassenden Digitalisierung der Produktion eines Unternehmens sein. Dieser tiefgreifende technische Wandel zieht wesentliche nicht-technische Veränderungen nach sich. Deren bewusste Gestaltung bezieht sich auf sichtbare Unternehmenskulturelemente der Bereiche Kommunikation, Führung, Prozesse und Strukturen.

### Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts TrueCultureDig ist die Transformation von Unternehmenskulturen auf Basis KMU-spezifischer Digitalisierungsstrategien, die den

technologischen und strukturellen Betriebscharakteristika der Unternehmen entsprechen. Für die Erarbeitung von übertragbaren und anwendungsnahen Referenzmodellen werden bei drei Industrieunternehmen mittels konkreter Fallbeispiele Digitalisierungsstrategien ausgearbeitet, umgesetzt und technische sowie nicht-technische Voraussetzungen analysiert und angepasst.

### Technologie und Methodik

Mithilfe moderierter Gruppendiskussionen, Workshops und Kosten-Nutzen-Analysen ermitteln die drei Industriepartner zunächst mögliche Digitalisierungsansätze auf Basis strategischer Unternehmensziele. Bereits hier werden die notwendigen nicht-technischen Aspekte, wie beispielsweise die Arbeitsgestaltung und -organisation, berücksichtigt. Im Anschluss werden konkrete digitale Anwendungsfälle im Bereich der Prozesstechnik und -organisation ausgewählt. Diese Lösungen werden in den Unternehmen eingeführt und erprobt.



Ein Anwendungsbeispiel ist die Herstellung von Produkten zur Schlaganfallbehandlung.

Daraus entsteht eine „Landkarte“ betrieblicher Veränderungen, aus der neue Anforderungen an die Arbeits- und Organisationsprozesse sowie an die Beschäftigten abgeleitet werden. Diese bilden die Grundlage für eine bewusste Transformation der Unternehmenskultur und deren Erprobung. Für den gesamten Prozess werden Referenzmodelle und Anwendungsfallbeispiele für Drittunternehmen, insbesondere des produzierenden Gewerbes, entwickelt.

### Anwendung und Ergebnisse

Durch TrueCultureDig werden KMU befähigt, individuelle Digitalisierungsstrategien zu formulieren, systematisch umzusetzen und mit einer daran abgestimmten Unternehmenskultur zu verbinden. Dadurch verbessert sich das Arbeitsumfeld der Beschäftigten und die Akzeptanz von IT-Lösungen wird gesteigert. Durch die entwickelten praktikablen, kleinteiligen Lösungen für die Migration hin zu „Industrie 4.0“ werden verbesserte Strategieprozesse in Unternehmen und der Ausbau innovations- und wettbewerbsrelevanter digitaler Kompetenzen bei den Mitarbeitern erwartet.

### Projektpartner

- Hochschule Pforzheim, Institut für Smart Systems und Services
- KHW Kunststoff- und Holzverarbeitungswerk GmbH
- phenox GmbH
- Institut für angewandte Innovationsforschung e.V.
- Scherzinger Pumpen GmbH & Co. KG

<b>Projekt</b>	<b>Transformation von Unternehmenskulturen durch innovative Prozesstechnik und -organisation in Abhängigkeit KMU-spezifischer Digitalisierungsstrategien (TrueCultureDig)</b>
<b>Koordination</b>	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI Dr. Christian Lerch Breslauer Straße 48 76139 Karlsruhe Tel.: 0721 68 093 86 E-Mail: christian.lerch@isi.fraunhofer.de
<b>Projektvolumen</b>	1,88 Mio. Euro (davon 79 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.10.2018 bis 30.09.2021
<b>Internet</b>	true-culture.de
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dr. Alben Spangenberg Tel.: 0721 60 822 943 E-Mail: alben.spangenberg@kit.edu

## Projektporträt

# Erfolgreiche Zusammenarbeit in virtuellen Teams

---

Aufgrund steigender Digitalisierungs- und Internationalisierungstendenzen nimmt die Bedeutung virtueller Arbeitsformen zu. Unternehmen setzen vermehrt virtuelle Teams ein, um schneller auf Marktveränderungen reagieren und über Unternehmensgrenzen hinweg tätig werden zu können. Gleichzeitig erhöhen virtuelle Arbeitsformen die Flexibilität und Autonomie der Arbeitnehmer, da diese unabhängig vom Arbeitsort ihre Arbeit organisieren können. Allerdings ist die räumlich getrennte Zusammenarbeit mit besonderen Herausforderungen verbunden: Die physische Distanz der Teammitglieder erschwert den Transfer und das Generieren neuen Wissens. In der Praxis steht bislang die technische Entwicklung und Optimierung digitaler Informationssysteme im Vordergrund, während Fragen nach der Arbeitsorganisation und gemeinsamen Nutzung dieser Tools vernachlässigt werden.

### Aufgaben und Ziele

Das Forschungsprojekt WiViTe untersucht, wie der digitale Wissenstransfer und die Wissensgenerierung in virtuellen Teams effizient gestaltet werden können. Ziel ist die Entwicklung und praktische Erprobung einer neuartigen arbeits-, organisations- und informationswissenschaftlichen Arbeitsweise. Diese basiert auf einer digitalen Plattform, um den Aufbau, Transfer und die Vernetzung von Wissen in der virtuellen Zusammenarbeit zu unterstützen.

### Technologie und Methodik

Im Forschungsprojekt werden die Besonderheiten und Herausforderungen des digitalen Wissenstransfers und der Wissensgenerierung in virtuellen Teams empirisch analysiert. Die daraus resultierenden Anforderungen bilden den Ausgangspunkt für die Entwicklung eines



Digitaler Wissenstransfer und Wissensgenerierung in virtuellen Teams stellen besondere Herausforderungen dar.

ganzheitlichen Ansatzes zur Gestaltung und Organisation digitaler Wissensprozesse. Basierend auf diesem soziotechnischen Framework werden konkrete Gestaltungsmaßnahmen abgeleitet und in eine Methode zur Optimierung digitaler Wissenstransfer- und Wissensgenerierungsprozesse überführt. Der virtuelle Austausch und die Vernetzung erfolgen über eine IT-Plattform, die eine barrierefreie Einbindung verschiedener Tools ermöglicht, vor allem E-Mail, Video-Konferenzsysteme und soziale Netzwerke. Nutzen und Anwendbarkeit der Methode werden in den beteiligten KMU erprobt und evaluiert.

**Anwendung und Ergebnisse**

Mit den Ergebnissen kann die digitale Arbeitswelt der Zukunft gestaltet werden. Die entwickelte Methodik ermöglicht es, effizient und auf angenehme Weise im virtuellen Raum zusammenzuarbeiten. Besonders mit Blick auf die zunehmend digital vernetzte und wissensintensive Arbeitswelt trägt das Forschungsprojekt zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen und langfristigen Beschäftigungsfähigkeit der Arbeitnehmer bei und erhöht die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit mittelständischer Unternehmen.

**Projektpartner**

- FOM Hochschule, Bereich Wirtschaftsinformatik
- SYCOR GmbH
- CTI CONSULTING GmbH
- Pumacy Technologies AG

<b>Projekt</b>	<b>Innovative Wissensräume – Wissenstransfer und Wissensgenerierung in virtuellen Teams (WiViTe)</b>
<b>Koordination</b>	Technische Universität Chemnitz, Professur für Personal und Führung Dr. Evi Kneisel Thüringer Weg 7 09126 Chemnitz Tel.: 0371 53 136 534 E-Mail: evi.kneisel@wirtschaft.tu-chemnitz.de
<b>Projektvolumen</b>	1,34 Mio. Euro (davon 84 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.02.2019 bis 31.01.2022
<b>Internet</b>	wivite.de
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projekträger</b>	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dr. Alben Spangenberg Tel.: 0721 60 822 943 E-Mail: alben.spangenberg@kit.edu



## IT-Systeme

## IT-Forschung zu Industrie 4.0: Innovationen durch Virtualisierung und Digitalisierung

---

Maschinen, Anlagen und Produkte sind mit eingebetteten Systemen ausgestattet. Über Sensoren erheben sie Umgebungsdaten und über Aktoren steuern sie dezentral komplexe Anlagen. Durch Vernetzung werden aus eingebetteten Systemen cyber-physische Systeme. Sie verknüpfen die reale Welt der Produktion und Erzeugnisse mit der virtuellen Welt der Daten und Netzwerke. Damit wird die nächste Stufe der industriellen Produktion – Industrie 4.0 – erst möglich. Die Entwicklung von Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen kann nun virtuell vorweggenommen und schneller realisiert werden. Ressourcen können sparsam eingesetzt werden; Innovationen lassen sich beschleunigen.

Die weiter zunehmende Digitalisierung ist ein maßgeblicher Innovationstreiber für die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen. Andererseits ist ein zuverlässiger Betrieb von der Verfügbarkeit und der Zuverlässigkeit solcher Systeme und der erforderlichen Infrastrukturen abhängig. Im Projekt VERITAS werden daher Softwaremodule entwickelt, die Produktionsprozesse effizienter und flexibler gestalten, das Ausfallrisiko verringern und die Integration neuer Systemkomponenten vereinfachen.

Viele kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) sind Hersteller und Anbieter von Maschinen und Anlagen-Bausteinen für Industrie 4.0. Um digitalisierte Prozesse und Produkte zu erproben und umzusetzen, können Unternehmen an spezifischen Industrie-4.0-Testumgebungen eigene Projekte zur Evaluierung innovativer Ansätze an einer bereits bestehenden Infrastruktur durchführen. So wird im Projekt SPS-EC-M eine Lösung entwickelt, die den gesamten Fertigungsprozess – vom Kundenauftrag über die Fertigungsplanung bis zur Maschinensteuerung – aus Sicht des Kunden abbildet.

Um aus der Fülle von industriellen Daten entlang der gesamten Wertschöpfungskette Mehrwert zu generieren, werden verstärkt Methoden der künstlichen Intelligenz eingesetzt. So wird mithilfe von Methoden des maschinellen Lernens im Projekt MES4SME ein intelligenter Ansatz zur dynamischen, datengetriebenen

Optimierung der Produktionsplanung im Kontext der Einzelfertigung erforscht. Im Projekt ML@KaroProd werden Verfahren des maschinellen Lernens zur Beschleunigung der Fertigungsplanung und des Serienanlaufs bei der Karosseriefertigung weiterentwickelt.

Im Projekt BaSys 4.2 stehen das kontinuierliche Engineering von Fertigungsprozessen, insbesondere der Prozessindustrie, die Echtzeitfähigkeit und Sicherheitsaspekte im Fokus der Untersuchungen und Softwareentwicklungen. Auf Grundlage des technologieoffenen und auf RAMI 4.0 aufbauenden Basissystems Industrie 4.0 (BaSys 4.0) wird im Projekt BaSyPaaS ein Webportal realisiert, um die Produktionsplanung zu optimieren sowie die Bearbeitung von Kundenaufträgen weitgehend zu automatisieren.

**Weitere Informationen und Projekte unter**  
[softwaresysteme.pt-dlr.de](http://softwaresysteme.pt-dlr.de)

## Projektporträt

### I4KMU: Industrie-4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0

Die hier vorgestellten Einzelvorhaben sind exzellente Beispiele für die Förderung des innovativen Mittelstands. Viele KMU sind Hersteller und Anbieter von Maschinen und Anlagen-Bausteinen für Industrie 4.0. Mit dem Förderprogramm „Industrie-4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0“ – kurz I4KMU genannt – bietet das BMBF diesen Unternehmen eine schnelle und unkomplizierte Möglichkeit an, um ihre innovativen Komponenten für Industrie-4.0-Anlagen erproben und zeitnah auf den Markt bringen zu können.

Hierfür stehen deutschlandweit in vielen Forschungseinrichtungen sogenannte Testumgebungen (englisch: Testbeds) zur Verfügung. Diese bieten größere und vernetzte Produktions- und Logistikanlagen zum Testen von innovativen Lösungen unter realistischen Bedingungen an. Eine Nationale Kontakt- und Koordinierungsstelle „I4.0 Testumgebungen für KMU“ wurde eingerichtet, um KMU dabei zu unterstützen, die geeignete Testumgebung für ihr Vorhaben zu finden.

#### Die Einzelvorhaben im Detail

#### IMMER-DA<sup>3</sup> – Intelligente Materialbereitstellung mit ergonomischen Randbedingungen – direkte Anreicherung am Arbeitsplatz

Im Projekt ist eine Systemlösung zur intelligenten Materialbereitstellung für manuelle Montagearbeitsplätze entwickelt worden. Das Montageassistenzsystem beruht auf modellierten oder aufgezeichneten Montageprozessen, einer kontextbasierten Software und der Analyse der Körperbewegung des Monteurs. So kann zum richtigen Zeitpunkt die richtige Materialbox in den Greifraum des Monteurs gebracht werden, was der Wirtschaftlichkeit und Qualitätssicherung dient. Mechatronisch wurde dies bereits prototypisch mit dem robodev System (Modulbaukasten mit Automationskomponenten) umgesetzt. Das Vorhaben dient vor allem dem Testen und Optimieren der Softwarekomponenten

für Industrie-4.0-relevante Anwendungsfälle in der industrienahen Testumgebung des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA.

Das entwickelte Montageassistenzsystem soll in Verbindung mit dem Standard-Montagearbeitsplatz von Bosch Rexroth vermarktet werden.

#### Projektpartner

- **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA**

<b>Projekt</b>	<b>Intelligente Materialbereitstellung mit ergonomischen Randbedingungen – direkte Anreicherung am Arbeitsplatz (IMMER-DA<sup>3</sup>)</b>
<b>Koordination</b>	robodev GmbH Dr.-Ing. Andreas Bihlmaier Steinhäuserstraße 5 76135 Karlsruhe Tel.: 0721 90 988 742 E-Mail: bihlmaier@robodev.eu
<b>Projektvolumen</b>	80.909 Euro (davon 50 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	7 Monate im Zeitraum vom 01.01.2018 bis 31.12.2018
<b>Programm</b>	Industrie-4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0 (I4KMU)
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Dirk Günther Tel.: 030 67 055 745 E-Mail: dirk.guenther@dlr.de





Zur Verfügung steht eine Systemlösung zur intelligenten Materialbereitstellung für manuelle Montagearbeitsplätze.

### ASSIST 4.0 – Ultraschall-Ortung und standortbasierte Dienste im Produktionsumfeld

Ziel war die Entwicklung einer prototypischen Lösung für die Indoor-Lokalisierung auf Basis der Laufzeitmessung von Schallwellen. Als Sender fungiert ein lokalisiertes Smartphone. Das Smartphone kann an verschiedensten mobilen Geräten oder Maschinen angebracht werden, wobei mobile Transportroboter und Flurförderfahrzeuge aller Art prädestiniert sind. In die softwareseitige Lokalisierungskomponente sollen standardisierte Schnittstellen zur Datenübergabe implementiert werden. Damit ist das Lokalisierungssystem einfach integrierbar und weist deshalb eine hohe Industrie-4.0-Relevanz für verschiedenste Anwendungsszenarien auf. Zur Evaluierung der Praxistauglichkeit wurde die Testumgebung des Instituts für Mikrosystemtechnik der Universität Freiburg (IMTEK) genutzt.

Das entwickelte Lokalisierungssystem soll zusammen mit einem webbasierten Softwareframework vermarktet werden, welches Basisdienste bereitstellt und die Anbindung von beziehungsweise an Drittanbietersoftware (zum Beispiel zum Prozessmanagement) ermöglicht.

### Projektpartner

- Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Mikrosystemtechnik

<b>Projekt</b>	Ultraschall-Ortung und standortbasierte Dienste im Produktionsumfeld (ASSIST 4.0)
<b>Koordination</b>	Telocate GmbH Dr. Fabian Höflinger Georges-Köhler-Allee 10 679110 Freiburg im Breisgau Tel.: 0761 20 370 70 E-Mail: fabian.hoefflinger@telocate.de
<b>Projektvolumen</b>	198.621 Euro (davon 50 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	10 Monate im Zeitraum vom 01.01.2018 bis 31.12.2018
<b>Programm</b>	Industrie-4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0 (I4KMU)
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projekträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projekträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften/ Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Dirk Günther Tel.: 030 67 055 745 E-Mail: dirk.guenther@dlr.de

## MAuS – Neuartiges Mess- und Auswertesystem für die prozessbegleitende Qualitätsabsicherung im Strangpresswerk

Projektziel war die Entwicklung eines Mess- und Auswertesystems für die prozessbegleitende Qualitätsabsicherung im Strangpresswerk. Strangpressen ist ein weitverbreitetes Massivumformverfahren für die Herstellung von Rund- und Drahtprofilen. Stranggepresste Erzeugnisse werden in vielen Bereichen eingesetzt, zum Beispiel im Automobilbau als Stoßfänger, in der Energie- und Elektrotechnik als Leiter- und Lotmaterial oder in der Medizin für Stents und Schrauben.

Durch die stetig steigenden Qualitätsanforderungen bei stranggepressten Profilen wird eine lückenlose Nachverfolgbarkeit der Profile im Prozessablauf notwendig. Zusätzlich sind das Erfassen und das Analysieren digitaler Messdaten über den kompletten Herstellungszyklus Voraussetzung für eine zukünftige intelligente Produktion. Mit MAuS wurde daher ein messdaten- und simulationsbasiertes Steuerungssystem entwickelt, mit dem in Echtzeit der Fertigungsprozess überwacht wird. Bei auftretenden ungewollten Veränderungen kann MAuS regulativ eingreifen. Das Mess- und Auswertesystem ist modular aufgebaut und nutzt das offene, cloudbasierte Internet-of-Things-Betriebssystem MindSphere.

Erprobt wurde MAuS am Forschungszentrum Strangpressen der Technischen Universität Berlin. Durch seine umfangreiche Ausstattung in industrieller Größe konnte dort die gesamte Prozesskette abgebildet werden.

Mittels MAuS ist es möglich, den Materialverbrauch deutlich zu reduzieren. Darüber hinaus ist das System in der vorbeugenden Instandhaltung einsetzbar. Ein weiteres Anwendungsgebiet stellt die effiziente Bauteilauslegung für neuartige Produkte dar. Ebenfalls kann die Prozesssteuerung besser an die verwendeten Werkstoffe angepasst werden. Damit einhergehend reduzieren sich auch die Entwicklungszeiten für neue Produkte und Werkstoffe.

### Projektpartner

- Technische Universität Berlin, Forschungszentrum Strangpressen

<b>Projekt</b>	Neuartiges Mess- und Auswertesystem für die prozessbegleitende Qualitätsabsicherung im Strangpresswerk (MAuS)
<b>Koordination</b>	INGWERK GmbH Dr.-Ing. Sven Gall Gustav-Meyer-Allee 25 13355 Berlin Tel.: 030 46 069 169 E-Mail: sven.gall@ingwerk.com
<b>Projektvolumen</b>	198.028 Euro (davon 50 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.01.2018 bis 31.12.2018
<b>Programm</b>	Industrie-4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0 (I4KMU)
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projekträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Dirk Günther Tel.: 030 67 055 745 E-Mail: dirk.guenther@dlr.de

### AR-FactoryGraph-F und AR-FactoryGraph-M: AR-Augmentierung von Fabrik- und Anlagenumgebungen mit Informationen aus einem universellen Graph-basierten Informationsmodell

Zu diesem Thema arbeiten zwei junge Unternehmen (FoP Consult GmbH und Meshicon Software UG & Co. KG) in zwei Einzelvorhaben zusammen.

Ziel ist die Entwicklung eines Systems zur universellen mobilen Informationserfassung sowie zur intuitiven Informationsgewinnung und entsprechendem Informationsabruf. Das System soll für das Informationsmanagement vor allem in Fabriken und industriellen Anlagen genutzt werden. Dadurch soll der Aufwand beim Umgang mit Informationen reduziert und die Qualität erhöht werden. Die Informationen befinden sich häufig an unterschiedlichen Stellen, wie zum Beispiel bei einzelnen Mitarbeitern oder verschiedenen Softwaretools. Konkret sind das unter anderem Arbeitsplatz- und Maschineninformationen zur Fertigungssteuerung, operative Mitarbeiterinsatzplanung, ortsbezogene Dokumentation von Audits, Angaben zu innerbetrieblichen Transporten oder Daten zum Instandhaltungsmanagement. Erschwerend kann hinzukommen, dass Informationen veraltet, unverständlich oder widersprüchlich sein können.

Für das System „AR-FactoryGraph“ werden zwei Technologien miteinander verknüpft, zum einen eine graphenorientierte Datenbank, um die stark vernetzten Informationen als Graphen darzustellen und abzuspeichern, zum anderen Augmented Reality, um die relevanten Informationen zu erfassen, sinnvoll anzureichern und zu visualisieren. Jeweils ein Unternehmen ist für eine Technologie zuständig. Die Testumgebung der TH Wildau wird die Entwicklungs- und Testphase unterstützen mit ihrer Expertise in der Bildanalyse für Ortungen sowie mit ihrem eigenen System zur Innenbereichsortung.

Betreiber von Fabriken und Anlagen können mit dem geplanten System bisher unstrukturierte Informationen systematisch und ortsbasiert erfassen und visualisieren. Verstreute Informationsablagen werden durch den AR-FactoryGraph ersetzt, der zusätzlich die Lokalisierung in der realen Umgebung ermöglicht. Anwendungsbereiche für den AR-FactoryGraph sind zum Beispiel innerbetrieblicher Transport, Instandhaltungsmanagement

oder die Bereitstellung von Arbeitsplatz- und Maschineninformationen zur Fertigungssteuerung.

#### Projektpartner

- Technische Hochschule Wildau
- Meshicon Software UG & Co. KG

<b>Projekt</b>	AR-Augmentierung von Fabrik- und Anlagenumgebungen mit Informationen aus einem universellen graphbasierten Informationsmodell (AR-FactoryGraph-F und AR-FactoryGraph-M)
<b>Koordination</b>	FoP Consult GmbH Dr. Rico Schady Matthiasstraße 6F 10249 Berlin Tel.: 0176 81 136 219 E-Mail: rico.schady@fop-consult.de
<b>Projektvolumen</b>	123.168 Euro (davon 50 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	10 Monate im Zeitraum vom 01.07.2019 bis 31.08.2020
<b>Programm</b>	Industrie-4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0 (I4KMU)
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Wolfgang Milszus Tel.: 030 67 055 745 E-Mail: wolfgang.milszus@dlr.de



In DIALOG wird ein Ausbildungssystem für die dentale Fertigung digitalisiert.

### PCOWL: Integration von processControl in das industrielle Produktionsumfeld SmartFactoryOWL

Druckluft ist in vielen industriellen Betrieben elementarer Bestandteil der Produktion. Aus Kostengründen wird eine vorausschauende, bedarfsgerechte Bereitstellung angestrebt. Anders als in der Einsatzplanung oder Logistik wird Druckluft bisher aber als Kontingent bereitgestellt. In der Logistik wird Druckluft zum Beispiel in Rohrpostsystemen eingesetzt. Durch das statische Vorgehen entstehen hohe Fixkosten, die durch eine dynamische Anpassung reduziert werden können. Mit der von der Recogizer Analytics GmbH entwickelten Lösung ist nun eine vorausschauende (prädikative) Regelung der Prozesse möglich. Diese basiert auf maschinellen Lernverfahren der künstlichen Intelligenz (KI). Je mehr Mess-, Steuerungs- und Regeldaten sowie Prozess-, Produktions- und Verbrauchsdaten aus unterschiedlichen Projekten verfügbar sind, desto besser lassen sich die Anlagen und Druckluftversorgungsnetze regeln und Einsparungen erzielen.

In dem Vorhaben soll nun die Lösung für ein prädiktives Regelungsmodell auf das industrielle Druckluftversorgungsnetz der Testumgebung SmartFactoryOWL übertragen und unter industriellen Rahmenbedingungen getestet werden. Auf Basis der ermittelten Verbrauchsmuster in Kombination mit dem Wissen um Aufträge/Fertigungspläne werden damit ressourcenschonende Regelungen von Druckluft-Systemen realisierbar.

### Projektpartner

- SmartFactoryOWL
- Lemgo

<b>Projekt</b>	<b>Integration von processControl in das industrielle Produktionsumfeld SmartFactoryOWL (PCOWL)</b>
<b>Koordination</b>	Recogizer Analytics GmbH Oliver Habisch Rheinwerkallee 2 53227 Bonn Tel.: 0170 22 285 01 E-Mail: oliver.habisch@recogizer-analytics.com
<b>Projektvolumen</b>	137.576 Euro (davon 50 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	6 Monate im Zeitraum vom 01.07.2019 bis 31.08.2020
<b>Programm</b>	Industrie 4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0 (I4KMU)
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften/ Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Wolfgang Milszus Tel.: 030 67 055 695 E-Mail: wolfgang.milszus@dlr.de

### mQAA40: mQuest Audit in Automotive 4.0

In den meisten Industriezweigen werden industrielle Produktionsprozesse bereits hoch automatisiert durchgeführt. Optimierungsprozesse für die Prozess- und Arbeitsorganisation werden ebenfalls zumeist mit softwaretechnischen Werkzeugen unterstützt. Dies gilt jedoch zum Beispiel nicht für Prozesse zur Qualitätssicherung (Audits, Prüfungen, Sicherstellung der Einhaltung von Vorschriften und Normen etc.). Diese werden vielfach nach wie vor weder automatisiert noch digitalisiert, sondern manuell durchgeführt.

Ziel ist daher die Schaffung einer generischen Plattform zur Digitalisierung standardisierter Audits und Qualitätsprozesse. Am Beispiel Zulieferindustrie im Automobilbereich sollen alle Audits über eine mobile App digitalisiert werden. Alle so erfassten Auditergebnisse werden dann in einer zentralen, audittypübergreifenden Plattform (Cloud Service) abgelegt und für die Weiterbearbeitung bereitgestellt.

Mit der ausgewählten Testumgebung – Plug-and-Work-Labor des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung – wird die Funktionstüchtigkeit der Lösung „mQAA40“ umfassend erprobt. Zusätzlich wird getestet, wie dynamisch sich mQAA40 in eine Industrie-4.0-Umgebung integrieren lässt.

Die Lösung ist zunächst für den Markt der Automobil- und Zuliefererunternehmen entwickelt, die zu bestimmten Qualitätsaudits verpflichtet sind. Die generische Form der Digitalisierungsplattform bietet jedoch umfangreiches Potenzial für weitere Bausteine, wie zum Beispiel individuelle Qualitätsprozesse, Arbeitssicherheit, Unfallverhütung, Umweltschutz oder Maschinenwartungen.

#### Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung, Plug-and-Work-Labor

<b>Projekt</b>	<b>mQuest Audit in Automotive 4.0 (mQAA40)</b>
<b>Koordination</b>	cluetec GmbH Markus Schwarz Emmy-Noether-Straße 17 76131 Karlsruhe Tel.: 0721 83 179 220 E-Mail: m.schwarz@cluetec.de
<b>Projektvolumen</b>	100.003 Euro (davon 50 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	11 Monate im Zeitraum vom 01.07.2019 bis 31.08.2020
<b>Programm</b>	Industrie-4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0 (I4KMU)
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projekträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projekträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Wolfgang Milszus Tel.: 030 67 055 695 E-Mail: wolfgang.milszus@dlr.de

## SPS-EC-M: Steuerung von Maschinen über Kunden-Auftragsinformationen direkt aus SAP

Zur Bearbeitung von Unternehmensprozessen werden in kleinen wie in großen Unternehmen Softwaresysteme, sogenannte ERP-Systeme (Enterprise Resource Planning), eingesetzt. Es gibt circa 400 Anbieter für ERP-Systeme in Deutschland, mit der SAP AG als Marktführer. Die existierenden Lösungen basieren zumeist auf einer reinen Prozessdatenerfassung oder bieten spezielle, beratungsintensive Schnittstellenlösungen an.

Im Gegensatz zum herkömmlichen Ansatz soll in diesem Vorhaben die Kundensicht im Fokus stehen. Es wird eine Lösung entwickelt, die den gesamten Fertigungsprozess – vom Kundenauftrag über die Fertigungsplanung bis zur Maschinensteuerung – aus Sicht des Kunden abbildet. Zusätzlich soll die Lösung einfach und intuitiv anwendbar sein, ohne oder nur mit geringem Beratungs- und Programmieraufwand. Damit soll der Anwenderkreis für Maschinensteuerungen über SAP erhöht werden.

Die entwickelte Lösung wird anhand von Logistik- und Fertigungsprozessen aus dem Automobilbereich evaluiert. Dies erfolgt mit der Modellfabrik am Lehrstuhl für Automatisierung an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg. Die Modellfabrik bietet für die Erprobung der geplanten SAP-Maschinen-Schnittstelle einen geeigneten Maschinenpark sowie eine hohe Expertise im Bereich von Maschinen-Kommunikationsmöglichkeiten. Dabei ist der Standard für den Datenaustausch OPC (Open Platform Communications) als Kommunikationsschnittstelle zwischen SAP und Maschine geplant. Die Nutzung dieses Standards schafft eine gute Basis für eine vertriebliche Skalierbarkeit der Lösung zu einem kostengünstigen, standardisierten SAP-Softwareprodukt.

Die Maschinensteuerung aus SAP wird für Automobil- und Zuliefererunternehmen entwickelt, die SAP einsetzen. Insbesondere sollen hier Serienfertiger mit einem spezialisierten Maschinenpark und einem klar definierten Produktspektrum adressiert werden.

### Projektpartner

- **Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Modellfabrik am Lehrstuhl für Automatisierung**

<b>Projekt</b>	<b>Steuerung von Maschinen über Kunden-Auftragsinformationen direkt aus SAP (SPS-EC-M)</b>
<b>Koordination</b>	status C AG Mathias Semrock Alexanderstraße 7 10178 Berlin Tel.: 0163 70 346 2 E-Mail: mathias.semrock@status-c.com
<b>Projektvolumen</b>	190.981 Euro (davon 50 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	11 Monate im Zeitraum vom 01.07.2019 bis 31.08.2020
<b>Programm</b>	Industrie-4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0 (I4KMU)
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projekträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projekträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Wolfgang Milszus Tel.: 030 67 055 695 E-Mail: wolfgang.milszus@dlr.de

### Digitales Ausbildungssystem als Lerninsel mit integrierter optischer Prüfung und Gamification für dentale Fertigungsprozesse (DIALOG)

Die Herstellung von Prothesenzähnen kann nur für einfache Zahngeometrien und hohe Stückzahlen wirtschaftlich sinnvoll automatisiert werden. Komplexe sowie nicht gängige Zahnformen werden auch heute noch manuell hergestellt. Die manuellen Tätigkeiten bei der Herstellung von Zahnersatz erfordern hohe feinmotorische Geschicklichkeit, das präzise Einschätzen von Materialmengen, genaue Positionierung der jeweiligen Materialien sowie Ausdauer und Schnelligkeit.

Um den drei- bis sechsmonatigen Anlernprozess für diese Tätigkeit zu verbessern, soll ein digitales Ausbildungssystem für die Zahnherstellung entwickelt und exemplarisch umgesetzt werden. Für eine Digitalisierung und Prüfung der Arbeitsschritte wird das System mit integrierten optischen Sensoren ausgestattet. Mit der so entworfenen Lerninsel sollen neuen Mitarbeitern die benötigte Fach- und Methodenkompetenz spielerisch durch Gamification vermittelt werden. Theorie und Praxis werden nach dem persönlichen Bedarf in einem geschützten Umfeld flexibel abgerufen und trainiert. Die Sensorintegration zur 3-D-Digitalisierung der benötigten Materialschichten sowie zur Erfassung der Bewegungsabläufe ermöglicht es, Fehler frühzeitig zu erkennen und Hilfestellung anzubieten.

Zusammen mit der Testumgebung des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA wurde in einem früheren Projekt (MonSiKo) die Idee der Lerninsel entwickelt. Darauf aufbauend wird das IPA das Vorhaben DIALOG mit sensor- und messtechnischem Know-how sowie mit der notwendigen hardwaretechnischen Ausstattung unterstützen.

Durch die Einführung von DIALOG werden vor allem wirtschaftliche Vorteile erwartet, wie zum Beispiel Produktivitätssteigerung, Ausschussreduktion und Steigerung der Produktqualität.

#### Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

<b>Projekt</b>	Digitales Ausbildungssystem als Lerninsel mit integrierter optischer Prüfung und Gamification für dentale Fertigungsprozesse (DIALOG)
<b>Koordination</b>	Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG Vladislav Bobov Spitalgasse 3 79713 Bad Säckingen Tel.: 07761 56 221 3 E-Mail: v.bobov@vita-zahnfabrik.com
<b>Projektvolumen</b>	277.935 Euro (davon 50 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	12 Monate im Zeitraum vom 01.07.2019 bis 31.08.2020
<b>Programm</b>	Industrie-4.0-Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0 (I4KMU)
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Wolfgang Milszus Tel.: 030 67 055 695 E-Mail: wolfgang.milszus@dlr.de

## Projektporträt

# Autonom adaptierende Maschinen im industriellen Umfeld

---

### Motivation

Der Maschinen- und Anlagenbau steht vor der Herausforderung, flexibel und möglichst schnell auf veränderte Umstände in der Produktion zu reagieren. Änderungen der Anforderungen oder der Einsatzbedingungen einer Maschine sollen möglichst vor Ort berücksichtigt werden, um so Ausfallzeiten und Kosten zu minimieren. Änderungen an der Maschine und ihrer Konfiguration erfordern ein Zusammenwirken des Betreibers mit dem Maschinenbauer und bei Bedarf mit dessen Zulieferern, was durch Kommunikations- und Lieferwege Zeit und Aufwand erfordert.

### Ziele und Vorgehen

Im Verbundprojekt ADAM sollen Anpassungsmöglichkeiten entwickelt werden, die diese Aufwände verringern, indem die Maschine selbstständig sinnvolle Änderungen erkennt, vorbereitet und (soweit möglich)

durchführt. Zu solchen Änderungen gehören zum Beispiel die Anpassung der Konfiguration einer Maschine oder der Austausch von Maschinenkomponenten.

### Innovationen und Perspektiven

Dazu werden sogenannte autonome Agenten entwickelt, die als Softwarelösung die Aufgabe haben, die Maschine zu überwachen und bei Änderungen von Anforderungen zu adaptieren. Die Maschine zusammen mit dem autonomen Agenten bildet die autonom adaptierende Maschine. Der Agent kann als IT-System zur Veränderung der Maschine angesehen werden, das sich selbst ebenfalls dynamisch adaptiert. Dazu werden Modelle entwickelt, auf deren Grundlage der autonome Agent Anforderungen an die Maschine ableitet und Optimierungsbedarf feststellt sowie auf Veränderungen der Umgebung, wie Störungen und Fehler, reagiert.



Untersucht werden automatisierte Änderungsszenarien für Anlagen.



Zusätzlich findet ein Monitoring der Aktivitäten des Agenten, der Maschine und ihrer Umgebung statt. Diese ermöglicht es, während der Agent Aktionen durchführt (zum Beispiel die Optimierung der Parameter einer Anlage), diese zu analysieren und zu reflektieren, damit unvorhergesehene Wechselwirkungen zwischen der Maschine und deren Umgebung erkannt werden. Unerwünschte Eigenschaften, die durch autonome Entscheidungen entstehen können, werden somit verhindert.

### Anwendung und Ergebnisse

Für die Verifikation und die Erprobung der Projektergebnisse werden im Vorhaben konkrete Anwendungstests in einer kontrollierten Experimentalumgebung aus der industriellen Antriebstechnik durchgeführt.

### Projektpartner

- **Hamburger Informatik Technologie-Center e.V.**
- **encoway GmbH**

<b>Projekt</b>	<b>Autonom adaptierende Maschinen (ADAM)</b>
<b>Koordination</b>	Universität Hamburg Fachbereich Informatik Prof. Dr. Matthias Riebisch Vogt-Kölln-Straße 30 22527 Hamburg Tel.: 040 42 883 242 7 E-Mail: riebisch@informatik.uni-hamburg.de
<b>Projektvolumen</b>	1,24 Mio. Euro (davon 77 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2019 bis 31.05.2022
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Dr. Sören Testorp Tel.: 030 67 055 802 0 E-Mail: Soeren.Testorp@dlr.de

## Projektporträt

# Maschinelle Lernverfahren zur Unterstützung komplexer Produktentstehungsprozesse

### Motivation

Im Produktentstehungsprozesses fallen bei der Durchführung einer komplexen Entwicklungsaufgabe auf unterschiedlichsten IT-Systemen verschiedenste Daten an. Moderne Methoden des maschinellen Lernens (ML) sind in der Lage, aus diesen Daten komplexe Muster zu abstrahieren. Diese Muster können dann in andere Systeme und Entscheidungsprozesse einfließen und von Experten als Assistenz genutzt werden. Dabei muss insbesondere die Nachvollziehbarkeit und Robustheit der Vorschläge des Systems gewährleistet sein, damit eine breite Akzeptanz bei den Experten erreicht werden kann.

### Ziele und Vorgehen

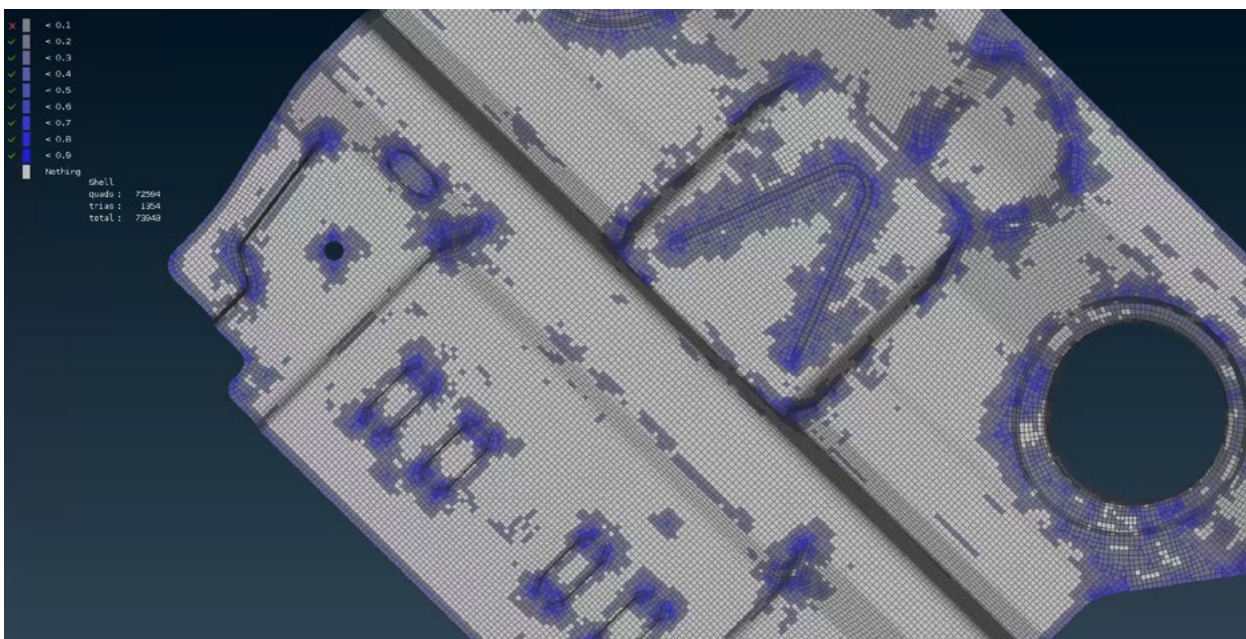
Ziel des Verbundprojekts AIAx ist es, die bestehenden ML-Verfahren in den Bereichen Nachvollziehbarkeit und Robustheit weiterzuentwickeln und für Anwendungen entlang des Produktentstehungsprozesses von der rechnergestützten Konstruktion CAD (Computer-Aided Design) bis zur rechnergestützten Berechnung CAE (Computer-Aided Engineering) durchgängig nutzbar zu machen.

### Innovationen und Perspektiven

Um die breite Anwendbarkeit der ML-Verfahren sicherzustellen, wird im Projekt ein Handlungsleitfaden erarbeitet, der die strukturierte Einführung von ML-Verfahren in der Industrie unterstützt. Die Methoden sollen auf Anwendungen in zwei Schlüsselbranchen (Automobil und Elektronik) des Produktentstehungsprozesses übertragen und anschließend validiert werden.

### Anwendung und Ergebnisse

Die Weiterentwicklung von bestehenden ML-Verfahren für individuelle Assistenzsysteme im CAD und hoch automatisierte Analysen im CAE können die Produktentwicklung beschleunigen und die Experten bei Routinetätigkeiten entlasten. Die hier zu entwickelnden Handlungsleitfäden lassen sich gut auf weitere Anwendungsbereiche übertragen und fördern zudem die Kompetenzentwicklung von Fachkräften im Bereich des maschinellen Lernens.



Die automatisierte Klassifikation von korrekturbedürftigen Finite-Element-Netzelementen unterstützt die Produktentstehung.

### Projektpartner

- Technische Universität Berlin, Institut für Softwaretechnik und Theoretische Informatik
- Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Produktionstechnik (wbk)
- Endress + Hauser SE + Co. KG
- USU Software AG
- DYNAmore GmbH

<b>Projekt</b>	<b>Machine Learning-driven Engineering – CAx goes AIAx (AIAx)</b>
<b>Koordination</b>	Mercedes-Benz AG Konzernforschung, RD/RTS, 059 – H515 Dr.-Ing. Steven Peters 71065 Sindelfingen Tel.: 0176 30 938 644 E-Mail: steven.peters@daimler.com
<b>Projektvolumen</b>	2,69 Mio. Euro (davon 68 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.08.2018 bis 31.07.2021
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Tai Ding Tel.: 030 67 055 756 E-Mail: Tai.Ding@dlr.de

## Projektporträt

# Lebenslanges Lernen im Bereich Produktions-, Transport- und Logistikautomation

### Motivation

Der steigende Bedarf an individuellen Gütern und Produkten erfordert einen stetigen Wandel von Produktionsprozessen. Serienfertigungen werden ergänzt durch Kleinstserien und personalisierte Einzelfertigung. Verbunden mit dem stark wachsenden Internethandel steigen auch die Herausforderungen an Transport und Logistik. Immer mehr unterschiedliche Waren und Güter müssen produziert, gelagert und transportiert werden. Ein schneller, zuverlässiger und vor allem sicherer Ablauf in den Produktions- und Lieferketten erfordert einen immer höheren Automatisierungsgrad in den Prozessen. In modernen Industrieanlagen werden daher intelligente Sensoren und Sensorsysteme eingesetzt. So werden bereits heute gigantische Mengen an Daten verschiedenster Art generiert. Auf Basis der Auswertung dieser hochkomplexen Daten werden die Entscheidungen für aktuelle und zukünftige Prozesse getroffen.

### Ziele und Vorgehen

In der Produktions-, Transport- und Logistikautomation ist die Auswertung der anfallenden Prozessdaten mit Methoden des maschinellen Lernens ein neues Betätigungsfeld.

Gleichzeitig existieren Prozessabläufe, bei denen die aktuell genutzten Verfahren und Algorithmen aufgrund der schiereren Masse, der sehr unterschiedlichen Art an verfügbaren Prozessdaten und der sich über die Zeit ändernden Prozessdaten an ihre Grenzen stoßen. Darüber hinaus fließen Entscheidungen von Facharbeitern, die nach automatischen Schritten manuell in Prozesse eingreifen, nicht in die vorangegangenen automatischen Schritte zurück, sodass kein nachhaltiger Lern- und Optimierungsprozess im laufenden Betrieb erfolgt.

Das Projekt Deep-PTL verfolgt daher das Ziel, neue Methoden des maschinellen Lernens zur automatischen Analyse und Auswertung der großen Menge an verfügbaren Daten zu schaffen. Im Fokus steht dabei insbesondere die Entwicklung der Methode des tiefen Lernens (Deep Learning), um bisher manuelle Abläufe zu automatisieren und bereits automatisierte Abläufe zuverlässiger, effizienter und auch flexibler zu gestalten.

### Innovationen und Perspektiven

Der direkte Nutzen der neu erarbeiteten Methoden wird darüber hinaus für drei typische industrielle Anwendungsfälle aus den Bereichen Produktion, Transport und



On-Board-Sensoren sichern die Umgebung ab.

Logistik anhand von realen Demonstratoren gezeigt. Die Technische Fakultät Autonome Intelligente Systeme sowie die Professur für Mustererkennung und Bildverarbeitung der Universität Freiburg übernehmen im Projekt die Grundlagenforschung zur Erarbeitung neuer Methoden des maschinellen Lernens. Gemeinsam mit den Industriepartnern SICK und STILL werden anschließend die Grundlagenmethoden auf reale industrielle Anwendungsfälle aus den Bereichen Produktion, Transport und Logistik übertragen.

### Anwendung und Ergebnisse

Neben der unmittelbaren wissenschaftlichen Verwertung der Ergebnisse sollen die neu entwickelten Methoden in neue Produkte einfließen sowie neue Geschäftsmodelle zur Nutzung von Methoden des maschinellen Lernens in der Industrieautomation erarbeitet werden.

### Projektpartner

- Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Informatik
- STILL GmbH

<b>Projekt</b>	<b>Entwicklung neuer Verfahren zum lebenslangen Lernen mit flexiblen Datenmodalitäten für die Produktions-, Transport- und Logistikautomation (Deep-PTL)</b>
<b>Koordination</b>	SICK AG Dr. Roland Krzikalla Mercurring 20 22143 Hamburg Tel.: 040 61 168 021 3 E-Mail: roland.krzikalla@sick.de
<b>Projektvolumen</b>	3,29 Mio. Euro (davon 66 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.09.2018 bis 31.08.2021
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Alexander von Schmidt Tel.: 030 67 055 753 E-Mail: Alexander.vonSchmidt@dlr.de

## Projektporträt

# Maschinelles Lernen für den Karosseriebau

### Motivation

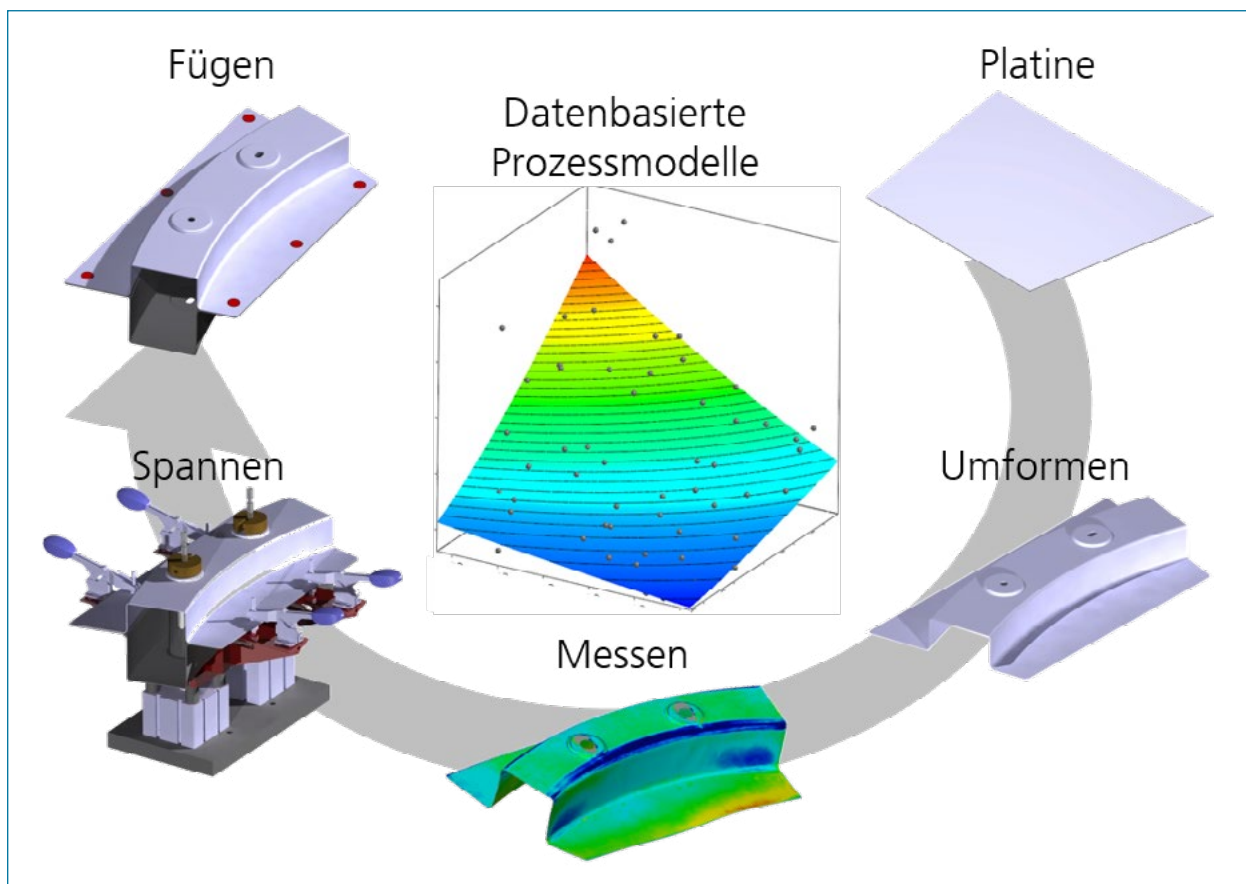
Die Verkürzung von Entwicklungszeiten sichert die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Automobilbauer im globalen Weltmarkt. Gleichzeitig steigen aber durch den wachsenden Einsatz von Mischbaukonzepten im Karosseriebau, zum Beispiel durch die Kombination von Stahl- und Aluminiumblechen, die Komplexität in der Produktion und die Qualitätsanforderungen.

Angefangen bei der Prozessentwicklung über die Produktionsanlaufphase bis hin zur Serienproduktion wird durch die zunehmende Digitalisierung bereits heute eine Vielzahl von Daten generiert. Bisher werden diese Daten im Kontext der gesamten Prozesskette aber nicht systematisch analysiert und daher nur im geringen Maße wertschöpfend genutzt.

### Ziele und Vorgehen

Im Vorhaben ML@KaroProd sollen Verfahren des maschinellen Lernens genutzt und weiterentwickelt werden, um den Einfluss unscharfer beziehungsweise nicht direkt messbarer Größen auf den jeweiligen Einzel- wie auch auf den Gesamtprozess nachzuvollziehen und zu bewerten.

Im Mittelpunkt stehen dabei sowohl die Modellentwicklung als auch die Anwendung des maschinellen Lernens zur Beschleunigung der Fertigungsplanung und des Serienanlaufs bei der Karosseriefertigung. Für die Entwicklung von Prognosemodellen zur Prozessoptimierung beziehungsweise zur Qualitätssicherung in der Produktion sollen die in den Phasen vor und zu Beginn der Serienfertigung generierten Ein- und



Datenbasierte Prozesskettenoptimierung wird im automobilen Karosseriebau eingesetzt.

Ausgabedaten genutzt werden. Neben den prozess- beziehungsweise bauteilbezogenen Kenngrößen soll zudem das fertigungstechnische Expertenwissen bei der Modellentwicklung berücksichtigt werden. Hierdurch sollen die Entwicklungszyklen von Karosseriebaugruppen deutlich beschleunigt und die Produktivität durch die Reduzierung von Ausfallzeiten und Produktionsausschuss gesteigert werden.

### Innovationen und Perspektiven

Das Fraunhofer IWU übernimmt im Projekt die Generierung einer anwendungsrelevanten Datenbasis, die SCALE GmbH das Datenmanagement sowie die numerisch unterstützte Methodenplanung und die TU Chemnitz die Entwicklung und Anwendung geeigneter Methoden des maschinellen Lernens. Die AUDI AG unterstützt das Vorhaben assoziiert mit Daten aus der Qualitätssicherung der Serienproduktion. Die Verwertung der Vorhabenergebnisse erfolgt in wissenschaftlicher Hinsicht durch die Forschungspartner im Rahmen von Veröffentlichungen, die wirtschaftliche Verwertung erfolgt durch das beteiligte Unternehmen SCALE GmbH als Softwarelieferant für die Automobilbranche.

### Projektpartner

- SCALE GmbH
- Technische Universität Chemnitz, Professur Künstliche Intelligenz
- AUDI AG

<b>Projekt</b>	<b>Maschinelles Lernen zur Prognose von Prozessparametern und Bauteilqualität in der automatisierten Karosserieproduktion (ML@KaroProd)</b>
<b>Koordination</b>	Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU Sebastian Kriechenbauer Nöthnitzer Straße 44 01187 Dresden Tel.: 0351 47 722 338 E-Mail: sebastian.kriechenbauer@iwu.fraunhofer.de
<b>Projektvolumen</b>	1,16 Mio. Euro (davon 85 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.12.2018 bis 30.11.2021
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projekträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Holger Konle Tel.: 030 67 055 766 E-Mail: holger.konle@dlr.de

## Projektporträt

# Die kontinuierlich wandelbare Produktion in der Industrie 4.0

### Motivation

Die mit der vierten industriellen Revolution einhergehende durchgängige Digitalisierung der Produktion bietet zahlreiche Chancen für produzierende Unternehmen, auf die sich verändernden Märkte zu reagieren und Fertigungsprozesse wandelbarer zu gestalten, um so die eigene Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Speziell für KMU ist es eine große Herausforderung, die dazu notwendige Software und Standards selbst zu implementieren. Die Open-Source-BaSys-4.0-Middleware ist ein Baukasten, der es ermöglicht, Digitalisierung in Industrie-4.0-Projekte zeitnah und flexibel umzusetzen. BaSys 4.0 basiert auf dem technischen Ansatz von Verwaltungsschalen für Objekte. Die Verwaltungsschalen enthalten semantische Beschreibungen und Modelle für zum Beispiel Maschinen, Automatisierungs- und Softwarekomponenten, Werkstücke oder Fertigungsprozesse. BaSys 4.0 unterstützt Industrie-4.0-Kommunikationsprotokolle und Standards wie zum Beispiel die RAMI-4.0-Referenzarchitektur, http-REST und OPC UA.

### Ziele und Vorgehen

Im weiterführenden Projekt BaSys 4.2 stehen das kontinuierliche Engineering von Fertigungsprozessen, insbesondere der Prozessindustrie, die Echtzeitfähigkeit und Sicherheitsaspekte im Fokus der Untersuchungen und Softwareentwicklungen. Die Ergebnisse fließen in die nächsten Updates der BaSys-Middleware ein. Der technische Ansatz besteht in der softwareseitigen Unterstützung des Edge Computing, das heißt leistungsstarker vernetzter Hardware und Datenvorverarbeitung in Maschinennähe in Echtzeit ohne Performance-Verluste in der Cloud. Das ist wichtig für Steuerungsprozesse. Um Verwaltungsschalen effektiv zu „bauen“, soll die Technik und Methodik der modellbasierten Fähigkeitsbeschreibung der oben genannten Komponenten angewandt werden. Der modellgetriebene Ansatz ist darüber hinaus vorteilhaft hinsichtlich der Verständlichkeit des Beschreibungskonzepts zur Entwicklung von Verwaltungsschalen für neue Komponenten, der Entwicklungsgeschwindigkeit und auch der angestrebten Funktionssicherheit.



Die BaSys-Middleware ermöglicht die flexible Fertigung von kundenindividuellen Produkten mittels der durchgängigen Digitalisierung des Produktionsprozesses.



### Innovationen und Perspektiven

Von der BaSys-Middleware profitieren Komponentenhersteller und Systemintegratoren, Anbieter softwarenaher Dienstleistungen sowie KMU bei der Digitalisierung ihrer Produktionsprozesse.

### Projektpartner

- ABB AG – Forschungszentrum Deutschland
- Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter Haftung
- Bosch Rexroth AG
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH FB COS
- Eclipse Foundation Europe GmbH
- Festo SE & Co. KG & Co. KG
- KUKA Deutschland GmbH
- SMS group GmbH
- SYSGO AG
- ZF Friedrichshafen AG
- ITQ GmbH
- PSI Automotive & Industry GmbH
- fortiss GmbH
- RWTH Aachen University, Lehrstuhl für Prozessleittechnik
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH FB IFS
- eCl@ss e. V.
- EngRoTec Saar GmbH
- Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB
- ifak – Institut für Automation und Kommunikation e. V.
- Lenze SE

<b>Projekt</b>	<b>Basissystem Industrie 4.2 (BaSys 4.2)</b>
<b>Koordination</b>	Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE Prof. Dr. Peter Liggesmeyer Fraunhofer-Platz 1 67663 Kaiserslautern Tel.: 0631 68 001 101 E-Mail: peter.liggesmeyer@iese.fraunhofer.de
<b>Projektvolumen</b>	18,64 Mio. Euro (davon 62 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.07.2019 bis 30.06.2022
<b>Internet</b>	basys40.de
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Dirk Günther Tel.: 030 67 055 745 E-Mail: dirk.guenther@dlr.de

**Projektporträt**

**Mit BaSys 4.0 zu einer dienstleistungsbasierten Produktion**

**Motivation**

Die Digitalisierung von Fertigungsprozessen birgt für KMU erhebliches Potenzial für optimierte Produktionsplanungen und damit einhergehende Wettbewerbsvorteile. Einen wesentlichen Beitrag hierzu liefern verbesserte Auftragsbewertungen von Kundenanfragen durch das Auftragsmanagement. Erfolgen diese schnell und zuverlässig, erhöht das die Flexibilität eines KMU und ermöglicht es ihm, zeitnah dringende und kurzfristige Kundenanfragen zu erfüllen. Gerade für Lohnfertiger, die von Aufträgen mit kleinen und mittleren Stückzahlen leben, ist dies eine zentrale Fähigkeit, um im Wettbewerb bestehen zu können.

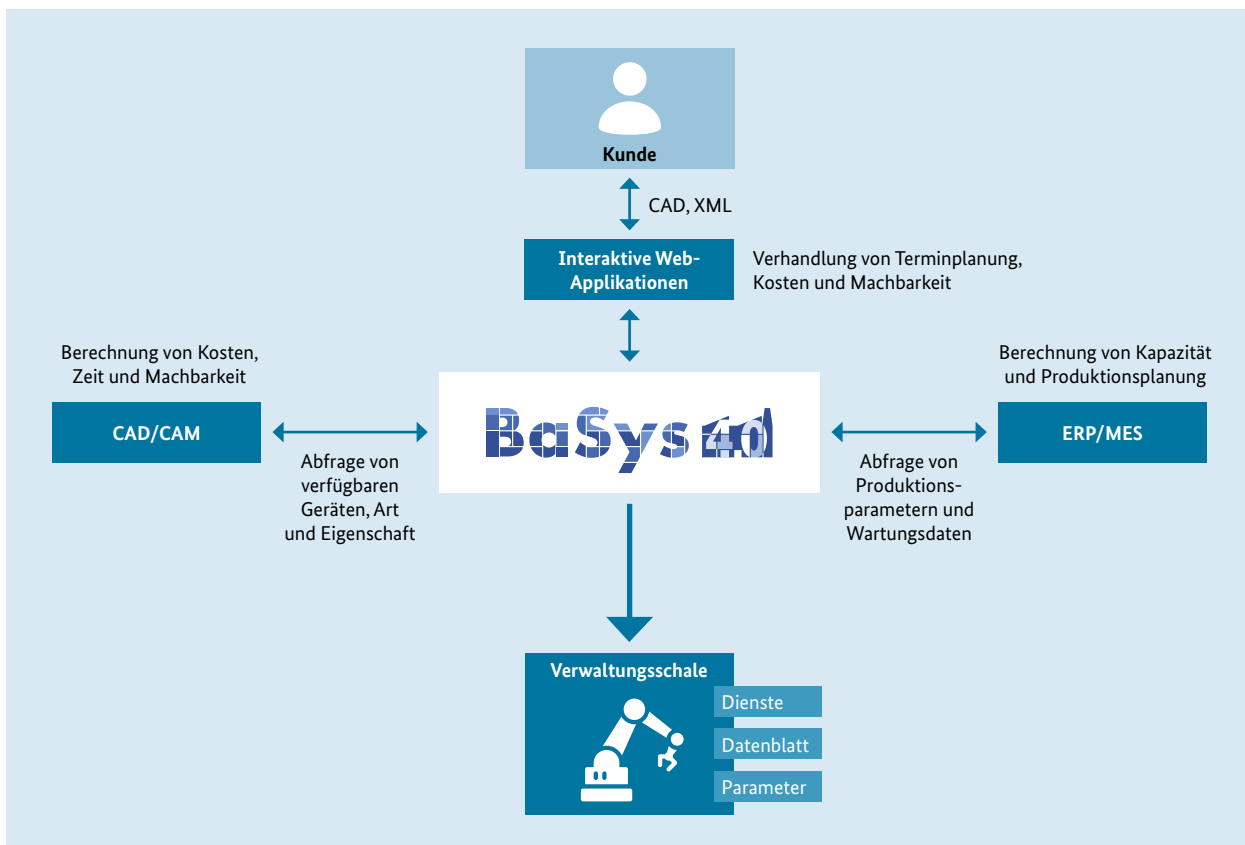
**Ziele und Vorgehen**

Ziel des Vorhabens BaSyPaaS ist es, die Bewertung von Aufträgen zu automatisieren, was bislang nur

manuell und mit großem Abstimmungsaufwand zwischen verschiedenen Abteilungen geschieht. Im Projekt wird dazu auf der Grundlage des Software-Basissystems BaSys 4.0 ein Webportal realisiert. Damit soll auch die Produktionsplanung optimiert sowie die Bearbeitung von Kundenaufträgen weitgehend automatisiert werden.

**Innovationen und Perspektiven**

Grundlage hierfür bildet die Verwaltungsschale, eine Schnittstelle zwischen Industrie-4.0-Komponenten in der Produktion und der Industrie-4.0-Welt, die die verfügbaren Produktionsressourcen bereitstellt. Kundenanfragen können so schneller bearbeitet werden. Zur Integration der Produktionsanlagen und zur Vernetzung mit einem ERP-System wird die Open-Source-BaSys-Middleware „BaSys“ verwendet. Somit werden



BaSys 4.0 fungiert als integrative Komponente im Anfrageprozess (Konzept-Darstellung)

sowohl die technische als auch die ressourcenbasierte Machbarkeit realisiert.

### Anwendung und Ergebnisse

Die teilnehmenden KMU wollen auf Basis der zu erwartenden Projektergebnisse ihre eigene Produktion flexibilisieren sowie ihr Geschäftsmodell strategisch transformieren. Indem sie das eigene Softwareprodukt- und Lösungsportfolio weiterentwickeln, wollen sie weitere zukunftsrelevante Anwendungsdomänen erschließen und damit auch ihr Kundenspektrum erweitern. Die Forschungspartner werden die Projektergebnisse nutzen, um das Software-Basissystem BaSys 4.0 weiterzuentwickeln und als allgemeingültigen Standard für Industrie-4.0-Anwendungen breiter nutzbar zu machen und zu etablieren.

### Projektpartner

- **Ellenberger GmbH & Co. KG**
- **Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE**
- **Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH**

<b>Projekt</b>	<b>Realisierung einer dienstleistungsbasierten Produktion – mit BaSys 4.0 zu Production as a Service (BaSyPaaS)</b>
<b>Koordination</b>	ODION GmbH Malte Jacobi Altenkesseler Straße 17 66115 Saarbrücken Tel.: 0681 96 594 732 E-Mail: mj@odion.com
<b>Projektvolumen</b>	1,03 Mio. Euro (davon 64 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2019 bis 31.05.2022
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften/ Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Dr. Andrea Seifert Tel.: 030 67 055 746 E-Mail: andrea.seifert@dlr.de

## Projektporträt

# Unterstützung einer durchgängigen Datennutzung im Produkt-Lebenszyklus-Management

### Motivation

Im Bereich der Produktentwicklung haben sich sogenannte Product-Lifecycle-Management-Systeme (PLM-Systeme) etabliert, die den gesamten Produktlebenszyklus betrachten, von der Planung bis zur Entsorgung. Die PLM-Systeme unterstützen dabei die ganzheitliche Verwaltung aller Daten und Informationen, die bei der Entwicklung neuer oder der Aktualisierung bestehender Produkte bearbeitet und verteilt werden. Dementsprechend enthält ein PLM-System unterschiedlichste Daten wie zum Beispiel Stücklisten, CAD- und Simulationsmodelle, aber auch Kundenwünsche, Termine für Wartungsintervalle oder Vorgaben für Recycling-Prozesse.

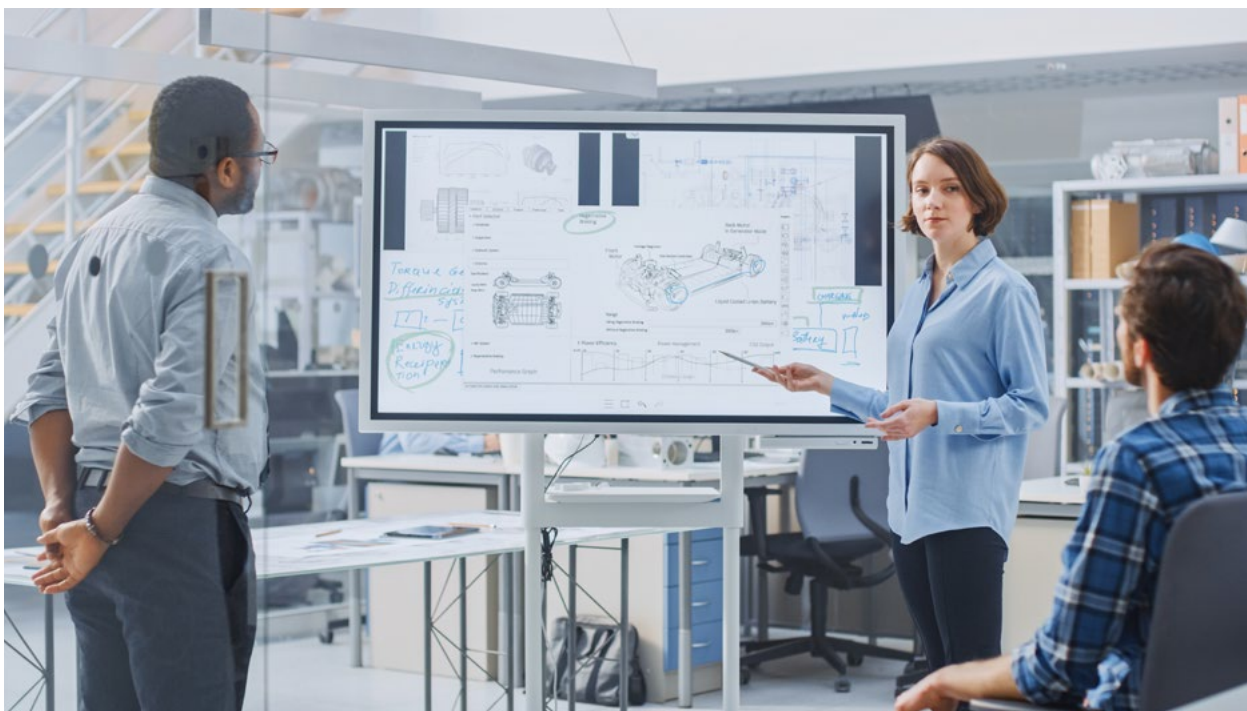
### Ziele und Vorgehen

Ein Großteil dieser Daten fällt während der Produktentwicklung an und kann in der anschließenden Produktion durch die BaSys-4.0-Middleware weiterverwendet werden. Die BaSys-4.0-Middleware

nutzt diese Daten zur Steuerung und Anpassung der Produktionsprozesse. Umgekehrt können Produktionsdaten, die von der BaSys-4.0-Middleware erfasst werden, in ein PLM-System übertragen werden. Dadurch können die Produktionsdaten mit Daten des gesamten Produktlebenszyklus verknüpft und beispielsweise zur kontinuierlichen Produktverbesserung verwendet werden.

### Innovationen und Perspektiven

Um einen Datenaustausch zwischen beiden IT-Systemen zu ermöglichen, wird in BaSysPLM eine Software-schnittstelle zur Anbindung eines PLM-Systems an die BaSys-4.0-Middleware entwickelt. Diese ist bisher nicht verfügbar. Mithilfe eines Demonstrators wird die Funktionsfähigkeit der BaSysPLM-Schnittstelle zusammen mit potenziellen späteren Anwendern evaluiert. Anschließend lässt sich mit dem Demonstrator der Nutzen einer BaSysPLM-Kopplung für weitere interessierte Unternehmen veranschaulichen.



Unterschiedliche Daten können verknüpft und zur Produktverbesserung verwendet werden.

### Anwendung und Ergebnisse

Die generische und frei verfügbare BaSysPLM-Schnittstelle erweitert den Anwendungsbereich und Nutzen der BaSys-4.0-Middleware, indem dann auch Entwicklungsdaten direkt für die Produktion herangezogen werden können. Die Schritte zwischen Entwicklungs- und Fertigungsstückliste oder der Umweg über ein MES-System können somit für viele Anwendungsfälle entfallen (MES – Manufacturing Execution System beziehungsweise Produktionsmanagementsystem).

### Projektpartner

- **Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE**

<b>Projekt</b>	<b>BaSys-4.0-integriertes Product Lifecycle Management (BaSysPLM)</b>
<b>Koordination</b>	CONTACT Software GmbH Dr.-Ing. Patrick Müller Wiener Straße 1–3 28359 Bremen Tel.: 0421 20 153 0 E-Mail: patrick.mueller@contact-software.com
<b>Projektvolumen</b>	0,69 Mio. Euro (davon 66 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2019 bis 31.05.2021
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Dirk Günther Tel.: 030 67 055 745 E-Mail: dirk.guenther@dlr.de

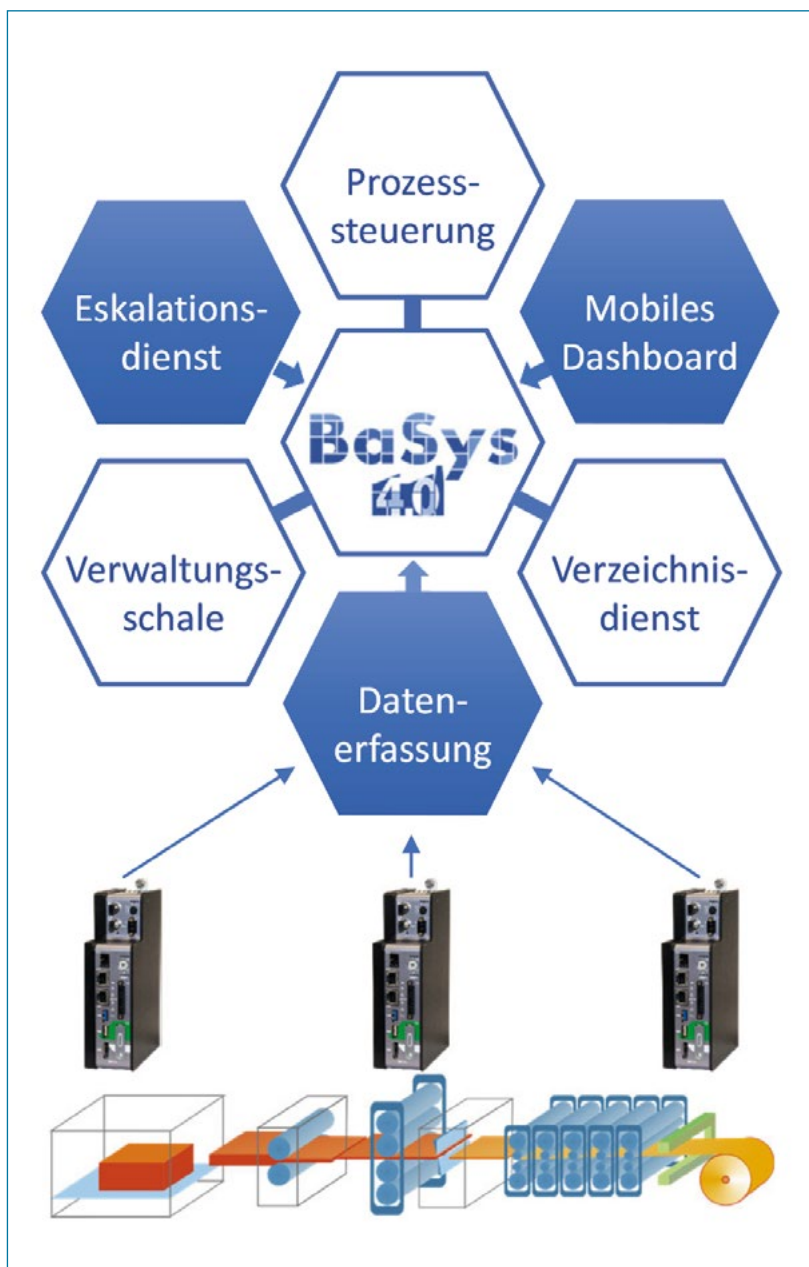
## Projektporträt

# Effiziente Erfassung und Nutzung von Betriebsdaten durch Verwaltungsschalen

### Motivation

Die Erfassung, Verarbeitung und Nutzung technischer Betriebsdaten (Prozess- und Maschinendaten) in heutigen Industrie-4.0-Projekten erfolgt vielfach nicht durchgängig. Weiterhin ist sehr viel Wissen

über den technischen Prozess, die Anlage sowie betriebswirtschaftliche Konsequenzen bei Veränderungen notwendig, zum anderen aber auch über die technischen Methoden der Datenerfassung und -analyse.



Die neu zu entwickelnden Komponenten (blau) werden in das BaSys-Projekt (weiß) integriert.

### Ziele und Vorgehen

Ein Ansatz zur Vereinfachung ist die Verwaltung der einzelnen Hard- und Softwarekomponenten (zum Beispiel Automatisierungskomponenten) und Prozessmodelle in sogenannten „Verwaltungsschalen“ (VWS) mit standardisierten Schnittstellen. Mittels der Verwaltungsschalen ist eine durchgängige Datennutzung möglich. Das bietet Vorteile hinsichtlich der Interoperabilität und Flexibilität etwa bei Prozessänderungen, Umkonfigurationen oder Anlagenerweiterungen, insbesondere in Verbindung mit großen Datenmengen.

### Innovationen und Perspektiven

Mit der im Projekt zu entwickelnden Lösung werden die Betriebsdaten von lokalen Embedded Systems erfasst und vorverarbeitet sowie über einen Datenbereitstellungsdienst übermittelt. Auf der Grundlage der von BaSys 4.0 zur Verfügung gestellten Technologie und Referenzimplementierung und vor allem Software (Infrastruktur-Basisdienste, in der Abbildung helle Sechsecke) sollen in diesem Projekt weitere zu BaSys 4.0 kompatible Softwarekomponenten entwickelt werden. Dies sind ein Datenerfassungs- und Eskalationsdienst sowie ein frei konfigurierbares, mobiles Dashboard als App für

Mobilgeräte. Über das Dashboard lassen sich die Daten und Kennwerte visualisieren und überwachen sowie Eskalations- und Alarmierungsregeln für den Fall technischer Störungen der Produktionsanlage verwalten.

### Anwendung und Ergebnisse

Der technologische Ansatz wird im Rahmen des Projekts an einem Demonstrator mit Daten der metallverarbeitenden Industrie getestet und validiert. In dieser Branche soll auch die Pilotierung erfolgen. Der Anwender hat den unmittelbaren Vorteil, dass alle notwendigen Dienste und Methoden zentral konfiguriert werden und durchgängig zur Verfügung stehen. Durch die Verwendung der auf der BaSys-4.0-Technologie basierenden Referenzimplementierung ist diese Lösung einfach an die Erfordernisse anderer Anwendungsfälle anpassbar und damit besonders für KMU geeignet. Außerdem lassen sich durch den modularen, dienstorientierten Aufbau ältere Bestandssysteme leicht nachrüsten.

### Projektpartner

- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH
- Eyeled GmbH

<b>Projekt</b>	<b>Effiziente Betriebsdatenerfassung und -nutzung durch Verwaltungsschalen für das Basissystem Industrie 4.0 (BaSys-BDE-VWS)</b>
<b>Koordination</b>	iba AG Dr.-Ing. Andreas Quick Königswarterstraße 44 90762 Fürth Tel.: 0911 97 282 45 E-Mail: andreas.quick@iba-ag.com
<b>Projektvolumen</b>	0,83 Mio. Euro (davon 65 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2019 bis 31.05.2021
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Dirk Günther Tel.: 030 67 055 745 E-Mail: dirk.guenther@dlr.de

## Projektporträt

# Anbindung und Visualisierung von Produktions- und Geschäftsprozessdaten

### Motivation

Der Trend zu immer kleineren, flexibel gefertigten Losgrößen steht der Notwendigkeit zur wirtschaftlichen Nutzung von Maschinen entgegen. Besonders KMU verfügen oft nicht über digitalisierte Prozesse und damit nicht über die erforderlichen Informationen zu Kosten und Produktqualität, um ihre Prozesse mit kleinen Stückzahlen effizient zu betreiben. Durch die Digitalisierung von Fertigungsprozessen werden ganzheitliche Live-Abbilder der Prozesse verfügbar, mit deren Hilfe auftretende Probleme schneller erkannt und beseitigt werden können. Zentrale Herausforderung ist dabei die Datenerfassung bestehender, insbesondere älterer Anlagen und die Auswertung der Daten für die jeweiligen Zwecke.

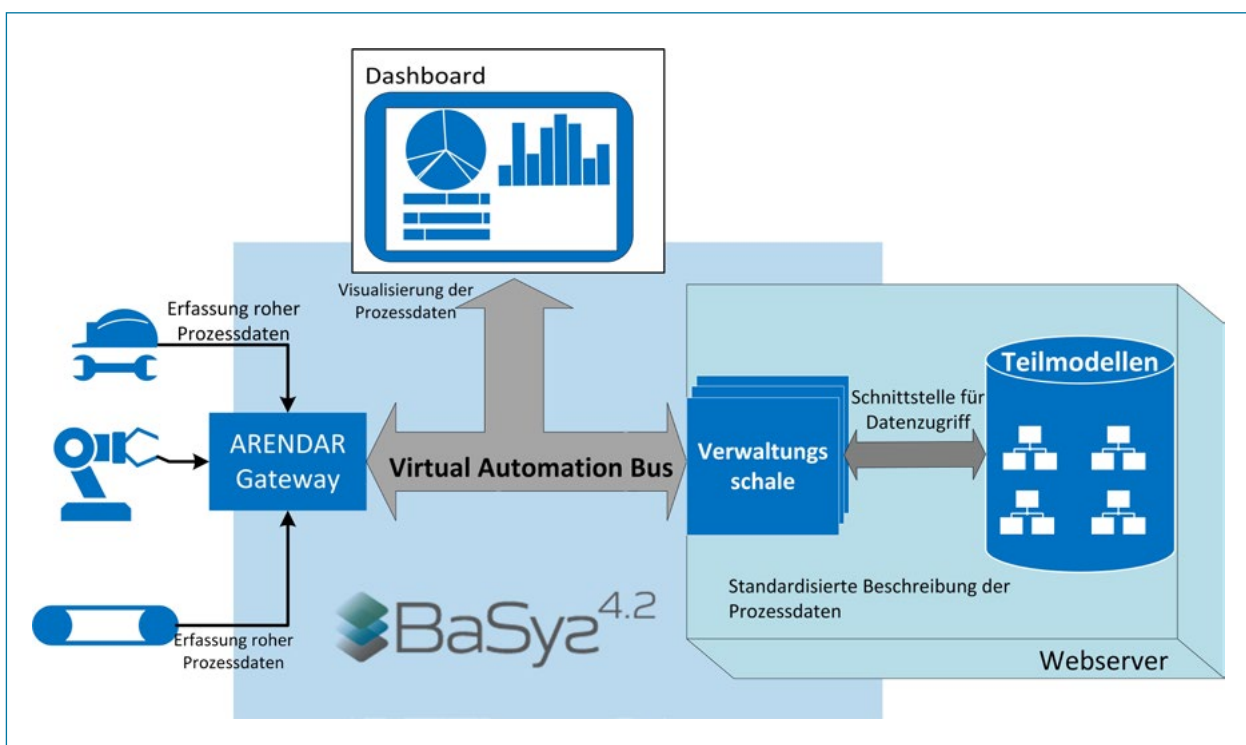
### Ziele und Vorgehen

Ziel dieses Projekts ist die durchgängige Digitalisierung der Produktion mithilfe der BaSys-4.0-Middleware, um die Effizienz der Produktion für KMU

signifikant zu erhöhen. Das vom Projektkoordinator Arend entwickelte IoT-Gateway ARENDAR ermöglicht die Kommunikation und die Erfassung der Daten in Teilmodellen von Verwaltungsschalen zwischen älteren Geräten und BaSys-4.0-Middleware. BaSys-4.0-Middleware ermöglicht eine vertikale Integration von den IT-Systemen zu den Feldgeräten. Die Lösung versetzt in die Lage, direkt auf die verteilten Produktionsdaten zuzugreifen. Die Produktionszustände werden zentral über ein Dashboard visualisiert.

### Innovationen und Perspektiven

Als Anwendungsfälle werden die Anbindung und Visualisierung von Maschinendaten auf Ebene der Produktion und aller damit zusammenhängenden Geschäftsprozesse betrachtet. Dabei geht es darum, die Geräte mit dem ARENDAR IoT-Gateway zur Erfassung der Prozessdaten anzubinden und zu vernetzen sowie die Produktionssysteme durch die BaSys-4.0-Middleware zu integrieren und die Daten zum



Die durchgängige Digitalisierung der Produktionssysteme erhöht die Effizienz der Fertigung in KMU.



Produktionsmanagement zentral zu visualisieren. Zudem soll das BaSys-Ökosystem in der konkreten Anwendung bewertet sowie Möglichkeiten zur Verbesserung und Erweiterung aufgezeigt werden.

### Anwendung und Ergebnisse

Die beteiligten Projektpartner realisieren die wirtschaftliche Verwertung der Ergebnisse durch Effizienzsteigerung der eigenen Produktion (Einspareffekte) oder durch Beratungs- und Supportleistungen. Die Anbindung zwischen dem ARENDAR Gateway und der BaSys-4.0-Middleware wird zusätzlich auf dem offenen, modularen Industrie-PC Revolution Pi umgesetzt und als Open-Source-Lösung bereitgestellt. Daraus entsteht eine wiederverwendbare Lösung, von der auch andere KMU mit ähnlichen Problemstellungen profitieren.

### Projektpartner

- Lohmann Druck GmbH
- WICO Textilbeschichtung und Kaschierung GmbH
- Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH

<b>Projekt</b>	<b>Digitalisierung von Bestandsanlagen zur Visualisierung von Daten des Produktionsprozesses und des Wertstroms unter Nutzung der BaSys-4.0-Middleware (DigiPro4BaSys)</b>
<b>Koordination</b>	Arend Prozessautomation GmbH Dr.-Ing. Tina Hardt Am Kleinen Rotenberg 21 54516 Wittlich Tel.: 06571 95 579 295 E-Mail: tina.hardt@arend-automation.de
<b>Projektvolumen</b>	1,09 Mio. Euro (davon 65 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2019 bis 31.05.2021
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projekträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Alexander von Schmidt Tel.: 030 67 055 753 E-Mail: alexander.vonschmidt@dlr.de

## Projektporträt

# Verteilte digitale Zwillinge zur Simulation komplexer Produktionsprozesse

### Motivation

Zur Planung und Realisierung von hochflexiblen, cyber-physischen Produktionssystemen (CPPS) werden digitale Zwillinge, also digitale Repräsentanzen dieser Systeme beziehungsweise aller relevanten Anlagenkomponenten, benötigt.

### Ziele und Vorgehen

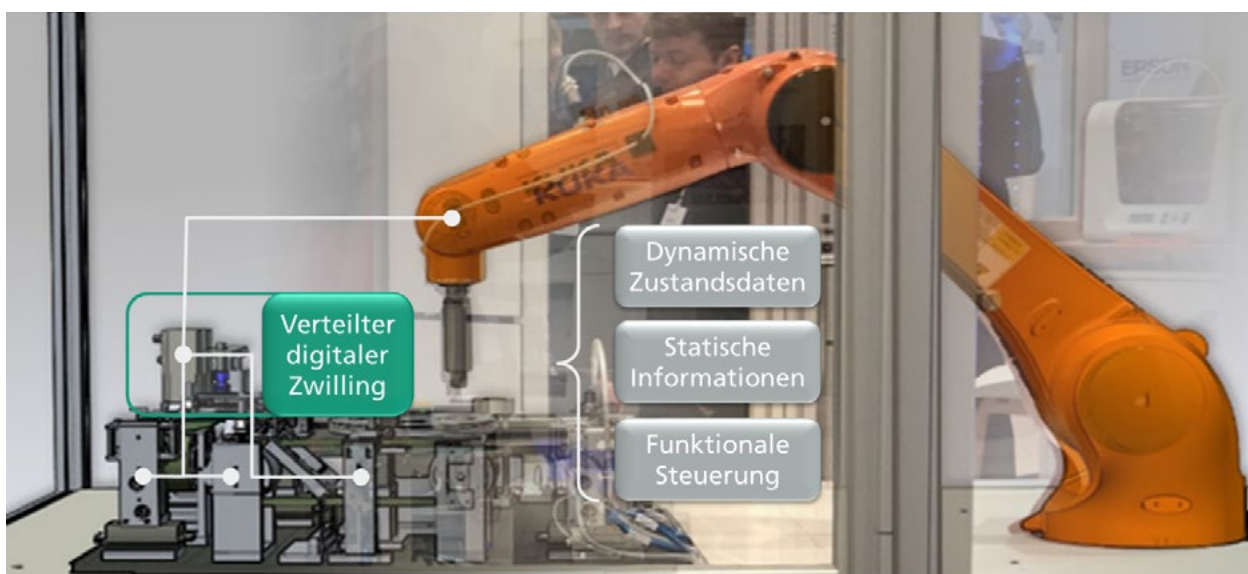
Das Projekt DAVID zielt darauf ab, bestehende Konzepte digitaler Zwillinge nun für verteilte Modelle auf Komponentenebene anzuwenden. Diese sollen, kombiniert mit Technologien der Multiagentensysteme (MAS), zu komplexen Produktionsanlagen integriert werden. Bei einem MAS handelt es sich um ein System aus mehreren gleichartigen oder unterschiedlich spezialisierten handelnden Einheiten, die kollektiv ein Problem lösen und meist auch Software-Agenten genannt werden. Dazu wird ein neues integrierbares Format für den Datenaustausch zwischen den Teilmodellen des verteilten digitalen Zwillings (VDZ) konzipiert und prototypisch aufgezeigt, wie diese Datenstrukturen zu Anlagenmodellen integriert werden können. Vor allem soll das neue Datenformat die herstellerunabhängige Vernetzung und Kooperation von Komponenten ermöglichen.

### Innovationen und Perspektiven

Mithilfe des VDZ kann der aktuelle Zustand einer Komponente innerhalb der Anlage dynamisch dargestellt werden. Er umfasst neben der Informationshaltung (zum Beispiel Dokumente oder Messdaten) auch eine funktionale Steuerung. Diese kann von außen durch eine übergeordnete Leitsteuerung angesprochen werden und unterstützt die Ansätze von Multiagentensystemen. Das Konzept berücksichtigt sowohl die autonomen als auch die kooperativen Fähigkeiten des digitalen Zwillings und stellt einen wesentlichen Beitrag zur Realisierung intelligenter CPPS dar. Als zentrale Herausforderung gilt neben der industriellen Umsetzung digitaler Zwillinge die aktuelle Forschung zum virtuellen, durchgängigen Engineering und zu agentenbasierten Steuerungskonzepten.

### Anwendung und Ergebnisse

Zukünftige Anwender der zu entwickelnden Technologie sind alle Unternehmen entlang des Lebenszyklus einer Industrieanlage. Komponentenhersteller können mit dem neuen Datenformat Informationen zu Ihren Komponenten bereitstellen, die Anlagenentwickler und -betreiber erhalten mit dem Konzept des VDZ die Möglichkeit, Anlagenerrichtung und -betrieb flexibler



Das Konzept der verteilten digitalen Zwillinge wird am Beispiel des Anlagendemonstrators des Fraunhofer IFF gezeigt.

zu planen und zu optimieren, als es mit nur einem Modell für die gesamte Anlage möglich wäre. Der digitale Zwilling kann auch als unternehmensübergreifende Datenbasis genutzt werden und ermöglicht neben Prozessoptimierungen somit auch die Etablierung datenbasierter Geschäftsmodelle.

#### Projektpartner

- Technische Universität München, Lehrstuhl für Automatisierung und Informationssysteme
- EKS InTec GmbH
- Trebing & Himstedt Prozeßautomation GmbH & Co. KG
- ASM DIMATEC GmbH
- EXPO21XX GmbH

<b>Projekt</b>	<b>Designansatz zur Strukturierung verteilter digitaler Zwillinge (DAVID)</b>
<b>Koordination</b>	Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF Dr.-Ing. Simon Adler Sandtorstraße 22 39106 Magdeburg Tel.: 0391 40 907 76 E-Mail: simon.adler@iff.fraunhofer.de
<b>Projektvolumen</b>	2,67 Mio. Euro (davon 64 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.03.2019 bis 28.02.2022
<b>Internet</b>	david-projekt.de
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Dirk Günther Tel.: 030 67 055 745 E-Mail: dirk.guenther@dlr.de

## Projektporträt

# Sich selbst organisierende smarte Maschinen

---

### Motivation

Derzeit wird die Kollaboration zwischen Maschinen (beziehungsweise IoT-Geräten) überwiegend durch ein zentrales Management gesteuert, was aber ein hohes Ausfallrisiko birgt. Um dieses Risiko zu minimieren, soll mit dem Vorhaben VERITAS der Entwurf und Betrieb sich selbst organisierender und dynamisch kollaborierender smarter Maschinen signifikant vereinfacht sowie die Robustheit und Ausfallsicherheit derartiger verteilter Systeme gesteigert werden. Das gewonnene Know-how soll in die praktische Umsetzung von industriebezogenen IoT-Anwendungen (Internet of Things) einfließen, um Produktionsprozesse flexibler und zuverlässiger zu gestalten.

### Ziele und Vorgehen

Dazu werden im Projekt Hard- und Software-Architekturen, Methoden und Konstruktionsprinzipien zur Selbstorganisation und dynamischen Verbindung oder

Trennung verteilter IoT-Geräte erforscht. Die enthaltenen Softwaremodule werden für die veränderliche Leistungsfähigkeit sowie für das Management des eingesetzten heterogenen Vernetzungssystems entwickelt. Von der entwickelten Lösung wird erwartet, dass das Gesamtsystem deutlich flexibler und anpassungsfähiger, das Ausfallrisiko stark verringert und die Integration neuer Systemkomponenten vereinfacht wird. Das ist besonders bei Schwankungen der Netzwerkqualität oder bei kurzzeitigen Verbindungsausfällen von hoher Bedeutung für die funktionale Sicherheit eines Gesamtsystems.

### Innovationen und Perspektiven

Das Projekt leistet einen wesentlichen Beitrag dazu, dass Unternehmen ihre Produktionsprozesse effizienter und flexibler gestalten und darüber hinaus die Produktionsqualität weiter steigern können.



Ein kollaborierendes Produktionssystem minimiert Ausfallrisiken.

### Projektpartner

- FRANKA EMIKA GmbH
- ifak – Institut für Automation und Kommunikation e. V.
- Technische Universität München, Lehrstuhl für Robotik und Systemintelligenz
- Technische Universität Dresden, Vodafone-Stiftungslehrstuhl Mobile Nachrichtensysteme
- TQ-Systems GmbH

<b>Projekt</b>	<b>Verteilte Emergente Regelung im IoT mittels agil kollaborierender Systeme (VERITAS)</b>
<b>Koordination</b>	Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS Dr.-Ing. Andreas Frotzschner Zeunerstraße 38 01069 Dresden Tel.: 0351 46 408 36 E-Mail: andreas.frotzschner@eas.iis.fraunhofer.de
<b>Projektvolumen</b>	2,80 Mio. Euro (davon 89% BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.03.2019 bis 28.02.2022
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften/ Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Dirk Günther Tel.: 030 67 055 745 E-Mail: dirk.guenther@dlr.de

## Projektporträt

# Planung und wechselseitige Optimierung volatiler Produktions- und Logistiknetzwerke

### Motivation

In der modernen Produktion wird die kontinuierliche Abstimmung und Koordinierung der Planungsprozesse aufgrund der wachsenden Dynamik der Produktions- und Logistiknetzwerke immer wichtiger. Schon jetzt unterstützen und steuern Softwarelösungen wie Enterprise Resource Planning (ERP), Manufacturing Execution System (MES) oder Warenwirtschaftssysteme die Produktion. In der produktionsvorgelagerten Materialfluss- und Logistikplanung sind die Werkzeuge aber noch wenig vernetzt: So entstehen zum Beispiel Analysen zur Festlegung der Logistikplanung und Lagerhaltung oftmals aus selbst erstellten Office-Lösungen – mit allen damit verbundenen Risiken bezüglich Datenaktualität und -konsistenz.

### Ziele und Vorgehen

Durch die geringe Integration der Planungen von Produktion und Logistik können die Restriktionen der

einen Planung keine Berücksichtigung in der jeweils anderen finden. Ebenfalls können Änderungen oder Maßnahmen nicht bereichs- beziehungsweise planungsübergreifend validiert werden. Dadurch sind Optimierungspotenziale und technische Möglichkeiten zur Minimierung von Umfang und Reichweite auftretender Störungen oder Abweichungen bisher nur begrenzt erschlossen.

### Anwendung und Ergebnisse

Mit der in FlexPLN angestrebten Lösung wird erstmals eine umfassende IT-Unterstützung von Konzeption, Auslegung und fortlaufender Anpassung der Materialversorgung und Auftragseinplanung produzierender Unternehmen ermöglicht. Dabei wird die Anforderung, dass Daten jederzeit („real time“) topaktuell sein müssen, abgelöst von einem Ansatz, der die Verfügbarkeit korrekter Daten nur zu bestimmten Zeitpunkten („right time“) vorsieht, beispielsweise bei Neuplanungen.



Neuartige Softwaretools verbessern die integrierte Produktions- und Logistikplanung.

Durch diesen übergeordneten Ansatz können mit der in FlexPLN angestrebten Planungs- und Optimierungssoftware signifikante Potenziale zur Prozessoptimierung und Steigerung der Robustheit gegenüber Störungen genutzt werden. Bestehende Planungstools für Logistik und Produktion werden ergänzt und zu einem neuartigen Funktionsprofil mit signifikant erweitertem Leistungsumfang verbunden.

#### Projektpartner

- EURO-LOG AG
- Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Produktionstechnik (wbk)

<b>Projekt</b>	<b>Erforschung von Modellierung und Software-technologie für die flexible und integrierte Produktions- und Logistikplanung in dynamischen Netzwerken (FlexPLN)</b>
<b>Koordination</b>	flexis AG Hansjörg Tutsch Schockenriedstraße 46 70565 Stuttgart Tel.: 0711 78 238 082 E-Mail: hansjoerg.tutsch@flexis.de
<b>Projektvolumen</b>	1,10 Mio. Euro (davon 72 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.04.2018 bis 30.09.2020
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Roland Mader Tel.: 030 67 055 701 E-Mail: roland.mader@dlr.de

## Projektporträt

# Systematische Lösungen für die Einzelfertigung

---

### Motivation

Die Erfüllung individueller Kundenwünsche wird ein immer wichtigerer Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Gerade in der Einzelfertigung ist die Produktion aufgrund der Individualität der Kundenaufträge nur schwer planbar. Heute erfolgt die Produktionsplanung in KMU hauptsächlich durch Experten auf Grundlage ihrer Erfahrungen. Die derzeit verfügbaren technischen Lösungen sind ebenso wenig in der Lage, solche Planungsprozesse in ihrer gesamten Komplexität adäquat abzubilden.

### Ziele und Vorgehen

Um diese Herausforderung anzugehen und die Fertigungsintelligenz zu verbessern, sollen über einen längeren Zeitraum aus Manufacturing Execution

System (MES) generierte Ist-Daten in die Produktionsplanung integriert werden. MES sind umfassende Systeme, die alle Aktivitäten der Fertigung steuern und hochkritische Prozessdetails erfassen. Integriert mit Daten aus der Geschäftsebene (zum Beispiel Auftragspezifikationen) und der Konstruktionsebene (beispielsweise CAD-Daten) stellen MES wertvolle Datenquellen dar, die es ermöglichen, Ansätze des maschinellen Lernens für die datengetriebene Parameterschätzung anzuwenden.

### Anwendung und Ergebnisse

Das Ziel von MES4SME ist, in einem interdisziplinären Team aus Forschern und Industriexperten einen intelligenten Ansatz zur dynamischen, datengetriebenen Optimierung der Produktionsplanung im Kontext der



Die kontinuierliche Optimierung der Produktionsplanung wird möglich.

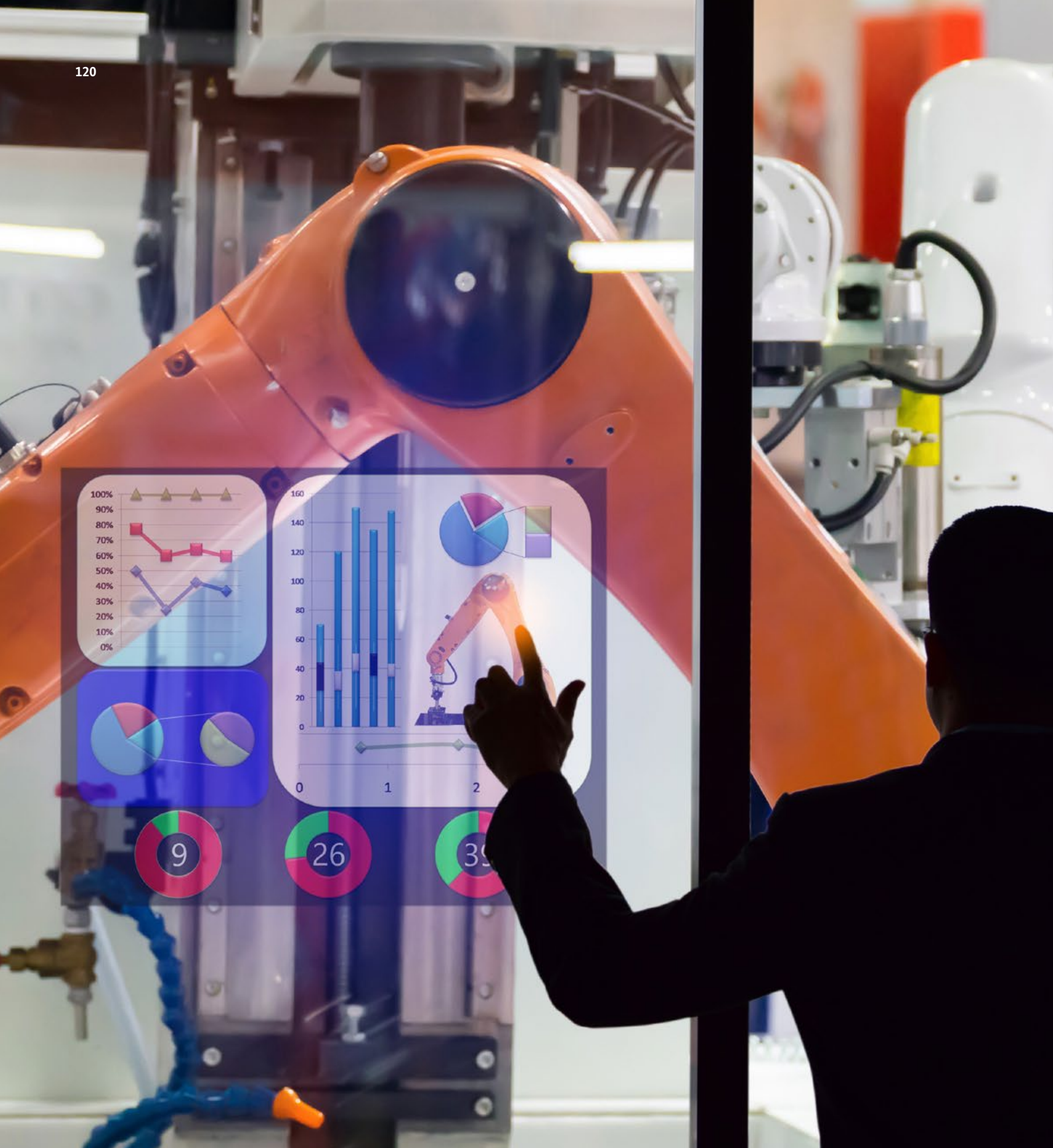


Einzelfertigung zu erforschen. Durch die im Lösungskonzept vorgeschlagene Kombination von Methoden des maschinellen Lernens, Process Mining, Optimierung und proaktiver Informationsversorgung aus MES lassen sich verbesserte Methoden zur Produktionsplanung bei Einzelfertigern erreichen.

#### Projektpartner

- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH
- FASTEC GmbH
- Brabant & Lehnert GmbH

<b>Projekt</b>	<b>MES-Datengetriebene Optimierung der Produktionsplanung bei Kleinen und Mittelständischen Einzelfertigern (MES4SME)</b>
<b>Koordination</b>	pmOne Analytics GmbH Dr.-Ing. Stefan Balke Technologiepark 21 33100 Paderborn Tel.: 0151 46 467 022 E-Mail: stefan.balke@pmone.com
<b>Projektvolumen</b>	1,40 Mio. Euro (davon 62% BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.09.2018 bis 31.08.2020
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Künstliche Intelligenz
<b>Projektträger</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) DLR Projektträger Gesellschaft, Innovation, Technologie, Datenwissenschaften/ Software-intensive Systeme (GI-DWS/SIS)
<b>Kontakt</b>	Roland Mader Tel.: 030 67 055 701 E-Mail: roland.mader@dlr.de



# Elektroniksysteme

## Elektroniksysteme für Industrie 4.0: Intelligente Steuerung und Vernetzung

---

Die Mikroelektronik ist eine der zentralen Schlüsseltechnologien unserer heutigen Industriegesellschaft. Durch eine intelligente Steuerung und Vernetzung von Produktionsprozessen können Flexibilität sowie Energie- und Ressourceneffizienz im Industriumfeld auf eine neue Stufe gehoben werden. Sensorik und multifunktionale, für den Einsatz von künstlicher Intelligenz insbesondere anwendungsspezifische, energieeffiziente Mikroelektronik bilden dabei das technologische Rückgrat dieser Industrie 4.0. Besonders wichtig sind dabei „More than Moore“ (MtM)-Elektroniksysteme: Diese vereinen unter anderem Sensorik- und Aktuatorikkomponenten, Hochfrequenz und Kommunikationselemente, Spannungsversorgung, Leistungselektronik, mikroelektromechanische Systeme (MEMS), Optoelektronik und mehr. Somit sorgen sie dafür, dass Maschinen und Produktionsanlagen virtuell miteinander kommunizieren können – sozusagen mit „Augen, Ohren, Hirn und Muskeln“.

Denn in fast jeder Anlage, Maschine und Fertigungseinrichtung gibt es heutzutage elektronische Systeme, die Zustands- und Prozessdaten erfassen, verarbeiten und weitergeben. Diese intelligente Steuerung und Vernetzung macht Produktionsanlagen und -prozesse darüber hinaus flexibler und spart Energie und Ressourcen. Die Anwendungsfelder sind dabei gleichermaßen vielfältig wie eindrucksvoll: Durch konfigurierbare Systeme und Kommunikationswege können individualisierte Produkte sehr viel schneller und einfacher gefertigt werden. Zustände im Produktionsprozess können überwacht und kommuniziert werden – so können Fehler frühzeitig erkannt und zuverlässig behoben werden. Zudem können Anlagen und Maschinen aus der Ferne gewartet werden.

Zuverlässige, robuste und effiziente Elektroniksysteme müssen also ganz schön viel leisten! Um alle Herausforderungen zu meistern, vereinen sie immer mehr Funktionen und werden dadurch zunehmend komplexer. Es gilt also, innovative Technologien für Elektronik und Sensorik noch intensiver zu erforschen und zu entwickeln, denn nur so bleibt Deutschland weltweit wettbewerbsfähig. Außerdem braucht die deutsche Industrie den direkten Zugriff

auf neueste Elektroniksysteme: Dazu zählen beispielsweise zukunftsweisende Integrationstechnologien, die Erforschung intelligenter Sensorsysteme für Industrie-4.0-Anwendungen sowie der Entwurf komplexer Elektroniksysteme.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert deshalb zielgerichtet Projekte, die Elektroniksysteme für die Produktion von morgen entwickeln und somit die deutsche Wirtschaft stärken.

Sensorik und Mikroelektronik werden auch weiterhin eine zentrale Rolle für die intelligente, vernetzte und effiziente Industrieproduktion von morgen spielen. Damit Deutschland auch künftig ein weltweit wettbewerbsfähiger Produktionsstandort und ein Leitanbieter im Maschinenbau und in der Anlagen- und Prozesstechnik sein kann, brauchen wir rasch Innovationsvorsprünge für die Industrie 4.0. Dies setzt voraus, dass alle Beteiligten „an einem Strang ziehen“. Hierfür sind in den letzten Jahren zahlreiche Förder- und Unterstützungsmaßnahmen auf nationaler und europäischer Ebene entstanden.

So widmen sich unter anderem die europäische Elektronikinitiative ECSEL (Electronic Components and Systems for European Leadership) als Teil des EU-Forschungsrahmenprogramms Horizont 2020 und das EUREKA-Cluster PENTA (Pan-European Partnership in Micro- and Nanoelectronic Technologies and Applications) dem Thema „Elektroniksysteme für Industrie 4.0“ und unterstützen so die europaweite Zusammenarbeit in der Forschung.

Im Folgenden präsentieren sich Verbundprojekte zu sensorbasierten Elektroniksystemen, die durch das BMBF gefördert werden. Sie bieten Lösungen für die industrielle Automatisierung und Industrie-4.0-Anwendungen und stärken so die Technologiekompetenz auf diesem Gebiet.

**Weitere Informationen und Projekte unter**  
[elektronikforschung.de](http://elektronikforschung.de)

## Projektporträt

# Elektroniksysteme für künstliche Intelligenz in der digitalen Industrie

---

### Motivation

Europa und vor allem Deutschland besitzen in der Mikroelektronik besondere Stärken in der Automobil-, Energie-, Sicherheits- und Industrieelektronik. Um die Mikroelektronikkompetenz im Hinblick auf eine breite Digitalisierung zu stärken, fördert die Europäische Kommission gemeinsam mit Mitgliedsstaaten in der Initiative ECSEL Forschungsvorhaben und Pilotlinien. Deutsche Schwerpunkte liegen dabei auf multifunktionalen Elektroniksystemen, energiesparender Leistungselektronik, Design komplexer Systeme sowie Produktionstechnologien.

### Ziele und Vorgehen

Ziel des Projekts ist es, eine Technologieplattform zu entwickeln, die durch Digitalisierungs- und Automatisierungsprozesse die Produktivität in Fabriken erhöht. Innerhalb der digitalisierten Industrie werden Fabriken,

einzelne Prozesse und IoT-Komponenten miteinander verbunden. Mithilfe von maschinellem Lernen und künstlicher Intelligenz (KI) können Veränderungen und Anomalien erkannt werden. Im Projekt konzentriert man sich zunächst auf unterschiedliche dezentrale Anwendungen in fünf Wertschöpfungsketten: die Fertigung von Automobilen, Halbleitern, Maschinen sowie die Herstellung von Lebensmitteln und Getränken und die Transportindustrie. Es werden neue KI-fähige Hardwarekomponenten und KI-Methoden erarbeitet und entwickelt. Deren Funktionalität soll anhand mehrerer Demonstratoren gezeigt werden.

### Innovationen und Perspektiven

Auf übergeordneter Ebene soll durch das Vorhaben mit KI ein europäisches Ökosystem im Bereich der Industrie entstehen, das eine global wettbewerbsfähige Lieferkette für den Bereich Industrie 4.0 bildet.



Kooperative Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschung verspricht Fortschritte in der Mikroelektronik.

### Projektpartner

- AUDI AG
- Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB
- Technische Universität Dresden, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik
- Technische Universität München, Lehrstuhl für Robotik, Künstliche Intelligenz und Echtzeitsysteme
- Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden, Fakultät für Elektrotechnik, Medien und Informatik
- Cognition Factory GmbH
- Symate GmbH

### Internationale Partner

- Belgien: Interuniversitair Micro-Electronica Centrum, Intrasoft International SA
- Finnland: Murata Electronics OY, Teknologian tutkimuskeskus VTT OY, Linkker OY, Vaisto Solutions Ltd.
- Frankreich: Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Institut Polytechnique de Grenoble, STMicroelectronics Grenoble 2 SAS, Technext, Université de Reims Champagne-Ardenne, Vranken-Pommery Monopole
- Griechenland: Information Technology for Market Leadership
- Italien: Consorzio Nazionale Interuniversitario per la Nanoelettronica, DPControl srl, SCM Group SPA, STMicroelectronics SRL
- Litauen: UAB Teraglobus, Vilniaus Gedimino technikos universitetas
- Lettland: Elektronikas un datorzinatnu instituts
- Norwegen: Denofa AS, iGlobalTracking AS, Nxtech AS, SINTEF AS
- Österreich: AVL LIST GMBH, Infineon Technologies Austria AG, Kompetenzzentrum – Das virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH, Technische Universität Graz, TTTech Computertechnik AG, Know-Center GmbH Research Center for Data-Driven Business & Big Data Analytics
- Tschechische Republik: Institut Mikroelektronických Aplikací s.r.o., Vysoké učení technické v Brně
- Taiwan: Industrial Technology Research Institute Incorporated

<b>Projekt</b>	Elektroniksysteme für Künstliche Intelligenz in der digitalen Industrie (AI4DI)
<b>Koordination</b>	Infineon Technologies AG Reiner John Am Campeon 1–15 85579 Neubiberg Tel.: 089 23 441 310 E-Mail: reiner.john@infineon.com
<b>Projektvolumen</b>	30,06 Mio. Euro (davon 8 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2019 bis 31.05.2022
<b>Programm</b>	Mikroelektronik aus Deutschland – Innovationstreiber der Digitalisierung
<b>BMBF-Referat</b>	Elektronik und autonomes Fahren; Supercomputing
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Sebastian Jester E-Mail: sebastian.jester@bmbf.bund.de

## Projektporträt

# Effiziente, sichere Technologien für Industrie 4.0 in der Elektronikfertigung

### Motivation

Europa und vor allem Deutschland besitzen in der Mikroelektronik besondere Stärken in der Automobil-, Energie-, Sicherheits- und Industrieelektronik. Um die Mikroelektronikkompetenz im Hinblick auf eine breite Digitalisierung zu stärken, fördert die Europäische Kommission gemeinsam mit Mitgliedsstaaten in der Initiative ECSEL Forschungsvorhaben und Pilotlinien. Deutsche Schwerpunkte liegen dabei auf multifunktionalen Elektroniksystemen, energiesparender Leistungselektronik, Design komplexer Systeme sowie Produktionstechnologien.

### Ziele und Vorgehen

Ziel des Projekts ist es, innerhalb der europäischen Halbleiterindustrie die Prozesse der gesamten Liefer- und Wertschöpfungskette mithilfe der Digitalisierung zu optimieren und zu beschleunigen. Ein Fokus der

15 deutschen und 23 europäischen Partner liegt zunächst auf der Digitalisierung der Produktionsabläufe. Wichtig sind aber auch Sicherung und Vermittlung des entsprechenden Fachwissens, welches den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern digital aufbereitet zur Verfügung gestellt wird. Mithilfe digitaler Zwillinge, etwa von Produktionsanlagen oder Teilprozessen, soll die Vernetzung von Daten und Prozessen über weltweit verteilte Standorte hinweg erfolgen. Aus einzelnen Anlagen und verteilten Produktionslinien kann so ein intelligenter Gesamtverbund werden.

### Innovationen und Perspektiven

Die Verknüpfung von Prozessen und Methoden mit ihrem digitalen Zwilling kann die Effizienz aller Unternehmen deutlich steigern und verspricht einen technologiebasierten und nachhaltigen Fortschritt in allen Unternehmensbereichen. Die europäische,



Digitalisierte Wertschöpfungsketten steigern die Effizienz von der Entwicklung über die Produktion bis zur Logistik.

aber insbesondere auch die deutsche Halbleiterindustrie kann dadurch ihre Position auf dem Weltmarkt weiter stärken.

### Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB
- SYSTEMA Systementwicklung Dipl.-Inf. Manfred Austen GmbH
- Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
- Giesecke+Devrient Gesellschaft mit beschränkter Haftung
- Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg
- Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Logistik
- Hochschule Zittau/Görlitz, Zittau
- FernUniversität in Hagen, Fakultät für Mathematik und Informatik
- Elmos Semiconductor AG
- Universität Siegen, Institut für Wissensbasierte Systeme und Wissensmanagement
- camLine GmbH
- eccenca GmbH
- Westsächsische Hochschule Zwickau (FH), Fakultät Wirtschaftswissenschaften

### Europäische Partner

- Belgien: Sirris, Yazzoom
- Italien: Infineon Technologies Italia S. r. l., University of Milan-Bicocca
- Österreich: Infineon Technologies Austria AG, AVL List GmbH, Know-Center GmbH, Austrian Institute of Technology GmbH, KAI Kompetenzzentrum Automobil- und Industrieelektronik GmbH, TT-Tech Computertechnik AG, CISC Semiconductor GmbH, evolaris next level GmbH, Kompetenzzentrum – Das virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH, Technische Universität Wien, Infineon Technologies IT-Services GmbH
- Rumänien: Infineon Technologies Romania SCS, University Politehnica of Bucharest, Technical University of Cluj-Napoca
- Spanien: Fundación Tecnalia Research & Innovation, JEMA Energy S. A., AKTING IN-GENIARITZA S. L., Ibermática

<b>Projekt</b>	<b>Effiziente, sichere Technologien für Industrie 4.0 in der Elektronikfertigung (iDev40)</b>
<b>Koordination</b>	Infineon Technologies Dresden GmbH Dr. Oliver Pyper Postfach 10 09 40 01079 Dresden Tel.: 0351 88 619 04 E-Mail: Oliver.Pyper@infineon.com
<b>Projektvolumen</b>	Deutsches Projektvolumen: 36,96 Mio. Euro (davon 14 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2018 bis 30.04.2021
<b>Programm</b>	Mikroelektronik aus Deutschland – Innovationstreiber der Digitalisierung
<b>BMBF-Referat</b>	Elektronik und autonomes Fahren; Supercomputing
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Sebastian Jester E-Mail: sebastian.jester@bmbf.bund.de

## Projektporträt

# Elektronikplattform für hochperformantes Breitband-Monitoring für Anwendungen in der Industrie 4.0

### Motivation

Hochleistungsfähige Mikroelektronik in Kombination mit Sensorik und eingebetteter Software sammelt und verarbeitet Prozessdaten in Industrieanlagen. Das ermöglicht eine umfassende Digitalisierung von Produktionsprozessen und Betriebsabläufen in der Industrie 4.0. Nun sollen neueste Elektroniktechnologien zusammen mit Methoden der künstlichen Intelligenz (KI) für industrielle Anwendungen nutzbar werden. Diese neue Qualität der Datenverarbeitung am Ort des Geschehens ermöglicht eine sichere dezentrale Analyse- und Prognosefähigkeit. So entsteht eine neue Generation intelligenter, autonomer Produktionssysteme.

### Ziele und Vorgehen

Ziel im Vorhaben ist die Entwicklung einer energieeffizienten Sensor- und Elektronikplattform zur Zustandsüberwachung von Maschinen und Prozessen für

Industrie 4.0. Neuartig ist dabei die universelle Auslegung, die es erlaubt, das Elektroniksystem ohne Anpassungen an einer Vielzahl unterschiedlichster Maschinen einzusetzen. Bei Pumpen und Baggern bis hin zu komplexen Werkzeugmaschinen sollen Verschleiß und Defekte frühzeitig erkannt werden. Dies soll durch den Einsatz neuartiger Körperschallsensoren erfolgen, die einen besonders breiten Frequenzbereich abdecken, und durch die Anwendung neuartiger KI-basierter Analysemethoden. Die Leistungsfähigkeit des Systems soll am Beispiel von Axialkolbenpumpen demonstriert werden.

### Innovationen und Perspektiven

Die Breitenwirksamkeit, die auf die universelle Einsetzbarkeit des Sensorsystems zurückzuführen ist, sowie die insgesamt niedrigeren Hardwarekosten versprechen ein großes wirtschaftliches Potenzial. Insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) entfällt



Maßgeschneiderte mikroelektronische Systeme für die dezentrale Datenverarbeitung ermöglichen neue Methoden der künstlichen Intelligenz.



eine wesentliche Einstiegshürde bei der Umsetzung der Paradigmen von Industrie 4.0. Die breit eingesetzte Zustandsüberwachung vermeidet unerwünschte Ausfälle und trägt somit zur Ressourcenschonung bei.

#### Projektpartner

- **INVENT Innovative Verbundwerkstoffe  
Realisation und Vermarktung neuer  
Technologien GmbH**
- **CoSynth GmbH & Co. KG**
- **Bosch Rexroth AG**

<b>Projekt</b>	<b>Elektronikplattform für hochperformantes Breitband-Monitoring für Anwendungen in der Industrie 4.0 (Sonorion)</b>
<b>Koordination</b>	Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS Dr. Olaf Enge-Rosenblatt Zeunerstraße 38 01069 Dresden Tel.: 0351 46 407 11 E-Mail: olaf.enge@eas.iis.fraunhofer.de
<b>Projektvolumen</b>	2,19 Mio. Euro (davon 74 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.03.2020 bis 28.02.2023
<b>Programm</b>	Mikroelektronik aus Deutschland – Innovationstreiber der Digitalisierung
<b>BMBF-Referat</b>	Elektronik und autonomes Fahren; Supercomputing
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Sebastian Jester E-Mail: sebastian.jester@bmbf.bund.de

## Projektporträt

# Elektroniksysteme mit verteilter Sicherheitsintelligenz

---

### Motivation

Die Mikroelektronik ist der Schlüssel zu Innovationen wie Industrie 4.0, intelligenter Medizintechnik und dem automatisierten Fahren. Um die Innovationsdynamik der Elektronikbranche in diesen Bereichen zu stärken, fördert das BMBF im EUREKA-Cluster PENTA deutsche Unternehmen und Forschungseinrichtungen in bi- und multinationalen Verbundprojekten. Diese sind entlang grenzüberschreitender Wertschöpfungsketten zu den genannten Applikationsfeldern ausgerichtet und erforschen neue Basistechnologien für die künftige Mikroelektronik-Systemfertigung in Europa.

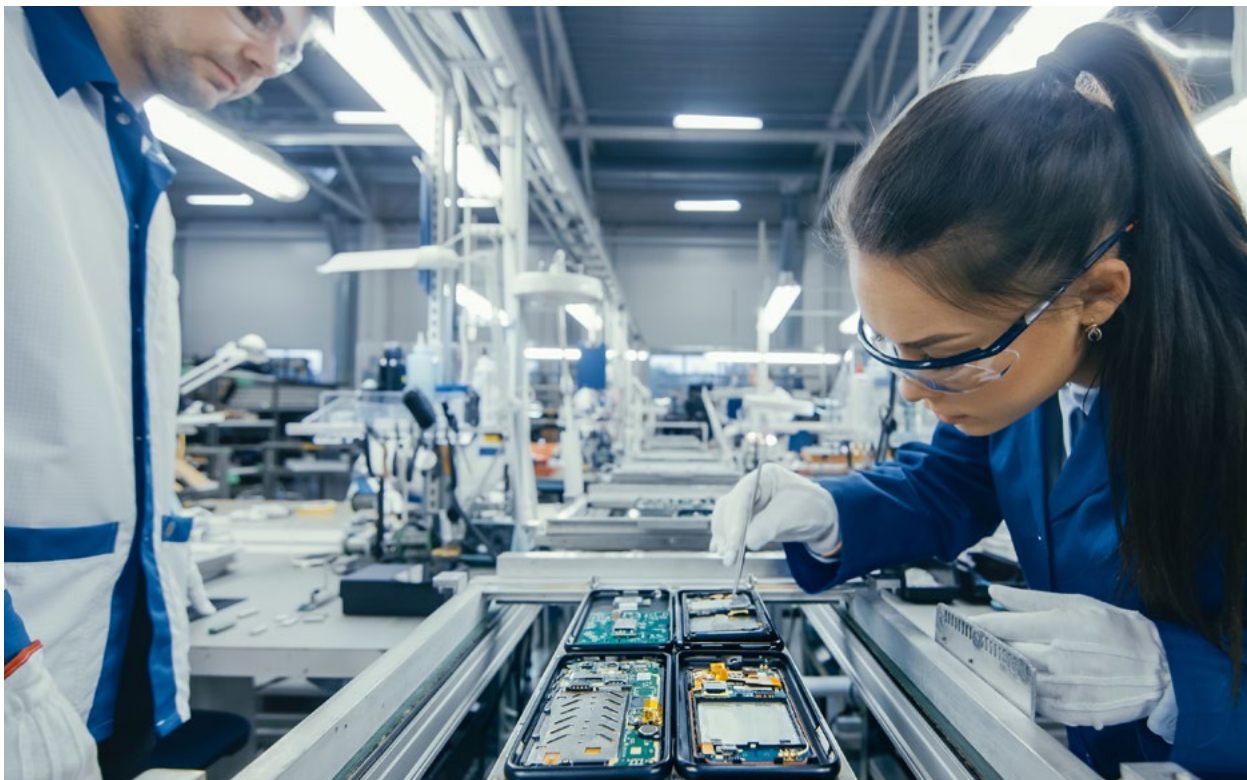
### Ziele und Vorgehen

Industrie 4.0 und das Internet der Dinge basieren darauf, dass alle Geräte miteinander vernetzt sind. Vernetzte Geräte bieten klare Vorteile, erhöhen aber auch das Risiko für Datendiebstahl und Cyberangriffe. Das europäische PENTA-Projekt SunRISE mit insgesamt

18 Partnern zielt darauf ab, eine umfassende Datensicherheitslösung für Knoten innerhalb des Internets der Dinge zu schaffen. Das deutsche Konsortium entwickelt dazu eine Cloud-Plattform mit maschinellen Lerntechniken, um relevante Sicherheitsdaten zwischen allen beteiligten Endgeräten auszutauschen. Zum Schutz vor Datenmanipulationen sollen privatsphärenfreundliche Technologien wie homomorphe Verschlüsselung und Mehrparteienberechnung zum Einsatz kommen und in anwendungsspezifischen Schaltkreisen (ASIC) auf Hardwareebene implementiert werden.

### Innovationen und Perspektiven

Angesichts der zunehmenden Digitalisierung und steigenden Anzahl von Knotenpunkten kommt der Datensicherheit im Internet der Dinge eine wachsende gesellschaftliche und wirtschaftliche Relevanz zu. Die innovative Hard- und Software kann in unterschiedlichen Branchen angewendet werden.



Die transnationale Zusammenarbeit im Rahmen von PENTA stärkt die Mikroelektronikindustrie in Europa.

### Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
- Universität Ulm, Institut für Verteilte Systeme
- Technische Universität München, Lehrstuhl für Robotik, Künstliche Intelligenz und Echtzeitsysteme
- Ancud IT-Beratung GmbH
- Cloud&Heat Technologies GmbH

### Europäische Partner

- Niederlande: Eindhoven University of Technology, Delft University of Technology, AnyWi Technologies, Mapper Lithography, Philips, Philips Medical Systems, Stichting IMEC Nederland, UniQIC BV
- Belgien: ENGIE – Laborelec, NXP Semiconductors Belgium NV, Sirris het collectief centrum van de technologische industrie, Toreon cvba

<b>Projekt</b>	<b>Elektroniksysteme mit verteilter Sicherheitsintelligenz (SunRISE)</b>
<b>Koordination</b>	NXP Semiconductors Germany GmbH Christopher Nigischer Tropowitzstraße 20 22529 Hamburg Tel.: 040 56 135 117 E-Mail: christopher.nigischer@nxp.com
<b>Projektvolumen</b>	Gesamtfördersumme: 4,98 Mio. Euro (davon 58 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.08.2019 bis 31.07.2022
<b>Programm</b>	EUREKA-Cluster PENTA (Pan-European Partnership in Micro- and Nanoelectronic Technologies and Applications)
<b>BMBF-Referat</b>	Elektronik und autonomes Fahren; Supercomputing
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Sebastian Jester E-Mail: sebastian.jester@bmbf.bund.de

## Projektporträt

# Nicht-invasive und kontinuierliche Überwachung von Fluidkreisläufen mittels Ultraschallsensorik

### Motivation

KMU bilden eine tragende Säule der deutschen Wirtschaft. Sie sind oft hoch spezialisiert, wichtige Partner in Innovations- und Wertschöpfungsketten und Treiber des technischen Fortschritts. KMU-getriebene Innovationen im Bereich der Elektroniksysteme tragen dazu bei, dass Deutschland seine Wettbewerbsfähigkeit als Produktions- und Entwicklungsstandort in den Anwenderbranchen elektronischer Systeme stärkt.

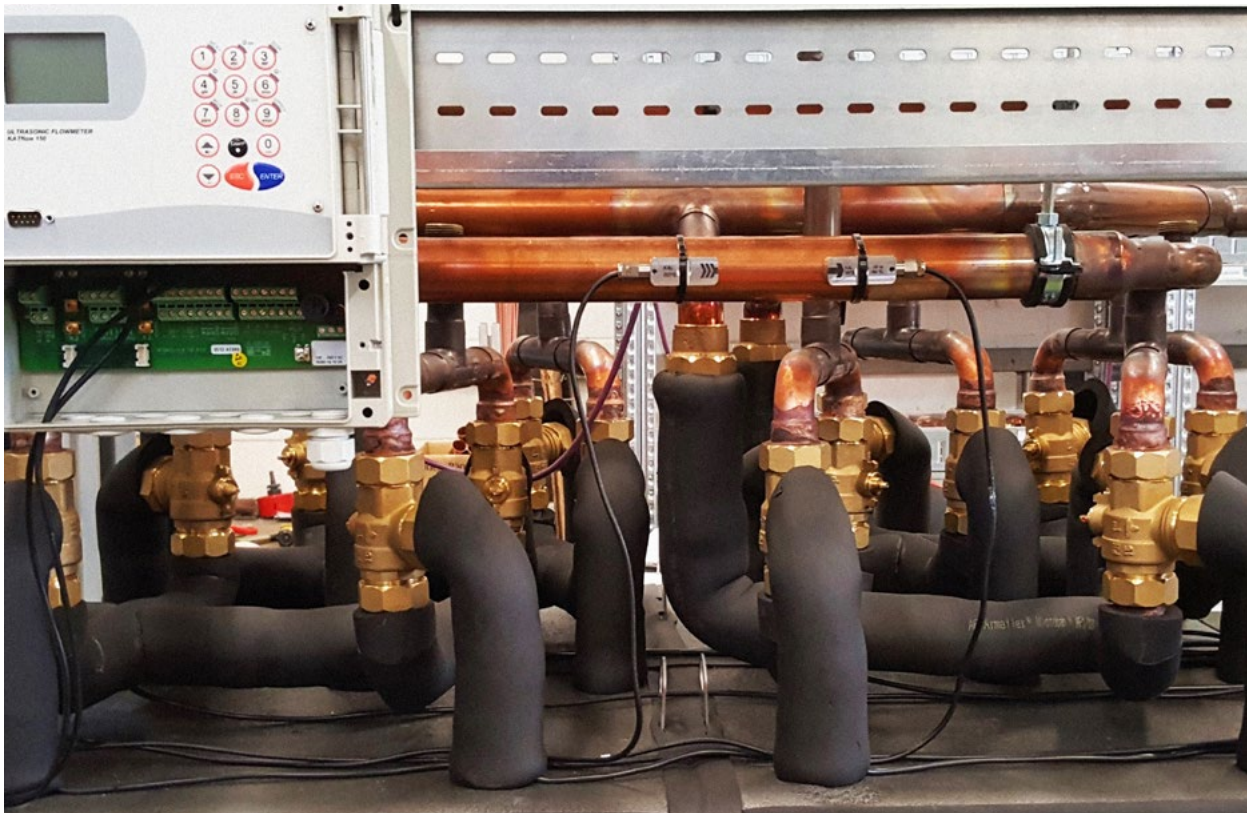
### Ziele und Vorgehen

Im Vorhaben soll ein nicht-invasiver Ultraschall-Durchflusssensor entwickelt werden. Dieser soll von außerhalb eines Rohres erlauben, verschiedene Eigenschaften von Fluiden – also Flüssigkeiten sowie auch Gemischen aus Flüssigkeiten und Gasen beziehungsweise Partikeln – zu messen. Zu diesen Eigenschaften

gehören die Dichte, Partikelkonzentrationen von Dispersionen sowie Ablagerungen und Korrosionen in den Rohrleitungen. Am Anwendungsbeispiel einer Granulierungsanlage, wie sie zum Beispiel für die Waschmittelherstellung genutzt wird, sollen sowohl Flüssigkeiten als auch Ströme von Granulaten überwacht werden. Da der Sensor von außen am Rohr befestigt werden soll, kann die Technologie auch an bestehenden Anlagen eingesetzt werden. Zudem beeinflusst der Sensor selber nicht den Fluidstrom, wodurch die Messergebnisse nicht verfälscht werden.

### Innovationen und Perspektiven

In den neuen Sensormesskopf soll die Messelektronik integriert werden. Um die Qualität der Messungen zu bewerten und um die Langzeitstabilität zu sichern, soll der Sensor sich selbst überwachen. So kann das



Durchflussüberwachung wird nachrüstbar und kann direkt am Rohr erfolgen.

gesamte Sensorsystem ohne einen physischen Kontakt kalibriert und instand gehalten werden. Mit einem solchen Sensor können große Produktionsanlagen genauer überwacht und somit eine gleichbleibende Produktqualität sichergestellt werden.

#### Projektpartner

- IPT-Pergande Gesellschaft für Innovative Particle Technology mbH
- ifak – Institut für Automation und Kommunikation e.V.

<b>Projekt</b>	<b>Nicht-invasive und kontinuierliche Überwachung von Fluidkreisläufen mittels Ultraschallsensoren (ExAKT)</b>
<b>Koordination</b>	Katronic AG & Co. KG Karsten Frahn Gießerweg 5 38855 Wernigerode Tel.: 03943 23 990 0 E-Mail: kfrahn@katronic.de
<b>Projektvolumen</b>	1,13 Mio. Euro (davon 69% BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.04.2019 bis 31.03.2022
<b>Programm</b>	EUREKA-Cluster PENTA (Pan-European Partnership in Micro- and Nanoelectronic Technologies and Applications)
<b>BMBF-Referat</b>	Elektronik und autonomes Fahren; Supercomputing
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Konstantin Ott E-Mail: konstantin.ott@bmbf.bund.de

## Projektporträt

# Neue Elektronik- und Kommunikationssysteme für den intelligenten, vernetzten Güterwagen

---

### Motivation

KMU bilden eine tragende Säule der deutschen Wirtschaft. Sie sind oft hoch spezialisiert, wichtige Partner in Innovations- und Wertschöpfungsketten und Treiber des technischen Fortschritts. KMU-getriebene Innovationen im Bereich der Elektroniksysteme tragen dazu bei, dass Deutschland seine Wettbewerbsfähigkeit als Produktions- und Entwicklungsstandort in den Anwenderbranchen elektronischer Systeme stärkt.

### Ziele und Vorgehen

Der Güterverkehr auf der Schiene kann in der Logistik wichtige Impulse setzen, muss aber deutlich effizienter werden. Das Projekt zielt daher auf die Erforschung und Integration eines leistungsfähigen und innovativen Elektroniksystems in einen Güterwagen. Dafür bilden neuartige Sensoren und Aktoren basierend auf dem

sogenannten magnetischen Tunnel- beziehungsweise Riesenmagnetwiderstand sowie MEMS-Bauelemente den Kern des Systems. Durch eine drahtlose Kommunikation werden die von den Sensoren erfassten Zustandsdaten des Güterwagens während des Rangierens übertragen. So kann das bisher manuell durchgeführte Zusammenstellen beziehungsweise Trennen von Güterwagen als automatisierter zeiteffizienter Rangierprozess etabliert werden. Das erarbeitete Elektroniksystem wird in anwendungsnahen Feldversuchen direkt am Güterwagen evaluiert.

### Innovationen und Perspektiven

Bislang werden 70 Prozent des deutschen Güterverkehrs durch Lkw bedient. Dies bringt durch Verkehrsstaus und hohe Schadstoffemission ökologische und volkswirtschaftliche Probleme mit sich.



Ein automatisierter Rangierprozess ermöglicht das zeiteffiziente Trennen und Zusammenstellen des Güterwagens 4.0.

Das erarbeitete Elektroniksystem kann den Schienenverkehr für Logistikunternehmen wieder attraktiv machen, was ein wichtiger Baustein zur Lösung der bestehenden Verkehrsprobleme ist. Gleichzeitig wird die internationale Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Deutschland gestärkt und somit Arbeitsplätze gesichert beziehungsweise geschaffen.

#### Projektpartner

- Westfälische Lokomotiv-Fabrik  
Reuschling GmbH & Co. KG
- Fachhochschule Aachen

<b>Projekt</b>	<b>Neue Elektronik- und Kommunikationssysteme für den intelligenten, vernetzten Güterwagen (Güterwagen 4.0)</b>
<b>Koordination</b>	Lenord, Bauer & Co. GmbH Burkhard Stritzke Dohlenstraße 32 46145 Oberhausen Tel.: 0208 99 631 71 E-Mail: bstritzke@lenord.de
<b>Projektvolumen</b>	1,56 Mio. Euro (davon 70 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.09.2018 bis 31.08.2021
<b>Programm</b>	Mikroelektronik aus Deutschland – Innovationstreiber der Digitalisierung
<b>BMBF-Referat</b>	Elektronik und autonomes Fahren; Supercomputing
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Clemens Zielonka E-Mail: clemens.zielonka@bmbf.bund.de

## Projektporträt

# Individualisierte, strukturintegrierte 3-D-Elektronik für intelligente Steckverbinder

### Motivation

KMU bilden eine tragende Säule der deutschen Wirtschaft. Sie sind oft hoch spezialisiert, wichtige Partner in Innovations- und Wertschöpfungsketten und Treiber des technischen Fortschritts. KMU-getriebene Innovationen im Bereich der Elektroniksysteme tragen dazu bei, dass Deutschland seine Wettbewerbsfähigkeit als Produktions- und Entwicklungsstandort in den Anwenderbranchen elektronischer Systeme stärkt.

### Ziele und Vorgehen

Das Vorhaben zielt auf die Schaffung der technologischen Grundlagen für den werkzeuglosen additiven Aufbau und die direkte Integration leistungsfähiger, hochkompakter 3-D-Elektronik in den bisher ungenutzten Bauraum üblicher Steckverbinder. Hierfür wird ein innovativer System- und Fertigungsansatz

erforscht. Zudem wird die Umsetzbarkeit individualisierter, strukturintegrierter 3-D-Elektroniksysteme als Basis für zukünftige intelligente Steckverbinder funktionell nachgewiesen und demonstriert. Mit dem gewählten Lösungsansatz wird eine hybride Fertigungstechnologie angestrebt, die in Form einer innovativen Integration von präzisen Dosierprozessen, 3-D-Inkjetdruck sowie einer geeigneten Mikromontage realisiert werden soll.

### Innovationen und Perspektiven

Mithilfe der im Vorhaben erforschten Technologie können zukünftig anwendungsspezifische elektronische Funktionsgruppen zur Signalverarbeitung in Steckverbinder integriert werden. Das ist vorteilhaft bei schwierigen Montage- und Umgebungsbedingungen, bei denen eine im Sensor integrierte Elektronik



Der Fotoausschnitt zeigt einen intelligenten Steckverbinder mit integrierter Busanbindung für analoge Sensorsignale.



Probleme verursacht. Aufgrund der Möglichkeit einer wirtschaftlichen Fertigung der intelligenten Steckverbinder, auch bei geringen Stückzahlen, ergibt sich eine Vielzahl von Anwendungen in der Automatisierungs- und Medizintechnik, in der Automobilindustrie und weiteren Branchen.

#### Projektpartner

- **2E mechatronic GmbH & Co. KG**
- **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA**
- **h.team GmbH + Co. KG**

<b>Projekt</b>	<b>Individualisierte, strukturintegrierte 3-D-Elektronik für intelligente Steckverbinder (INEK3D)</b>
<b>Koordination</b>	digiraster GmbH & Co. KG Dr. Gerd Bauer Reinsburgstraße 96/1 70197 Stuttgart Tel.: 0711 61 408 819 E-Mail: bauer@digiraster.de
<b>Projektvolumen</b>	1,20 Mio. Euro (davon 70 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2019 bis 30.11.2021
<b>Programm</b>	Mikroelektronik aus Deutschland – Innovationstreiber der Digitalisierung
<b>BMBF-Referat</b>	Elektronik und autonomes Fahren; Supercomputing
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Konstantin Ott E-Mail: konstantin.ott@bmbf.bund.de

## Projektporträt

# Intelligentes Elektroniksystem zur Prozesskontrolle in peripheren Maschinenkomponenten

### Motivation

KMU bilden eine tragende Säule der deutschen Wirtschaft. Sie sind oft hoch spezialisiert, wichtige Partner in Innovations- und Wertschöpfungsketten und Treiber des technischen Fortschritts. KMU-getriebene Innovationen im Bereich der Elektroniksysteme tragen dazu bei, dass Deutschland seine Wettbewerbsfähigkeit als Produktions- und Entwicklungsstandort in den Anwenderbranchen elektronischer Systeme stärkt.

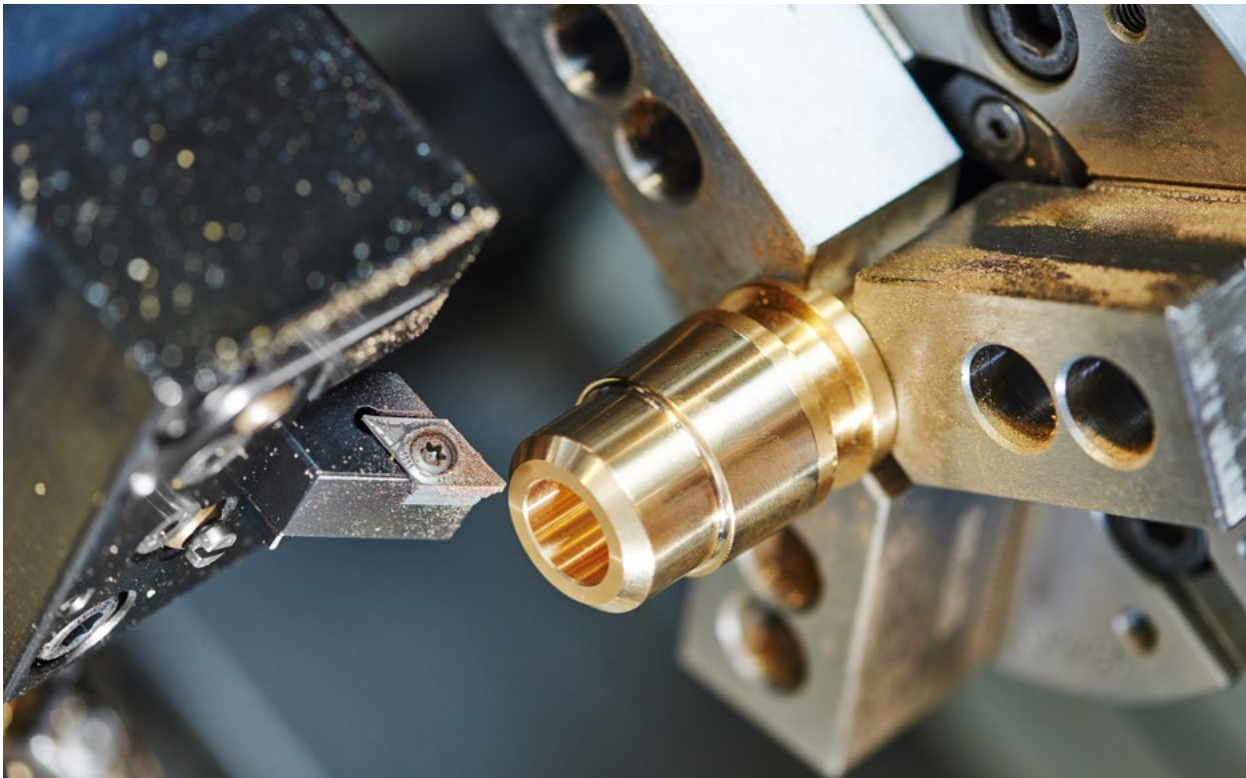
### Ziele und Vorgehen

Im Projekt wird eine anwendungsneutrale Elektronikplattform erarbeitet, um periphere Maschinenkomponenten wie Werkzeughalter an die Automatisierungsumgebung von Dreh- und Fräsmaschinen anzuschließen. Dabei soll die Elektronik hochintegriert und energiesparsam ausgelegt und für raue Betriebsbedingungen

optimiert werden. Moderne Anlagen besitzen mehrere Magazine mit Werkzeughaltern für unterschiedliche Werkzeuge, wodurch eine schnelle Abfolge verschiedener Arbeitsschritte möglich wird. An jedem Werkzeughalter sollen die Betriebsparameter erfasst und drahtlos zur Prozessüberwachung und -steuerung übermittelt werden.

### Innovationen und Perspektiven

Im Projekt sollen erstmalig angetriebene Werkzeughalter für Bohrer und Fräsen mit Sensorik und einer Anbindung an ein Datenmanagementsystem ausgestattet werden. Dadurch können Bearbeitungsprozesse, Werkzeugverschleiß und Wartung optimiert werden. Für die beteiligten Werkzeug- und Drehmaschinenhersteller entstehen aufgrund dieser neuen Alleinstellungsmerkmale erhebliche und langfristig wirkende Wachstumspotenziale.



Durch sensorbasierte Elektroniksysteme an den peripheren Maschinenkomponenten können die Bearbeitungsprozesse und die Wartung optimiert werden.

**Projektpartner**

- NewTec GmbH
- Hainbuch GmbH
- Hochschule Offenburg, Institut für Angewandte Forschung
- DMG MORI Software Solutions GmbH (assoziierter Partner)

<b>Projekt</b>	<b>Intelligentes Elektroniksystem zur Prozesskontrolle in peripheren Maschinenkomponenten (IntelliKOMP)</b>
<b>Koordination</b>	WTO Werkzeug-Einrichtungen GmbH Sascha Tschiggfrei Auf der Oberen Au 45 77797 Ohlsbach Tel.: 07803 93 922 52 E-Mail: info@wto.de
<b>Projektvolumen</b>	1,34 Mio. Euro (davon 64 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.05.2018 bis 30.04.2020
<b>Programm</b>	Mikroelektronik aus Deutschland – Innovationstreiber der Digitalisierung
<b>BMBF-Referat</b>	Elektronik und autonomes Fahren; Supercomputing
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Andreas Kirchner E-Mail: andreas.kirchner@bmbf.bund.de



## Kommunikationssysteme und IT-Sicherheit

## Forschung zu Kommunikationssystemen für Industrie 4.0

---

Kommunikationsnetze sind das zentrale Nervensystem der digitalen Gesellschaft und Wirtschaft. Sie liefern die technologische Basis für Fortschritt und eröffnen den starken Branchen hierzulande – wie der Automobilindustrie, dem Maschinenbau oder der Elektrotechnik – gänzlich neue Perspektiven. Dank moderner Kommunikationssysteme wie 5G wird Industrie 4.0 überhaupt erst möglich. Ob höchste Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit, extrem kurze Reaktionszeiten oder die zeitgleiche Kommunikation vieler Geräte auf begrenztem Raum: Mit 5G und dessen Weiterentwicklung kann all dies geleistet werden. Das Bundesforschungsministerium investiert deshalb bereits seit 2013 in Forschung zu Kommunikationstechnologien. Hierzu hat das Ministerium die Initiative „Industrielle Kommunikation der Zukunft“ gestartet, die es mit insgesamt rund 63 Millionen Euro fördert.

Schon heute sind die Betriebsgelände und Werkshallen mit unzähligen, unterschiedlichen Sensoren und anderen vernetzten Gegenständen ausgestattet. Bis zum Jahr 2025 soll das Internet der Dinge weltweit mehr als 70 Milliarden Geräte umfassen – ein großer Teil davon in der Industrie. Künftig werden Maschinen wie Produktionsanlagen, Industrieroboter oder 3-D-Drucker in einen noch stärkeren Austausch treten. Die Forschung will Lösungen finden, wie besonders kleine und mittlere Unternehmen (KMU) diese Vernetzung bestmöglich gestalten können – beispielsweise damit Unternehmen kooperative Roboter so vernetzen können, dass sie effizient und sicher arbeiten – auch im Zusammenspiel mit dem Menschen. Diese Vernetzung geschieht – wie bei 5G – durch eine Kombination optischer Weitverkehrs- und drahtloser Zugangstechnologien. Eine solche Art der Informationsübertragung ist im industriellen Umfeld jedoch aufgrund der Umgebung nicht immer anwendbar: zum Beispiel in chemischen Anlagen, Rohrleitungen wie Öl- oder Gaspipelines oder Luftschächten. Ziel der Forschungsförderung ist es deshalb, auch für solche Fälle praktikable Lösungen anzustoßen. Darüber hinaus möchte das Bundesministerium für Bildung und Forschung disruptive theoretische Ansätze vorantreiben: Denn um die Informationsübertragung in bestimmten Industrieenanwendungen entscheidend zu verbessern,

muss die Kommunikation von Maschine zu Maschine und von Maschine zu Mensch möglicherweise völlig neu gedacht werden.

Ziel der Forschungsaktivitäten ist es, leistungsfähige und sichere Kommunikationssysteme für die künftige Vernetzung von Geräten, Maschinen und Prozessen in der Industrie 4.0 zu entwickeln. Deutschland und Europa müssen bei dieser Schlüsseltechnologie führend sein. Denn Kommunikationssysteme bilden in einer vernetzten Wirtschaftswelt das Rückgrat der Industrie. Und nur wer technologisch souverän ist, kann in einer vernetzten Welt selbstbestimmt und erfolgreich handeln.

**Weitere Informationen und Projekte unter**  
[forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de](https://forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de)

## Projektporträt

# Lokale 5G-Lösungen für drahtlos gesteuerte Maschinensysteme in der Produktion

### Motivation

Bei der Frequenzvergabe für die fünfte Mobilfunkgeneration (5G) werden erstmals Frequenzen für lokale und private 5G-Mobilfunknetze bereitgestellt. Diese Zuteilung von Frequenzen ermöglicht ganz neue Anwendungen: Lokale 5G-Inseln gehören zu den Schlüsselfaktoren, um neuartige, drahtlos gesteuerte Maschinensysteme in der Produktion zu etablieren. Dies gilt für kleine, mittlere, aber auch großen Unternehmen und betrifft insbesondere die Zusammenarbeit von Menschen und Robotern. Traditionell arbeiten Roboter weitestgehend isoliert und bewegen sich innerhalb einer streng vordefinierten Schutzzone, um jeglichen Schaden durch unvorhergesehene Aktivitäten und Zwischenfälle zu vermeiden. Das bestehende System ist dabei weder in der Systemarchitektur noch im Verhalten variabel und kann bei Änderungen nur schwer angepasst werden. Da dadurch hohe Investitionen entstehen, besteht hier gerade für kleine und mittelständische Unternehmen eine hohe Markteintrittsbarriere.

Diese Markteintrittsbarriere wird durch das Entfernen der Schutzzellen und die einfache, kabellose Anbindung an eine unabhängige 5G-Netzwerkarchitektur überwunden.

### Ziele und Vorgehen

5G-Inseln ermöglichen es, unabhängig vom Ausbau der 5G-Mobilfunkinfrastruktur, die Vorteile moderner und zukünftiger drahtloser Kommunikation überall zu nutzen. Eine 5G-Insel besteht aus einem 5G-Funkzugang und dem 5G-Kommunikationsnetzwerk und stellt so die komplett notwendige Funktionalität einer 5G-Infrastruktur bereit. Ein weiterer Nutzen von 5G-Inseln sind neben der vollständigen, unabhängigen 5G-Infrastruktur wesentliche Kriterien wie Sicherheit, Zuverlässigkeit und Resilienz. Das Ziel im Projekt ist die Entwicklung einer Blaupause für den Aufbau, die Inbetriebnahme und den wirtschaftlichen Einsatz einer 5G-Insel. Sie ermöglicht die Steuerung von Robotern in Kombination mit einer isolierten



Aufbau und Funktion einer 5G-Insel werden öffentlich demonstriert.

5G-Netzwerkarchitektur. Gleichzeitig bietet sie eine sichere und zuverlässige Verbindung verschiedener 5G-Inseln auf Basis virtualisierter Netzwerktechnologien. Um diese 5G-Insellösung zu transportieren und so für verschiedene Anwendungsfälle variabel bereitstellen zu können, wird die technische Umsetzung in einem mobilen Container aufgebaut. Geplant ist die Bereitstellung von 5G im ländlichen Raum, um auch kleinen und mittelständischen Unternehmen die Automatisierung ihrer Produktion zu erleichtern. Zusätzlich werden für die Automobilproduktion lokale und private 5G-Netze bereitgestellt.

### Innovationen und Perspektiven

Die Forschung an 5G-Inseln schafft die Grundlage für die notwendige Automatisierung der Produktion. Sie senkt die Barriere für den Einsatz von kooperativen Robotern in kleinen und mittelständischen Unternehmen. Weiterhin eröffnen 5G-Inseln in Kombination mit geeigneter Robotersteuerung neue Möglichkeiten für eine effizientere und sichere Zusammenarbeit von Mensch und Roboter. Auch für große Unternehmen sind 5G-Inseln von höchstem Interesse. Die Sicherheit und Vertraulichkeit eines isolierten, unabhängig betriebenen Netzwerkes erhöht den Schutz von Betriebsgeheimnissen deutlich. 5G-Inseln sind somit ein wesentlicher Baustein für die Digitalisierung der Produktion in Deutschland.

### Projektpartner

- Wandelbots GmbH
- AUDI AG
- Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG
- DE-CIX Management GmbH
- DFMG Deutsche Funkturm GmbH
- MAGNA Telemotive GmbH
- SAP Deutschland SE & Co. KG

<b>Projekt</b>	<b>Lokale 5G-Lösungen für drahtlos gesteuerte Maschinensysteme in der Produktion (5G-Insel)</b>
<b>Koordination</b>	Technische Universität Dresden Deutsche Telekom Professur für Kommunikationsnetze Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Frank H. P. Fitzek 01062 Dresden E-Mail: frank.fitzek@tu-dresden.de
<b>Projektvolumen</b>	8,49 Mio. Euro (davon 69 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.05.2019 bis 30.04.2022
<b>Internet</b>	forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/ projekte/5g-insel
<b>Programm</b>	Hightech-Strategie 2025
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Rainer Moorfeld Tel.: 030 31 007 835 2 E-Mail: rainer.moorfeld@vdivde-it.de

## Projektporträt

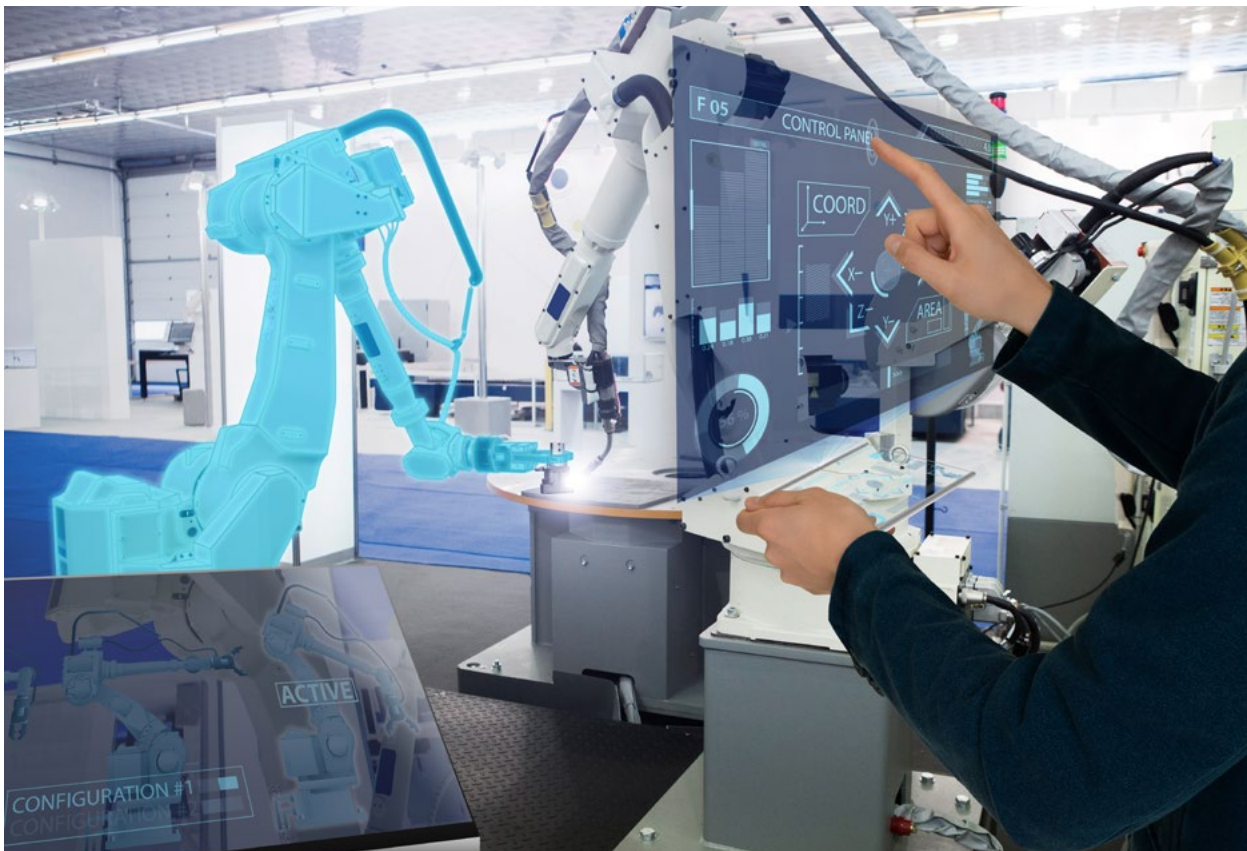
# Labore für sichere und zuverlässige Kommunikation in der Industrie

### Motivation

Unter dem Stichwort Industrie 4.0 wird die Zukunft der industriellen Fertigung geplant. Die Fabrik der Zukunft zeichnet sich durch kürzere Entwicklungszyklen sowie höhere Produktindividualisierung aus und benötigt schnell rekonfigurierbare Produktionsressourcen. Für die Vernetzung von Maschinen und Anlagen werden Funklösungen daher immer interessanter, denn sie ermöglichen die nötige Flexibilität – zum Beispiel für eine einfache sensorische Überwachung einer vorausschauenden Wartung oder für neue Bedienmöglichkeiten im Rahmen von Mensch-Maschine-Interaktionen. Aufgrund der strengen Anforderungen im industriellen Sektor, vor allem im Hinblick auf die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Systeme, ist die Verbreitung von Funklösungen zurzeit allerdings noch gering.

### Ziele und Vorgehen

Damit ein Unternehmen seine Produkte für eine digitale Zukunft rüsten kann, sind umfassende Forschungs- und Entwicklungsaufgaben zur Realisierung sicherer Funkkommunikationstechnik zu lösen. Das erfordert interdisziplinäre Expertise und eine aufwendige wissenschaftliche Ausstattung. Die große Bandbreite an Lösungen und die Anforderungen für verschiedene Einsatzszenarien können besonders von kleinen und mittleren Unternehmen oft nicht überblickt werden. Das Industrial Radio Lab Germany (IRLG) wird daher Unternehmen bei der Forschung und Umsetzung unterstützen. Das IRLG ist als Verbund von vier verteilten Forschungs- und Entwicklungslaboren in Dresden, Kaiserslautern, Bremen und Magdeburg organisiert, die mit regionalen kleinen und mittleren Unternehmen vernetzt sind. Die regionalen Labore mit individueller



Im Labor kann die Zusammenarbeit von Menschen und Robotern umfassend getestet werden.



Ausprägung stellen kooperierenden Unternehmen die nötigen Forschungskapazitäten wie etwa interdisziplinäre Expertise und Gerätetechnik zur Verfügung, entwickeln Innovationen, dienen als Schaufenster für sichere Funkkommunikationslösungen und fungieren als Mentorenplattform für Forschende.

### Innovationen und Perspektiven

Durch die Unterstützung von Unternehmen soll mittelfristig der Einsatz innovativer Kommunikationstechnologien deutlich beschleunigt werden. Unternehmen in Deutschland können sich so einen nachhaltigen Technologievorsprung gegenüber der internationalen Konkurrenz erarbeiten.

### Projektpartner

- Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Funkkommunikation und Navigation
- Universität Bremen, Institut für Telekommunikation und Hochfrequenztechnik (ITH)
- Institut für Automation und Kommunikation e. V.

<b>Projekt</b>	<b>Labore für sichere und zuverlässige Kommunikation in der Industrie (IRLG)</b>
<b>Koordination</b>	Technische Universität Dresden Institut für Nachrichtentechnik Dr.-Ing. Norman Franchi Chemnitz Straße 50 01187 Dresden E-Mail: norman.franchi@tu-dresden.de
<b>Projektvolumen</b>	5,06 Mio. Euro (davon 97 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.09.2019 bis 31.01.2024
<b>Internet</b>	forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/ projekte/irlg
<b>Programm</b>	Hightech-Strategie 2025
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Rainer Moorfeld Tel.: 030 31 007 835 2 E-Mail: rainer.moorfeld@vdivde-it.de

## Projektporträt

# „Offenes Testfeld Berlin“ für Technologien des Mobilfunks der fünften Generation und darüber hinaus

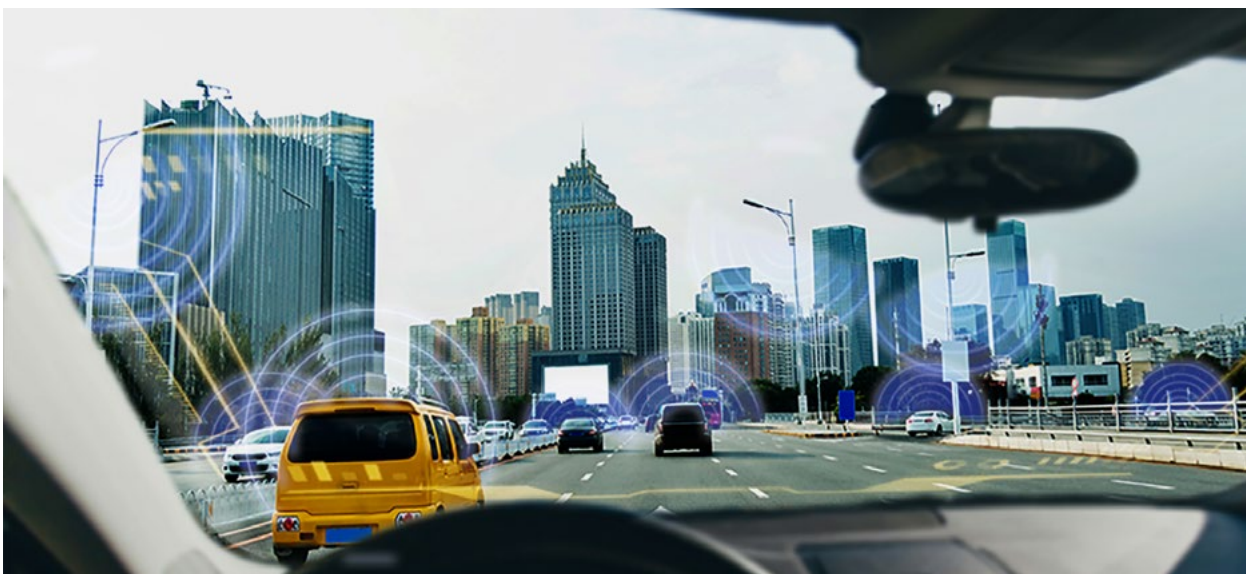
### Motivation

Die Digitalisierung der Gesellschaft und Wirtschaft ist ohne zuverlässige und leistungsstarke Vernetzungstechnologien nicht möglich. Künftige Anwendungen in Produktionsanlagen oder im Verkehr der Zukunft werden hohe Anforderungen an die Kommunikationssysteme stellen. Es ist abzusehen, dass diese Bedarfe nur mit Technologien wie dem Mobilfunksystem der fünften Generation (5G) zu erfüllen sind. In ersten Ländern wird 5G schon ausgebaut, jedoch ist es bis zum flächendeckenden Einsatz noch ein langer Weg. Zudem wird aktuell die Standardisierung noch fortgeführt, das heißt, es werden schrittweise neuere Versionen veröffentlicht. In der Regel haben Forschungseinrichtungen, kleinere Unternehmen und speziell Anwenderindustrien keinen Zugang zu noch nicht veröffentlichten Versionen von 5G. In den von ihnen entwickelten Komponenten werden so nicht alle Aspekte zukünftiger 5G-Versionen integriert und getestet werden können.

### Ziele und Vorgehen

Ziel im Projekt „Open Testbed Berlin – 5G and Beyond (OTB-5G+)“ ist die Untersuchung einer neuen Netzarchitektur für 5G und nachfolgende Mobilfunksysteme.

Dabei werden alle wesentlichen Teile eines solchen Systems betrachtet. Dies betrifft die drahtlose Datenübertragung, das glasfaserbasierte Transportnetz und die Anbindung der drahtlosen Zugangspunkte. Eine der Technologien, die in OTB-5G+ demonstriert werden soll, ist die cloudbasierte Ansteuerung von kleinen Funkzellen. Aufgrund ihrer großen Anzahl befinden sie sich dicht bei den Endgeräten. Zur Überbrückung der letzten Meter vom Verteilerkasten bis zum Gebäude soll die Verwendung von optischen Drahtlostechniken erforscht und erprobt werden. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Entwicklung von verteilten Rechenressourcen, die durch ihre örtliche Nähe zu den Zugangsknoten für geringe Verzögerungen in der Verarbeitung von Daten sorgen sollen. So stehen für Anwendungen wie dem autonomen vernetzten Fahren verzögerungsfrei hohe Datenraten und Rechenressourcen zur Verfügung. Im Projekt sollen so Sensordaten aus Fahrzeugen und Sensoren an Sendemasten neben der Fahrbahn, zum Beispiel an Straßenlaternen, gewonnen werden. Mittels innovativer Signalverarbeitung werden die Daten in der Netzwerkinfrastruktur zu einem zentralen Lagebild verwoben. Fahrzeuge erhalten daraus ein sehr genaues Abbild ihrer Umgebung. Um dem so



Im Projekt OTB-5G+ werden Mobilfunktechnologien entwickelt, die über ein offenes Testfeld schnell in Anwendungen überführbar sind.

entstehenden großen Datenaufkommen zu begegnen, wird ein intelligentes Netzwerkmanagement erforscht. Dies ermöglicht die dynamische und zugleich bedarfsgerechte Umstrukturierung des Netzwerks und seiner Funktionen. Neben dem Netzwerkmanagement werden auch neuartige Übertragungstechniken für Glasfasern im Transportnetz untersucht. Die entwickelten Konzepte und Technologien werden abschließend in ein Testfeld auf einem universitären Campus der Technischen Universität Berlin und den umliegenden Straßen integriert und demonstriert.

### Innovationen und Perspektiven

Aus den Projektergebnissen werden beispielhafte Lösungen entstehen, die schnell von Unternehmen an ihre Anwendungsszenarien angepasst und umgesetzt werden können. Innovative Mobilfunktechnologien werden so frühzeitig Unternehmen und Forschungseinrichtungen verfügbar gemacht und können auf dem Testfeld in Berlin erprobt werden. Zudem wird der Aufbau unternehmenseigener privater 5G-Netze durch die Vermittlung von Erfahrungswerten und Testausrüstung unterstützt. Davon profitieren insbesondere regionale kleine und mittelständische Unternehmen. Insgesamt wird die Wettbewerbsfähigkeit des Mittelstands maßgeblich durch den beschleunigten Transfer von Vernetzungstechnologien in die Anwendung gestärkt.

### Projektpartner

- **BISDN GmbH**
- **highstreet technologies GmbH**
- **IAF Institut für angewandte Funksystemtechnik GmbH**
- **ADVA Optical Networking SE**
- **Cisco Systems GmbH**
- **Technische Universität Berlin, Institut für Telekommunikationssysteme**
- **NVIDIA ARC GmbH**
- **MECSware GmbH**
- **Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Forschung Berlin**

<b>Projekt</b>	„Offenes Testfeld Berlin“ für Technologien des Mobilfunks der fünften Generation und darüber hinaus (OTB-5G+)
<b>Koordination</b>	Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik HHI Dr.-Ing. Kai Habel Einsteinufer 37 10587 Berlin E-Mail: kai.habel@hhi.fraunhofer.de
<b>Projektvolumen</b>	6,90 Mio. Euro (davon 77 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2019 bis 31.05.2022
<b>Internet</b>	forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/ projekte/otb-5g
<b>Programm</b>	Hightech-Strategie 2025
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Kai Börner Tel.: 030 31 007 854 67 E-Mail: kai.boerner@vdi-vde-it.de

## Projektporträt

# Offene Routerplattform für eine echtzeitfähige Kommunikation in industriellen Netzwerken mit hoher Bandbreite

### Motivation

Die Digitalisierung der Wirtschaft wirkt sich in hohem Maße auf die Produktions- und Automatisierungstechnik aus. Standardkomponenten aus dem IT-Umfeld weisen oft nicht die erforderlichen Funktionen, Performance oder die Schnittstellen zu proprietären industriellen Kommunikationsnetzen auf. Es gibt bereits vereinzelte Aktivitäten, die sich dieser Probleme annehmen. Die existierenden Lösungen weisen jedoch eine hohe Komplexität auf, die eine einfache und schnelle Umsetzung in kleinen und mittleren Unternehmen erschwert. Aufgrund der Vielzahl der heute im Einsatz befindlichen Kommunikationsnetze ist zudem eine offene Kommunikationslösung gefragt, mit der sich solche Netze in eine Gesamtlösung integrieren lassen. In der industriellen Kommunikation setzt man dabei beispielsweise auf einen mit dem Heimnetzwerk verwandten offenen Standard „Time-Sensitive Networking (TSN)“, in den sich existierende Kommunikationsnetze einbinden lassen.

### Ziele und Vorgehen

Basierend auf diesem Standard wird im Projekt TSN4-KMU eine offene und zugleich modulare Routerplattform entwickelt. Mit dieser lassen sich breitbandige echtzeitfähige industrielle Netzwerke mit geringem Aufwand aufbauen. Bei der Entwicklung und technischen Umsetzung werden besonders die Anforderungen von mittelständischen Unternehmen der Produktionsbranche berücksichtigt. Um eine hohe Flexibilität zu erreichen, setzt man im Projekt auf eine softwarebasierte Umsetzung von Netzwerkprotokollen in industriellen Anwendungen. Diese Flexibilität ermöglicht es, verschiedenste Maschinen und Sensoren zur Überwachung von Produktionsabläufen herstellerunabhängig miteinander zu vernetzen. Im Projekt wird daran geforscht, zukünftige Anwendungen mit sehr hohem Bandbreitenbedarf zu ermöglichen – beispielsweise die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften mittels Augmented-Reality-Technologien. Diese haben nicht



Die Modularität der im Projekt entwickelten Routerplattform erlaubt eine flexible Integration neuer Netzwerktechnologien.

nur hohe Anforderungen an die Bandbreite, sondern auch an die Reaktionsschnelligkeit des Netzwerks. Kommen wichtige Informationen verzögert an, können einzelne Arbeitsprozesse bei der Zusammenarbeit von Mensch und Maschine nicht sicher ausgeführt werden. Die Sicherheit von Netzwerken ist durch Konfigurationsfehler und Angriffe auf das Netzwerk gefährdet. Deshalb werden im Projekt Ansätze und Methoden zur einfachen Konfiguration und Datenflusssteuerung des Netzwerks entwickelt und umgesetzt.

### Innovationen und Perspektiven

Das Projekt TSN4KMU wird durch die Entwicklung leistungsstarker Netzwerktechnologien zur erfolgreichen Digitalisierung der Wirtschaft beitragen. Die mögliche Überführung von Bestandsanlagen versetzt insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen in die Lage, vom Erfolg der Digitalisierung in der Fertigung zu profitieren. Mit der im Projekt entwickelten Routerplattform können Unternehmen leistungsfähige industrielle Netzwerke aufbauen, die zudem sehr robust und einfach zu warten sind.

### Projektpartner

- **Universität Stuttgart, Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW)**

<b>Projekt</b>	<b>Offene Routerplattform für eine echtzeitfähige Kommunikation in industriellen Netzwerken mit hoher Bandbreite (TSN4KMU)</b>
<b>Koordination</b>	InnoRoute GmbH Christian Liß Marsstraße 1a 80335 München E-Mail: liss@innoroute.de
<b>Projektvolumen</b>	0,71 Mio. Euro (davon 77 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.04.2019 bis 30.09.2021
<b>Internet</b>	forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/ projekte/tsn4kmu
<b>Programm</b>	Hightech-Strategie 2025
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Kai Börner Tel.: 030 31 007 854 67 E-Mail: kai.boerner@vdi-vde-it.de

## Projektporträt

# Molekulare Kommunikation für industrielle Anwendungen

---

### Motivation

Herkömmliche drahtlose Kommunikationssysteme verwenden elektromagnetische (EM) Wellen zur Informationsübertragung. Dieser Ansatz ist für viele konventionelle Anwendungen, wie zum Beispiel den Mobilfunk oder die Kabelübertragung, gut geeignet. Für Anwendungen, bei denen Netzwerkknoten mit Abmessungen im Nano- oder Mikrobereich kommunizieren müssen, oder für Kommunikation in schwierigen Umgebungen, wie beispielsweise in Flüssigkeiten oder in explosiven Gasen, sind EM-basierte Kommunikationssysteme oft ungeeignet. Inspiriert durch die Kommunikation und Vernetzung bei Bakterien und Zellen, wurde für solche Anwendungen ein neues Konzept, die sogenannte molekulare Kommunikation (MK), vorgeschlagen. Dabei werden Moleküle oder sehr kleine Partikel mit Abmessungen im Mikro- bis Nanometerbereich als Informationsträger verwendet.

### Ziele und Vorgehen

Während die meisten Arbeiten zu molekularer Kommunikation bisher Nano- und Mikroanwendungen – oft mit biologischem oder medizinischem Bezug – im Fokus hatten, wird in diesem Projekt die Eignung von MK für makroskopische, industrielle Anwendungen untersucht. Zu diesem Zweck werden flüssigkeits- und luftbasierte makroskopische MK-Systeme entworfen und demonstriert. Schritt für Schritt entwickeln die Forscherinnen und Forscher alle notwendigen Funktionalitäten (unter anderem Modulations-, Kanalschätz- und Detektionsverfahren) und Werkzeuge (zum Beispiel analytische Methoden, effiziente Simulationsumgebungen, geeignete experimentelle Plattformen und Demonstratoren). Darüber hinaus erarbeiten sie konkrete Anwendungsszenarien für MK und evaluieren die jeweiligen Vor- und Nachteile der vorgeschlagenen Konzepte im Vergleich zu existierenden Alternativlösungen.



Makroskopische molekulare Kommunikation kann beispielsweise zur Kommutation in Gaspipelines angewendet werden.

### Innovationen und Perspektiven

Molekulare Kommunikation ist ein vollkommen neues, noch relativ wenig erforschtes Konzept für nachrichtentechnische Systeme. Während sich MK-Systeme für Nano- und Mikroanwendungen in der Medizin wohl erst in einigen Jahrzehnten realisieren lassen, bestehen gute Aussichten, dass makroskopische MK-Systeme für industrielle Anwendungen in absehbarer Zeit umgesetzt werden können. Dort verspricht MK eine effiziente Kommunikation in Umgebungen, in denen EM-basierte drahtlose Kommunikation aufgrund des Ausbreitungsmediums ungeeignet oder unzulässig ist, wie etwa in chemischen Anlagen, flüssigkeitsdurchströmten Rohrleitungen wie Öl- oder Gaspipelines, Luftschächten oder anderen Tunnelsystemen. Das Projekt legt hierfür den Grundstein, auf dem weitreichende Innovationen und Wertschöpfungen aufbauen können.

### Projektpartner

- Technische Universität München, Lehrstuhl für Theoretische Informationstechnik
- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Lehrstuhl für Informations- und Codierungstheorie
- Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Funkkommunikation und Navigation
- Universität Paderborn, Institut für Informatik

<b>Projekt</b>	<b>Molekulare Kommunikation für industrielle Anwendungen (MAMOKO)</b>
<b>Koordination</b>	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg Lehrstuhl für Digitale Übertragung Prof. Dr. Robert Schober Cauerstraße 7 91058 Erlangen E-Mail: robert.schober@fau.de
<b>Projektvolumen</b>	3,26 Mio. Euro (100 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.11.2018 bis 31.10.2021
<b>Internet</b>	forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/ projekte/mamoko
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Rainer Moorfeld Tel.: 030 31 007 835 2 E-Mail: rainer.moorfeld@vdivde-it.de

## Projektporträt

# Neue Ansätze für zukünftige Kommunikationssysteme

---

### Motivation

Maschine-zu-Maschine-Kommunikation und Maschine-zu-Mensch-Kommunikation sind wesentliche Komponenten der fünften Mobilfunkgeneration (5G). Um anspruchsvolle Anwendungen wie die vernetzte Fabrik oder das vernetzte autonome Fahren zu realisieren, müssen die notwendigen Latenz-, Resilienz- und Datensicherheitsanforderungen erfüllt werden. Viele dieser Anwendungen sind heute im Sinne des Übertragungsschemas von Claude E. Shannon aufgebaut, der als Begründer der Informationstheorie gilt. Das heißt: Die Empfänger müssen alle Nachrichten verstehen, die in das gesamte Netzwerk gesendet werden – auch wenn nicht alle für sie relevant sind. Das ist in vielen Fällen ineffizient. Darüber hinaus ist es in Kommunikationsnetzwerken möglich, dass Angreifer vertrauliche Daten stören oder manipulieren. Die Einhaltung der Privatsphäre, Vertraulichkeit und Integrität der Kommunikation wird also zunehmend komplexer und komplizierter. Hier versprechen neue Kommunikationsmodelle erhebliche Verbesserungen und Leistungssteigerungen.

### Ziele und Vorgehen

Im Projekt NewCom soll eine allgemeine Theorie für Kommunikationssysteme jenseits des Shannon'schen Kommunikationsansatzes entwickelt werden, um die Effizienz der Informationsübertragung für bestimmte

Anwendungen erheblich zu erhöhen. Abschließend testen die Forscherinnen und Forscher die erarbeiteten Lösungen in einem Demonstrator, um die zu erwartenden Leistungsgewinne experimentell zu verifizieren.

### Innovationen und Perspektiven

Im Projekt NewCom soll weltweit zum ersten Mal das enorme Potenzial neuer Kommunikationsmodelle jenseits des Shannon'schen Ansatzes aufgezeigt werden. Die zu entwickelnden Demonstratoren bilden die Basis zur Gestaltung zukünftiger Kommunikationssysteme. In Zusammenarbeit mit einem Industriebeirat werden praktisch relevante, neue Anwendungsfelder herausgearbeitet. Mittelfristig werden neue innovative Produkte im Bereich der vernetzten Fabrik und beim vernetzten autonomen Fahren erwartet.

### Projektpartner

- Technische Universität München, Lehrstuhl für Nachrichtentechnik
- Technische Universität Berlin, Fachgebiet Informationstheorie und deren Anwendungen

$$H(P) = - \sum_x p(x) \log p(x)$$

Mittlerer Informationsgehalt einer Nachricht nach Shannon: Ohne diese Formel gäbe es kein modernes Kommunikationssystem.



<b>Projekt</b>	<b>Neue Ansätze für zukünftige Kommunikationssysteme (NewCom)</b>
<b>Koordination</b>	Technische Universität München, Lehrstuhl für Theoretische Informationstechnik Prof. Dr.-Ing. Holger Boche Theresienstraße 90 80333 München E-Mail: boche@tum.de
<b>Projektvolumen</b>	3,80 Mio. Euro (100% BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.06.2019 bis 31.05.2022
<b>Internet</b>	<a href="http://forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/newcom">forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/ projekte/newcom</a>
<b>Programm</b>	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung zur IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projekträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Rainer Moorfeld Tel.: 030 31 007 835 2 E-Mail: rainer.moorfeld@vdivde-it.de

## Projektporträt

# Neue Netzwerktechnologien für den Mittelstand

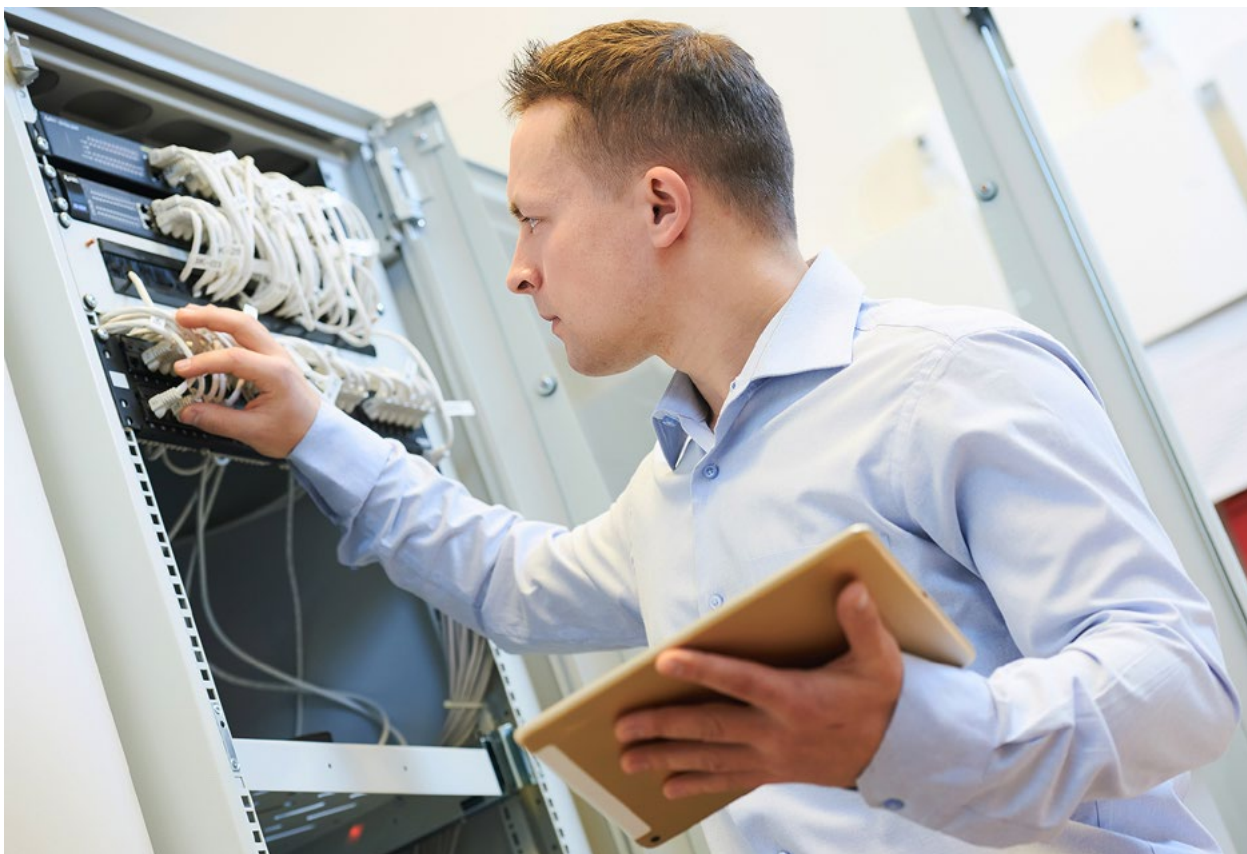
---

### Motivation

Für die nahe Zukunft strebt die Industrie eine weitere Flexibilisierung von Produktionsprozessen an: So sollen beispielsweise Produktionsaufgaben über Firmengrenzen hinweg dynamisch verteilt und die damit einhergehende Auftragsabwicklung automatisiert werden. Dazu ist eine flexible Kommunikation zwischen unterschiedlichsten Werkzeugen nötig – von Softwaretools zur Ressourcenplanung bis hin zur zeitkritischen Kommunikation von Komponenten in der Fertigung. Die einzusetzenden Kommunikationssysteme müssen dabei unter anderem hohen Anforderungen an Sicherheit und Echtzeitfähigkeit genügen. Kommunikationsnetzwerke der Zukunft benötigen aufgrund der ständig wechselnden Anforderungen auch eine extrem hohe Flexibilität bei der Ausgestaltung der Kommunikationsbeziehungen zwischen den Netzwerkteilnehmern.

### Ziele und Vorgehen

Erreicht wird diese Flexibilität, indem die physische Netzwerkstruktur sowie bestimmte Netzwerkfunktionen – beispielsweise die Errichtung einer Firewall an einer beliebigen Stelle im Netzwerk – über Software dynamisch gesteuert werden können. Ziel im Projekt MONAT (Modellbasierte und bedarfsgerechte Netzwerkkonfiguration für Netzwerke der Automatisierung und Telekommunikation) sind also Vernetzungslösungen, die diese neuen, softwarebasierten Techniken für eine sichere und verzögerungsarme Kommunikation einsetzen. Gerade für kleinere Unternehmen sowie Endanwender sind solche Technologien anfangs oft schwer zu handhaben. Im Forschungsprojekt werden deshalb geeignete Konfigurationsabläufe und Wartungsstrategien entwickelt. Insbesondere wird die sichere, zeitkritische Maschine-zu-Maschine-Kommunikation erforscht.



In MONAT werden Konfigurationsabläufe und Wartungsstrategien für neue Netzwerktechnologien in KMU entwickelt.

Die Lösung soll den hohen Anforderungen an Sicherheit, Echtzeitfähigkeit und Zuverlässigkeit in künftigen industriellen Netzen gerecht werden. Die Herausforderung besteht neben Konzeption und Entwicklung darin, die Komplexität solch softwarebasierter Netzwerke bei Einführung und im Betrieb gering zu halten.

### Innovationen und Perspektiven

Für die intelligente, vernetzte Produktion (Industrie 4.0) ist die Integration neuer Technologien – wie softwarebasierter, echtzeitfähiger Netzwerke – von entscheidender Bedeutung. Durch die zunehmende Flexibilisierung und Automatisierung wird eine variantenreiche Fertigung ohne manuelles Eingreifen in das Produktionssystem möglich. Dabei spielt eine nahtlose Integration des Datenflusses von der Fertigung bis zur Ressourcenplanung eine entscheidende Rolle. Insbesondere mittelständischen Betreibern künftiger Netzwerke, die auf den im Projekt angestrebten Ergebnissen beruhen, bietet sich so ein Technologievorsprung. Damit können Arbeitsplätze gesichert und weiteres Wachstum generiert werden.

### Projektpartner

- **Netzlink Informationstechnik GmbH**
- **ascolab GmbH**
- **Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Fakultät Elektrotechnik**
- **ifak – Institut für Automation und Kommunikation e.V.**

<b>Projekt</b>	<b>Neue Netzwerktechnologien für den Mittelstand (MONAT)</b>
<b>Koordination</b>	SBSK GmbH Jörg Scholz Zackmünder Straße 4 39218 Schönebeck (Elbe) E-Mail: jscholz@sbsk.de
<b>Projektvolumen</b>	1,30 Mio. Euro (davon 65 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.01.2018 bis 30.06.2020
<b>Internet</b>	<a href="http://forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/monat">forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/monat</a>
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Dimitar Kroushkov Tel.: 030 31 007 854 88 E-Mail: <a href="mailto:dimitar.kroushkov@vdivde-it.de">dimitar.kroushkov@vdivde-it.de</a>

## Projektporträt

# Verwaltungsplattform für ein sicheres Internet der Dinge

---

### Motivation

Das Internet der Dinge (Internet of Things – IoT) ist eine zunehmend an Bedeutung gewinnende Technologie, in der miteinander kommunizierende „Dinge“ eine Schlüsselrolle einnehmen. Dies können Geräte wie Fitness-Tracker und Smart-Home-Produkte sein, aber auch Sensoren in industriellen Umgebungen, die untereinander, mit entfernten Dienstleistern oder mit Endnutzergeräten wie Smartphones und Tablets Daten austauschen. Der großflächige Einsatz heterogener Geräte mit zum Teil beschränkten Rechen- und Speicherressourcen und die verschiedenen Kommunikationstechnologien bieten neue Interaktionsmöglichkeiten für die digitale Welt, stellen aber auch erhöhte Anforderungen an Sicherheit und Datenschutz.

### Ziele und Vorgehen

Im Projekt „Sichere IoT-Management-Plattform“ (SIMPL) wird eine modulare Sicherheitsplattform entwickelt, die den Einsatz von Blockchain-Technologie im

Bereich des IoT ermöglicht. Blockchain ist eine verteilte, verkettete und fortlaufend erweiterbare Datenbank. Die einzelnen Kettenblöcke werden mittels kryptografischer Verfahren miteinander verknüpft. Spätere Transaktionen in der Datenbank bauen auf früheren Transaktionen auf und es wird unmöglich gemacht, Existenz oder Inhalt der früheren Transaktionen zu manipulieren. Durch den Einsatz von Blockchain trägt das Projekt dazu bei, die Sicherheit in großen, dynamischen und heterogenen Systemen zu verbessern. Die in SIMPL zu entwickelnde Sicherheitsarchitektur soll explizit ressourcensparende Ansätze und Techniken einsetzen, die auch in einfachen IoT-Geräten nutzbar sind. Dies wird insbesondere durch die Entwicklung neuer Blockchain-Verifizierungsalgorithmen erreicht, die einen geringen Bedarf an Rechenleistung und Speicherplatz haben. Weiterhin soll die Kompatibilität mit bestehenden Kommunikationstechnologien gewährleistet werden. Dazu ist eine zusätzliche, unabhängige Sicherheitsschicht vorgesehen, die mit verschiedenen



Mit SIMPL wird die IT-Sicherheit im Internet der Dinge verbessert.

Kommunikationsprotokollen kompatibel ist. Diese Kommunikationsprotokolle reglementieren den Datenaustausch zwischen IoT-Geräten. Die Projektentwicklungen werden anhand von zwei Demonstratoren getestet – einer im Bereich industrielle Fertigung und einer im Bereich E-Health.

### Innovationen und Perspektiven

Die entwickelten Werkzeuge und Technologien können vielfältig angewendet werden: Ressourcenteilung (Capacity Sharing) kann beispielsweise eingesetzt werden, um industrielle Fertigungsanlagen optimal auszulasten und gleichzeitig Betriebsgeheimnisse und anderes geistiges Eigentum zu schützen. Privatpersonen profitieren etwa bei kostengünstigen Geräten wie Fitness-Trackern, Personenwaagen oder Blutzuckermessgeräten. Umfassende Gesundheitsdaten können sicher an Ärzte, Versicherungen oder Forschungseinrichtungen geschickt werden, da Privatsphäre und Datenschutz eingehalten werden. Hier können Authentifizierung, differenzierte Kontrolle der Datenzugriffe und Verschlüsselung für eine erhöhte Sicherheit der Gesundheitsdaten sorgen.

### Projektpartner

- **Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V.**
- **Mixed Mode GmbH**
- **Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Institut für Informatik**

<b>Projekt</b>	<b>Verwaltungsplattform für ein sicheres Internet der Dinge (SIMPL)</b>
<b>Koordination</b>	Infosim GmbH & Co. KG Dr. David Hock Landsteinerstraße 4 97074 Würzburg E-Mail: hock@infosim.net
<b>Projektvolumen</b>	1,78 Mio. Euro (davon 77 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.07.2018 bis 30.06.2021
<b>Internet</b>	forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/ projekte/simpl
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Dimitar Kroushkov Tel.: 030 31 007 854 88 E-Mail: dimitar.kroushkov@vdivde-it.de

## Projektporträt

# Taktiler Internet für sichere und zeitsensitive Anwendungen der Industrie- und Prozessautomation

### Motivation

Die Bedeutung der Kommunikationstechnologien für die Automatisierung nimmt stark zu. Dabei spielen drahtlose Kommunikationslösungen eine immer wichtigere Rolle. Diese sind aber aktuell kaum in der Lage, die weiterhin steigenden Anforderungen von industriellen Anwendungen an Sicherheit, Zuverlässigkeit, Echtzeitfähigkeit und Universalität zu erfüllen.

Moderne zellulare Mobilkommunikationslösungen erlauben flexiblere, besser skalierbare und einfacher zu verwaltende Netzwerke. Dies gilt insbesondere für die Narrowband-IoT (NB-IoT)-Funktechnologie. NB-IoT ist eine Funktechnologie mit niedrigem Energiebedarf sowie hoher Gebäudedurchdringung und Reichweite und somit eine innovative Lösung für das Internet der Dinge. Insbesondere auf niedrige Latenzzeiten sowie auf Zuverlässigkeit ausgelegte Anwendungen können hiervon profitieren.

### Ziele und Vorgehen

Auf dieser Basis werden im Projekt neuartige Lösungen für eine eventbasierte, flexible und skalierbare Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M)

entwickelt. Diese sind beispielsweise für die Steuerung und Regelung von Maschinen und Robotern in der Industrie notwendig. Trotz möglicher Störungen der Funkwellen in industriellen Umgebungen müssen funktional kritische Anwendungen zuverlässig funktionieren: Dafür werden mehrere Frequenzbänder sowie die Mehrwegeausbreitung genutzt. Die verwendeten Frequenzbänder haben zudem nur eine kleine Bandbreite, sodass sie möglichst flexibel in ungenutzte Bereiche des bestehenden Frequenzspektrums eingebettet werden können. Ein intelligentes und verteiltes Antennensystem wird in das Gesamtsystemkonzept integriert, um die Zuverlässigkeit der Funkübertragung auch über weiträumige industrielle Anlagen sicherstellen zu können.

### Innovationen und Perspektiven

Die hohe Skalierbarkeit, also die Unterstützung einer sehr großen Anzahl von Geräten, erfordert neue Verfahren, um Daten und Kontrollinformationen zu trennen. Diese Trennung sowie der Entwurf neuer Zugriffsverfahren ermöglichen es, dass viele Geräte in der industriellen Produktion gleichzeitig kommunizieren können. Die im Projekt entwickelten Verfahren



Drahtlose Kommunikationstechnologien in der Industrie- und Prozessautomation ermöglichen kooperative Arbeitsmodelle.

werden abschließend sowohl im Labor als auch in zwei realen Anwendungsszenarien aus der Industrie- und Prozessautomation getestet. Insbesondere evaluieren die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch Anwendungen, wie sie bei kleinen und mittelständischen Unternehmen üblich sind. So ermöglicht die Technologie beispielsweise die direkte Kooperation zwischen Mensch und beweglichem Roboter oder den Einsatz drahtloser Not-Aus-Schalter.

### Projektpartner

- Cumulocity GmbH
- Gesellschaft für Netzwerk- und Automatisierungstechnologie mbH
- Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI
- Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V.
- Pilz GmbH & Co. KG
- SAMSON AKTIENGESELLSCHAFT

<b>Projekt</b>	<b>Taktiler Internet für sichere und zeitsensitive Anwendungen der Industrie- und Prozessautomation (Taktilus)</b>
<b>Koordination</b>	CommSolid GmbH Dr. Matthias Weiss Am Waldschlösschen 1 01099 Dresden E-Mail: matthias.weiss@commsolid.com
<b>Projektvolumen</b>	3,03 Mio. Euro (davon 67 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.01.2018 bis 31.12.2020
<b>Internet</b>	forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/ projekte/taktilus
<b>Programm</b>	IKT 2020 – Forschung für Innovation
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Rainer Moorfeld Tel.: 030 31 007 835 2 E-Mail: rainer.moorfeld@vdivde-it.de



## Forschung zur IT-Sicherheit für Industrie 4.0

---

Für Deutschland als weltweit führenden Industriestandort ist die Vernetzung der Produktion eine zentrale Zukunftschance. In der intelligenten Fabrik sind alle Maschinen mit dem Internet verbunden. Dadurch überträgt sich die weiterhin zunehmende Bedrohung von IT-Systemen durch Cyberangriffe auch auf industrielle Anlagen.

Immer häufiger greifen Hacker mit kriminellen Motiven Industrienetze an. Mit teils gravierenden Folgen: Störungen der Fertigung oder der Abfluss sensibler Geschäftsdaten können zu erheblichen finanziellen Verlusten führen. Der deutschen Wirtschaft entsteht durch Industriespionage, Datendiebstahl und Sabotage jährlich ein Gesamtschaden von mehr als 21 Milliarden Euro. Nahezu die Hälfte aller deutschen Industrieunternehmen erlitt in den Jahren 2017 und 2018 finanzielle Einbußen aufgrund digitaler Angriffe. Der Schutz vor Wirtschaftskriminalität, Industriespionage und Sabotage wird somit immer wichtiger:

Neue Lösungen für die IT-Sicherheit und deren durchgängige Integration in die vertikalen und horizontalen Wertschöpfungsketten sind erforderlich.

Eine große Herausforderung für die IT-Sicherheitsforschung ist die Heterogenität von Maschinen und Anlagen. Es sind sehr viele, meist nicht kompatible Geräte im Einsatz, was zahlreiche, unterschiedliche Sicherheitslösungen verlangt. Solche Lösungen sollten jedoch – soweit möglich – standardisiert sein und auf einheitliche Schnittstellen setzen, damit der Wettbewerb nicht behindert wird und kostengünstige Lösungen entstehen können. Die Forschung will diesen Zielkonflikt zwischen Heterogenität und Standardisierung bestmöglich auflösen.

Eine weitere Herausforderung ist die Langlebigkeit von Maschinen und Anlagen: Geräte sind lange Zeit im Einsatz und können nicht kurzfristig aktualisiert werden, beispielsweise aufgrund von Zertifizierungen oder begrenzten Wartungsfenstern. Denn während der Updates steht die Maschine still und Produktionsausfälle drohen. Es liegt also im Unternehmensinteresse, diese Zeiten zu minimieren. Gleichzeitig liefern Hersteller





in immer kürzeren Zyklen Softwareupdates aus, um Sicherheitslücken zu schließen. Die Folge: Maschinen sind lange in Betrieb, bieten mit ihrer teils veralteten Software aber Einfallstore für Angriffe.

Die Entwicklung von IT-Sicherheitslösungen für Industrie 4.0 stärkt den Industriestandort Deutschland. Von entscheidender Bedeutung sind Innovationen, die auf eine Vielzahl von Anwendungsfällen übertragbar sind. Das Nationale Referenzprojekt zur IT-Sicherheit in der Industrie 4.0 (IUNO) hat einen Werkzeugkasten solcher Lösungen entwickelt. Im Nachfolgevorhaben IUNO InSec sowie mehreren Umsetzungsprojekten werden die noch bestehenden Lücken konsequent identifiziert und geschlossen. So unterstützt das Bundesforschungsministerium Unternehmen – insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) – dabei, sichere Kommunikation für Industrie-4.0-Anwendungen zu etablieren.

**Weitere Informationen und Projekte unter**  
[forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de](https://www.forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de)

## Projektporträt

# Blockchain-Technologien effizient und sicher für industrielle Anwendungen nutzen

---

### Motivation

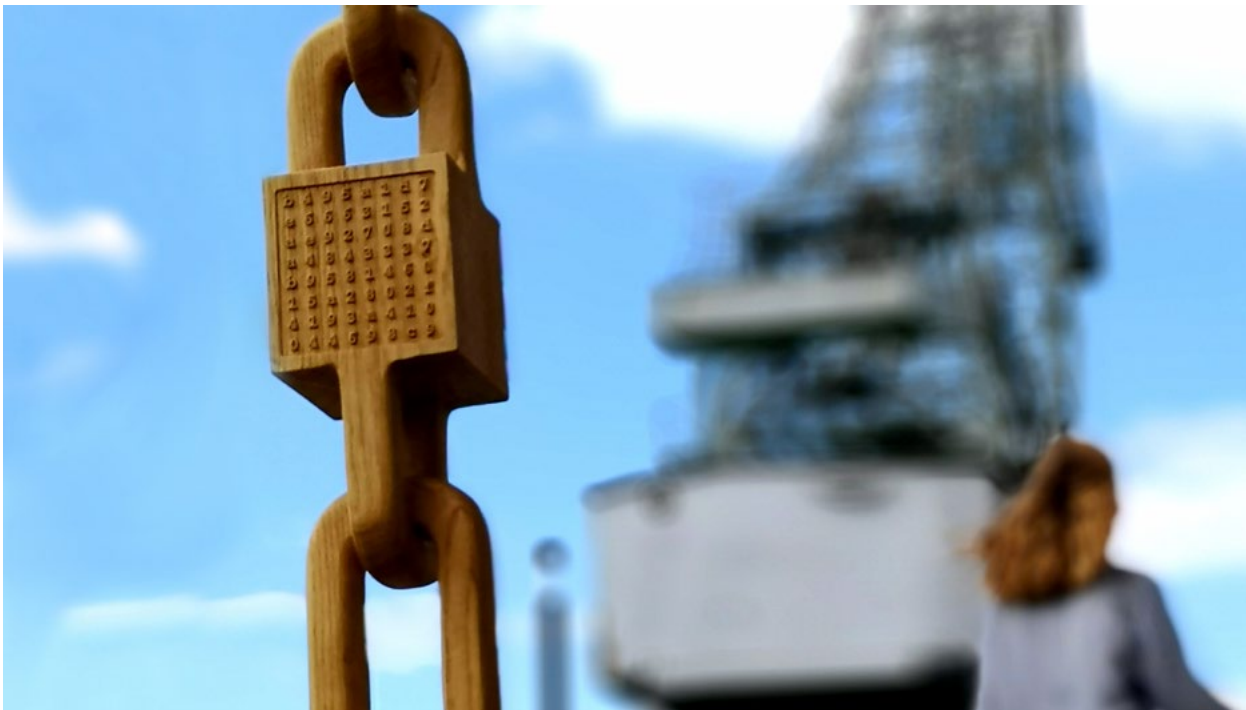
Die Blockchain ist eine relativ neue Technologie und erlangte mit der Einführung der Kryptowährung Bitcoin erstmals weltweite Aufmerksamkeit. Doch die Blockchain ist mehr als nur die Technologie hinter Bitcoin.

Die Blockchain-Technologien stoßen derzeit Veränderungen in verschiedenen Märkten und Branchen an, deren Geschäftsmodelle, Produkte und Dienstleistungen auf Netzwerktransaktionen beruhen. Auch im industriellen Umfeld werden Fertigungs- und Logistikprozesse immer stärker vernetzt: Maschinen agieren autonom miteinander und tauschen werthaltige Informationen aus. Der Gewährleistung von Daten- und Prozessintegrität kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Eigenschaften der Blockchain-Technologien wie Dezentralität, der Einsatz von Kryptografie und konsensbasierte Entscheidungsfindung können hier Vorteile bieten.

Um die Potenziale der Blockchain-Technologien für industrielle Anwendungen jedoch vollständig zu nutzen, ist noch eine Reihe von Herausforderungen zu bewältigen. Die Komplexität bei der Entwicklung von Blockchain-Protokollen und -Anwendungen ist immer noch vergleichsweise hoch. So bestehen beispielsweise Zielkonflikte hinsichtlich Effizienz, Skalierbarkeit und Sicherheit, die es aufzulösen gilt.

### Ziele und Vorgehen

Ziel des Projekts ist es, auf Blockchain-Technologien basierende Lösungen für industrielle Anwendungen umfassend und systematisch zu erforschen. Das Projektteam analysiert und bewertet hierzu sowohl die technischen als auch die ökonomischen Grundlagen. Es werden geeignete Blockchain-Protokolle sowie Smart Contracts untersucht. Bei Smart Contracts handelt es sich um Verträge in Form von Programmen, die bei der Erfüllung gewisser Kriterien automatisch ausgeführt werden.



Die Blockchain ist vergleichbar mit einer Kette, der fortwährend neue Elemente hinzugefügt werden.

Von besonderer Bedeutung beim Einsatz von Smart Contracts ist, dass die Schnittstelle zwischen den Daten in der Blockchain und der realen Welt sicher umgesetzt wird. Um externe Daten in das Netzwerk einer Blockchain zu integrieren, bedarf es sogenannter Oracles. Ein zentraler Bestandteil des Projekts ist die Entwicklung sicherer und vertrauenswürdiger hardwarebasierter Smart Oracles.

Die Ergebnisse des Projekts werden in Demonstratoren umgesetzt und hinsichtlich ihrer technischen Realisierung für industrielle Anwendungen bewertet. Sie sollen ein hohes Maß an IT-Sicherheit aufweisen und zudem kostengünstig, ressourcenschonend sowie skalierbar sein.

### Innovationen und Perspektiven

Blockchain-Technologien bieten die Perspektive, Geschäftsmodelle, Prozesse und Transaktionen sowohl im industriellen Umfeld als auch im öffentlichen Sektor nachhaltig zu verändern und zu erneuern. Die Projektergebnisse werden dazu beitragen, aus heutiger Sicht noch offene technologische und ökonomische Fragen zu beantworten.

### Projektpartner

- Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Informatik – Kryptographie
- NXP Semiconductors Germany GmbH
- Robert Bosch GmbH
- brainbot technologies AG
- Frankfurt School of Finance & Management gGmbH

<b>Projekt</b>	<b>Blockchain-Technologien effizient und sicher für industrielle Anwendungen nutzen (iBlockchain)</b>
<b>Koordination</b>	Ruhr-Universität Bochum Lehrstuhl für Systemsicherheit Prof. Dr. Thorsten Holz Postfach 10 21 48 44721 Bochum E-Mail: thorsten.holz@rub.de
<b>Projektvolumen</b>	7,50 Mio. Euro (davon 66 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.10.2018 bis 30.09.2022
<b>Internet</b>	<a href="https://forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/iblockchain">forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/iblockchain</a>
<b>Programm</b>	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung zur IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projekträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Kerstin Reulke Tel.: 030 31 007 850 7 E-Mail: kerstin.reulke@vdivde-it.de

## Projektporträt

# Integrations- und Migrationsstrategien für industrielle IT-Sicherheit

---

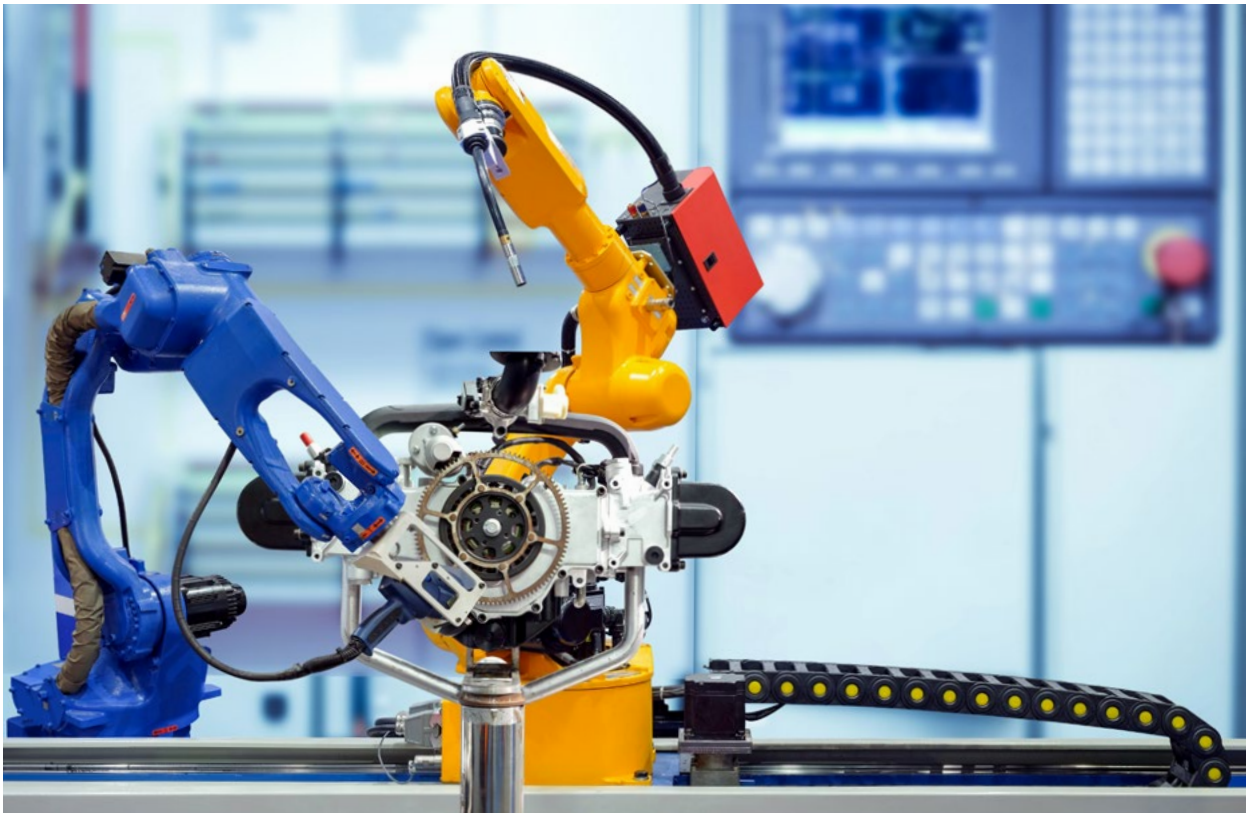
### Motivation

Das nationale Referenzprojekt zur IT-Sicherheit in der Industrie 4.0 (IUNO) hat methodische Ansätze zur Bedrohungs- und Risikobewertung für den industriellen Einsatz erforscht. Lösungskonzepte wurden entwickelt und deren Mehrwert anhand von Demonstratoren aufgezeigt. Damit die IUNO-Ergebnisse bei Anwendern, insbesondere bei KMU, in den Betrieb transferiert werden können, muss deren Reifegrad weiter vorangetrieben werden. Eine wesentliche Hürde für die Nutzung von IT-Sicherheitslösungen in KMU ist die Bewertung des eigenen Sicherheitsniveaus. Häufig fehlt dort eine Strategie zur systematischen Verbesserung des Sicherheitsniveaus, die auch das individuelle Risiko berücksichtigt. Existierende Modelle und Werkzeuge zur Bewertung erfordern immer noch umfangreiches Expertenwissen und ihr Einsatz ist zumeist mit einem hohen technischen und finanziellen Aufwand

verbunden. Für KMU bestehen somit Hürden, die eine angemessene Einführung von Lösungen behindern.

### Ziele und Vorgehen

Im Projekt IUNO InSec werden auf Basis der im IUNO-Projekt entwickelten Bedrohungs- und Risikoanalyse ein Vorgehensmodell und Werkzeuge für die Sicherheitsbewertung und -migration erarbeitet. Dies soll KMU eine leichtere Möglichkeit bieten, den Stand der eigenen IT-Sicherheit zu analysieren und zu bewerten. Die Werkzeuge zeigen Migrationspfade hin zu einem adäquaten Schutzniveau auf und geben Handlungsempfehlungen für den Einsatz von Lösungsbausteinen. Zur Umsetzung dieser Migrationspfade bedarf es flexibel anpassbarer und einfach integrierbarer Sicherheitslösungen, die heute noch nicht in der benötigten Form existieren. Dazu werden ausgewählte Lösungen aus dem Projekt IUNO weiterentwickelt und KMU-gerecht ausgestaltet.



Die vernetzte Produktion bietet ein hohes Optimierungspotenzial, birgt aber auch IT-Sicherheitsrisiken.

### Innovationen und Perspektiven

Die Ausarbeitung eines Modells zur Sicherheitsbewertung und -migration liefert insbesondere KMU eine neue Möglichkeit, den eigenen Stand der IT-Sicherheit im Feld kontinuierlich zu evaluieren und geeignete Maßnahmen frühzeitig zu identifizieren. Ermöglicht wird eine integrierte Nutzung neuer innovativer Lösungsansätze mit etablierten Verfahren unter Berücksichtigung eines angemessenen Kosten-Nutzen-Verhältnisses.

### Projektpartner

- accessec GmbH
- anapur AG
- axxessio GmbH
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH
- Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie SIT
- Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Datenverarbeitung in der Konstruktion

<b>Projekt</b>	<b>Integrations- und Migrationsstrategien für industrielle IT-Sicherheit (IUNO InSec)</b>
<b>Koordination</b>	Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC Prof. Dr. Claudia Eckert Parkring 4 85748 Garching E-Mail: Claudia.Eckert@aisec.fraunhofer.de
<b>Projektvolumen</b>	4,50 Mio. Euro (davon 85 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.10.2018 bis 30.09.2021
<b>Internet</b>	<a href="http://forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/iuno-insec">forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/iuno-insec</a>
<b>Programm</b>	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung zur IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projekträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Joachim Lepping Tel.: 089 51 089 630 10 E-Mail: joachim.lepping@vdivde-it.de

Projektporträt

IT-Sicherheitsleitstand für die Industrie 4.0

Motivation

In Industrie-4.0-Umgebungen sind Produktionsnetze eng mit IT-Systemen wie Firmennetzen oder dem Internet verbunden. Dadurch entstehen Angriffsmöglichkeiten und Risiken für die Produktionsumgebung, die neue Sicherheitskonzepte erforderlich machen. In IT-Netzwerken werden in IT-Sicherheitsleitständen Zustands- und Fehlermeldungen der Systeme gesammelt und ausgewertet, um geeignete Sicherheitsmaßnahmen einzuleiten. In Industrienetzwerken ist dies bisher kaum umgesetzt, da die Komponenten, darunter oft alte Anlagenteile, keine entsprechenden sicherheitsrelevanten Meldungen erzeugen können. Um einen vergleichbaren Sicherheitsstandard im Produktionsumfeld zu erreichen, müssen dort neue Datenquellen etabliert werden, die entsprechende Informationen bereitstellen können. Damit wird eine Auswertung der Zustandsdaten des Produktionsnetzes ermöglicht.

Ziele und Vorgehen

Ziel des Projekts IUNO-iSOC (Industrial Security Operations Center für die Industrie 4.0) ist es,

einsatzfähige industrielle IT-Sicherheitsleitstände zu entwickeln, die die besonderen Anforderungen der IT-Sicherheit an Betrieb, Skalierbarkeit, Robustheit und Wirtschaftlichkeit in Industrie-4.0-Prozessen erfüllen. Diese sind insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) relevant, die oftmals nicht über hinreichende eigene Ressourcen zur Absicherung ihrer Produktionsanlagen gegen Cyberangriffe verfügen. Dazu wird die im Referenzprojekt IUNO entstandene Plattform des IT-Sicherheitsleitstandes modular um neue Funktionalitäten erweitert. So wird beispielsweise ein Modul realisiert, das im Falle eines Angriffs im Zusammenspiel mit einem Angriffserkennungssystem automatisiert Gegenmaßnahmen einleitet. Die Praxistauglichkeit der entwickelten Module wird anschließend im laufenden Betrieb eines KMU getestet.

Innovationen und Perspektiven

Die Bereitstellung eines IT-Sicherheitsleitstandes ermöglicht es KMU, ihre Produktion Industrie-4.0-tauglich zu gestalten, ohne dabei wirtschaftliche oder



Ein IT-Sicherheitsleitstand für die Industrie 4.0 schützt die Produktionsbereiche vor Angriffen.

sicherheitstechnische Risiken eingehen zu müssen. Die praxisnahe Umsetzung und die modulare Integration aller Funktionalitäten in einem System erleichtern die Adaption an die eigene Fertigungsumgebung. Dieses Alleinstellungsmerkmal schafft einen wichtigen Wettbewerbsvorteil für KMU. So wird die erfolgreiche Transformation zu einer sicheren Industrie 4.0 beschleunigt, was eine wichtige Rolle für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft spielt.

#### Projektpartner

- XITASO Engineering GmbH
- DCSO Deutsche Cyber-Sicherheitsorganisation GmbH
- Janz Tec AG

<b>Projekt</b>	<b>IT-Sicherheitsleitstand für die Industrie 4.0 (IUNO-iSOC)</b>
<b>Koordination</b>	Volkswagen AG Herr Dipl.-Ing. Ricardo Hormann Brieffach 011/81670 38436 Wolfsburg E-Mail: ricardo.hormann@volkswagen.de
<b>Projektvolumen</b>	1,06 Mio. Euro (davon 50 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.12.2019 bis 30.11.2021
<b>Internet</b>	forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/ projekte/iuno-isoc
<b>Programm</b>	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung zur IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Ole Hitzemann E-Mail: ole.hitzemann@bmbf.bund.de

## Projektporträt

# Werkzeuge für die Absicherung von Automatisierungs- und Kommunikationstechnologien

### Motivation

Mit der zunehmenden Vernetzung innerhalb von industriellen Fertigungsanlagen entstehen neue Angriffsmöglichkeiten und Risiken. Um die damit steigenden Anforderungen an den Datenschutz zu erfüllen, muss zum einen die Integrität und Vertraulichkeit der Kommunikation innerhalb dieser Anlagen gewährleistet sein. Die vernetzten Systeme, angefangen von intelligenter Sensorik sowie Steuerungs- und Automatisierungskomponenten über Netzwerkkomponenten und Managementsysteme bis hin zu Werkstücken und Werkzeugen, müssen sich zuverlässig identifizieren können, um vertrauensvollen Datenaustausch zu tätigen. Zum anderen ist das regelmäßige Update der netzwerkfähigen Steuerungs- und Automatisierungskomponenten durch aktuelle Software von großer Bedeutung. Dies erfordert die Einführung von IT-Sicherheitsmaßnahmen, wie Datenverschlüsselung,

in der Fertigungsumgebung. Kleine und mittlere Unternehmen tun sich allerdings häufig schwer damit, entsprechende Lösungen zu implementieren und zu betreiben, da deren manuelle Verwaltung ohne eigenes IT-Wissen zu aufwendig ist.

### Ziele und Vorgehen

Im Projekt IUNO2PAKT sollen, basierend auf den im Projekt „IUNO – Nationales Referenzprojekt IT-Sicherheit in Industrie 4.0“ erzielten Ergebnissen, Werkzeuge zur Integration und Verwaltung von IT-Sicherheitsfunktionen in netzwerkfähigen Geräten entwickelt werden, die auch von kleinen und mittleren Unternehmen eingesetzt werden können. Der Fokus liegt dabei auf einem anwenderfreundlichen, möglichst automatisierten Management von kryptografischen Schlüsseln und Zertifikaten, die die sichere Gerätekommunikation, eine korrekte Identifizierung der vernetzten Komponenten



Industrielle Kommunikation muss gegen Angriffe geschützt werden, um eine reibungslose Produktion zu gewährleisten.



sowie die Durchführung von Softwareupdates gewährleisten. Dazu soll ein zentralisiertes Softwaresystem zur Optimierung der Schlüssel- und Zertifikatsverwaltung in verteilten Netzwerkinfrastrukturen entwickelt und implementiert werden. Um eine praxistaugliche IT-Sicherheitslösung zu etablieren, die für viele potenzielle Anwender nutzbar ist, wird das System als frei verfügbare Open-Source-Lösung realisiert.

### Innovationen und Perspektiven

Das im Vorhaben entwickelte IT-Sicherheitssystem stellt automatisierte Abläufe zum Management kryptografischer Schlüssel und Zertifikate in standardisierten Industrienetzwerken bereit. Damit wird es auch mittelständischen Unternehmen ohne eigene IT-Abteilung ermöglicht, sichere Komponenten und Kommunikationslösungen in digitalisierten und vernetzten Produktionsumgebungen einzusetzen und sich damit vor der wachsenden Gefahr durch Angriffe zu schützen. Dies trägt zu einer erfolgreichen Transformation zu einer sicheren Industrie 4.0 insbesondere in kleinen und mittleren Unternehmen bei und spielt somit eine wichtige Rolle für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft.

### Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB
- Hilscher Gesellschaft für Systemautomation GmbH
- Weidmüller Interface GmbH & Co. KG
- Balluff GmbH

<b>Projekt</b>	<b>Werkzeuge für die Absicherung von Automatisierungs- und Kommunikationstechnologien (IUNO2PAKT)</b>
<b>Koordination</b>	WIBU-SYSTEMS AG Oliver Winzenried Rüppurrer Straße 52–54 76137 Karlsruhe E-Mail: oliver.winzenried@wibu.com
<b>Projektvolumen</b>	1,73 Mio. Euro (davon 60 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.12.2019 bis 31.05.2022
<b>Internet</b>	<a href="http://forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/iuno2pakt">forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/iuno2pakt</a>
<b>Programm</b>	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung zur IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Ole Hitzemann E-Mail: ole.hitzemann@bmbf.bund.de

## Projektporträt

# Sichere Maschinenkommunikation und Fernwartung von Sensoren in der Produktion

### Motivation

Aufgrund der langen Lebenszyklen von Maschinen sind viele Produktionsbereiche in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) noch nicht digitalisiert. Um die Zustände in der Produktion, den Maschinen und Materialien unter solchen Bedingungen erfassen zu können, müssen Sensoren nachträglich integriert werden (Retrofitting). Dies erfordert eine sichere Vernetzung verschiedener Sensorsysteme und Maschinen innerhalb eines Unternehmens und darüber hinaus. Die optimale Konfiguration dieser Retrofittingsensoren und deren Wartung sind in verteilten Anwendungsszenarien sehr aufwendig, zumal wenn sich Installationen in abgelegenen Regionen oder sogar im Ausland befinden.

### Ziele und Vorgehen

Ziel des Projekts I4sec ist es, eine skalierbare IT-Sicherheitslösung für die sichere Fernwartung von Retrofittingsensoren und deren Integration in die Produktionsumgebung zu realisieren. Sichere

Sensoren und Sensordaten bilden die Grundlagen für Auswertungs- und Entscheidungsprozesse innerhalb industrieller Anwendungen. Die im Projekt I4sec entwickelten Lösungen werden am Beispiel einer Prozessüberwachung in der industriellen Praxis erprobt. Dabei spielt die Vertrauenswürdigkeit der verwendeten Daten eine entscheidende Rolle. Es muss sichergestellt werden, dass Daten aus dem zu erwartenden Sensor stammen und nicht manipuliert wurden. Zudem muss die Information über Datenquelle und Vertrauenswürdigkeit für alle beteiligten Instanzen im industriellen Prozess verfügbar sein, um eine nahtlose Vertrauenskette (Chain of Trust) zwischen Datenerhebung, -übermittlung und -verarbeitung aufbauen zu können. I4sec wird dazu Methoden und Architekturen entwickeln. Die erarbeitete Lösung wird beim Anwendungspartner Buday als produzierendem Betrieb implementiert und evaluiert, um daraus technische und wirtschaftliche Handlungsempfehlungen ableiten zu können.



Fernwartung und Vernetzung von Retrofittingsensoren in der Industrie werden sicher.

### Innovationen und Perspektiven

Kerninnovation ist die nachträgliche sichere Integration von Sensoren und Zugangspunkten für Fernwartung in bestehende Produktionssysteme. Innerhalb des Projekts werden neue Methoden zu Fernwartung und Absicherung von Sensoren untersucht und in der industriellen Praxis erprobt. Das in I4sec entwickelte System einer Vertrauenskette (Chain of Trust) in verteilten Systemen ist eine wichtige Grundlage für das immer relevanter werdende maschinelle Lernen. Die im Vorhaben gewonnenen Erkenntnisse zur nachträglichen, sicheren Einführung von Möglichkeiten zur Fernwartung werden einer breiten Anwendergruppe aus dem Bereich der KMU zur Verfügung gestellt. Das Vorhaben trägt zu mehr praktischer IT-Sicherheit und somit zur erfolgreichen Transformation hin zur Industrie 4.0 bei.

### Projektpartner

- **KMPC Innovations GmbH**
- **Buday GmbH**
- **Hochschule Osnabrück**

<b>Projekt</b>	<b>Sichere Maschinenkommunikation und Fernwartung von Sensoren in der Produktion (I4sec)</b>
<b>Koordination</b>	digital worx GmbH Dipl.-Ing. (FH) Mirko Ross Schulze-Delitzsch-Straße 16 70565 Stuttgart Tel.: 0711 22 040 930 E-Mail: ross@digital-worx.de
<b>Projektvolumen</b>	0,89 Mio. Euro (davon 69 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.10.2019 bis 30.09.2021
<b>Internet</b>	<a href="https://forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/i4sec">forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/i4sec</a>
<b>Programm</b>	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung zur IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Ole Hitzemann E-Mail: ole.hitzemann@bmbf.bund.de

## Projektporträt

# Industrie-4.0-Sicherheitskonzeption und Realisierung am Fallbeispiel eines produzierenden Mittelständlers

---

### Motivation

Eine zentrale Herausforderung für die deutsche Wirtschaft ist die Transformation zur Industrie 4.0, um die Produktion insgesamt flexibler, individueller und effizienter zu gestalten. Das setzt jedoch eine vollständige Vernetzung aller Marktteilnehmer und Systeme voraus. Die Schattenseite dieser Vision besteht in dem Risiko, dass Ressourcen und Wissen durch Cyberangriffe beschädigt oder gestohlen werden. Die Anforderungen an die IT-Sicherheit sind entsprechend hoch. Besonders der Mittelstand steht darum oft vor dem Problem begrenzter finanzieller Ressourcen, mangelnder Fachkompetenzen sowie fehlender, einfach zu bedienender Werkzeuge.

### Ziele und Vorgehen

Im Projekt PRAISE wird am Beispiel eines innovativen, mittelständischen Produktionsunternehmens die

sichere Einführung eines Enterprise Resource Planning (ERP) untersucht. Ein ERP-System bildet das Rückgrat eines modernen, digitalisierten Betriebs, in ihm werden alle Ressourcen des Unternehmens zentral verwaltet. Oft gibt es jedoch keine ausreichenden Kenntnisse hinsichtlich der Anforderungen und des Vorgehens zur sicheren Einführung eines ERP-Systems. Ziel des Projekts ist es, den gesamten Prozess von der Sicherheitsanalyse über die Konzeption bis zur Umsetzung nachzuvollziehen, zu analysieren und zu dokumentieren. Dabei stehen zwei Fragen im Mittelpunkt: Welche Probleme gibt es in bestehenden Prozessen und welche Anforderungen an die IT-Sicherheit müssen erfüllt werden? Die Ergebnisse werden über den Anwendungspartner AWB hinaus mit weiteren assoziierten Partnern evaluiert. Im Anschluss werden die Erkenntnisse daraus in standardisierte Vorgehensmodelle zur sicheren Einführung von ERP-Systemen eingebracht.



Im Vorhaben PRAISE werden praktische Sicherheits Herausforderungen im digitalen Wandel der Produktion erforscht.

### Innovationen und Perspektiven

Kernziel des Projekts PRAISE ist es, die Unterschiede zwischen theoretischen Modellen und praktischer Umsetzung bei der Einführung sicherer ERP-Systeme zu untersuchen. Durch die Transformation hin zur Industrie 4.0 mit ihrer allgegenwärtigen Vernetzung werden Unternehmenssysteme wesentlich verletzlicher. Daher sind Fragen der IT-Sicherheit eine zentrale Herausforderung. In kurzen Best Practices, vollständigen Veröffentlichungen oder neuen Standards werden die im Vorhaben gewonnenen Erkenntnisse zur sicheren Einführung neuer vernetzter Systeme einer breiten Anwendergruppe aus dem Bereich der KMU zur Verfügung gestellt. Das Vorhaben trägt so zu mehr praktischer IT-Sicherheit und somit zur erfolgreichen Transformation hin zu Industrie 4.0 bei.

### Projektpartner

- **AWB Anlagen- und Werkzeugbau GmbH & Co. KG**
- **Hochschule Esslingen University of Applied Sciences**

<b>Projekt</b>	<b>Industrie-4.0-Sicherheitskonzeption und Realisierung am Fallbeispiel eines produzierenden Mittelständlers (PRAISE)</b>
<b>Koordination</b>	secuvera GmbH Sebastian Fritsch Siedlerstraße 22-24 71126 Gäufelden/Stuttgart E-Mail: sfritsch@secuvera.de
<b>Projektvolumen</b>	1,16 Mio. Euro (davon 63 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.10.2019 bis 30.09.2021
<b>Internet</b>	forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/ projekte/praise
<b>Programm</b>	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung zur IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projekträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Ole Hitzemann E-Mail: ole.hitzemann@bmbf.bund.de

## Projektporträt

# Cloud-basierter Schutz und Lizenzmanagement für industrielle Software und Infrastrukturen

---

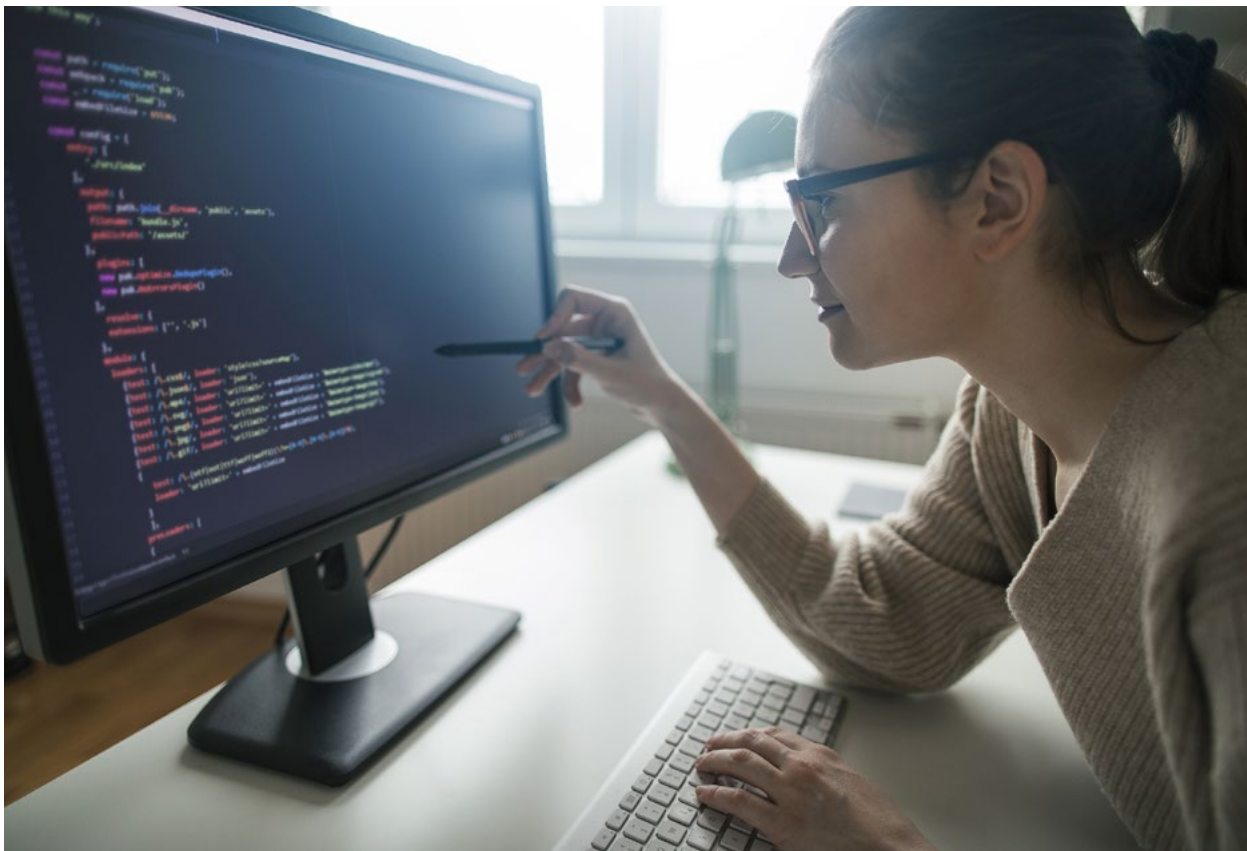
### Motivation

Der Schutz von Software, digitalen Artefakten und anderem geistigen Eigentum ist in Zeiten der zunehmenden Vernetzung von Komponenten eine immer größere Herausforderung. Die fortschreitende Automatisierung in der Industrie erfordert den besonderen Schutz von Maschinensteuerungssoftware, Konfigurationsdaten und digitalen Designvorlagen. In verteilten Systemen, in denen Software nicht mehr unter direkter Kontrolle des Herstellers eingesetzt wird, können Angreifer versuchen, den Code während der Laufzeit zu ändern, um so Daten zu stehlen oder die Integrität des Programmablaufs zu manipulieren. Unter den verschiedenen technischen Möglichkeiten, Systeme zu sichern, gehören die direkte Verschlüsselung des zu schützenden Codes und dessen laufzeitbasierte Entschlüsselung zu den

effektivsten. Ein zentrales Problem ist hierbei jedoch, wie die benötigten kryptografischen Schlüssel generiert und sicher in Echtzeit verteilt werden können.

### Ziele und Vorgehen

Im Projekt CloudProtect soll eine neuartige Lösung entworfen und implementiert werden, die Software-schutz und Lizenzierung in Form eines globalen Cloud-Dienstes anbietet. In diesem werden neueste Sicherheitstechnologien und kryptografische Protokolle integriert. Zudem soll ein für den Anwender attraktives Nutzermodell entwickelt werden, welches den unkomplizierten praktischen Einsatz ermöglicht. Zusätzlich zu den technischen Arbeiten wird daher ein Schwerpunkt auf die Erhebung von Nutzeranforderungen und deren spätere Validierung gelegt.



Cloud-basierter Softwareschutz kann industrielle Prozesse sicherer machen.

### Innovationen und Perspektiven

Die für das System benötigten kryptografischen Schlüssel und aufwendigen Berechnungen werden vollumfänglich über den im Projekt zu entwickelnden Cloud-Dienst bereitgestellt. Dies ist der primäre Unterschied zu gängigen lokal arbeitenden Verfahren. Geschützte Programme erfragen bei diesem Cloud-Dienst, ob sie genutzt werden dürfen und ob definierte Rahmenbedingungen dieses zulassen. Dadurch kann ein Hersteller von Software genau kontrollieren, ob seine Software wirklich legitim eingesetzt wird. Aus langfristiger Perspektive wird so eine technische Grundlage für den zukünftigen globalen Schutz von industrieller Software aus Deutschland gelegt. Die Projektergebnisse werden darüber hinaus wesentliche Erkenntnisse liefern, wie komplexe IT-Sicherheitslösungen leistungsfähig auf einer Cloud-Plattform betrieben werden können.

### Projektpartner

- Technische Universität Darmstadt, System Security Lab
- Hochschule Offenburg – Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien

<b>Projekt</b>	<b>Cloud-basierter Schutz und Lizenzmanagement für industrielle Software und Infrastrukturen (CloudProtect)</b>
<b>Koordination</b>	WIBU-SYSTEMS AG Oliver Winzenried Rüppurrer Straße 52–54 76137 Karlsruhe E-Mail: oliver.winzenried@wibu.com
<b>Projektvolumen</b>	1,11 Mio. Euro (davon 68 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.07.2018 bis 30.06.2021
<b>Internet</b>	<a href="https://forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/cloudprotect">forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/cloudprotect</a>
<b>Programm</b>	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung zur IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Joachim Lepping Tel.: 089 51 089 630 10 E-Mail: joachim.lepping@vdivde-it.de

## Projektporträt

# Sichere Logins mit Zwei-Faktor-Authentifizierung im Industrieumfeld

### Motivation

Das Herz vieler Kritischer Infrastrukturen sind Leitwarten. Energieversorger und große Wasserwerke werden genauso wie chemische Industrieanlagen und Raffinerien zentral von ihnen überwacht und gesteuert. Diese Aufgabe erfüllen sehr spezielle Rechner- und Anwendungssysteme. Ein unautorisierte Eingriff durch das Bedienpersonal oder durch externe Angreifer kann katastrophale Folgen nach sich ziehen. Leib und Leben von Bürgerinnen und Bürgern könnten in Gefahr geraten. Entsprechend sind diese zentralen Überwachungs- und Steuerungseinrichtungen durch eine Vielzahl von Sicherheitsmaßnahmen geschützt: Zum einen gibt es eine strenge Trennung von unsicheren Netzen wie dem Internet oder dem Büro-IT-Netz und zum anderen eine physische Trennung mit überwachten Zugangstüren. Eine Schwachstelle sehr vieler Einrichtungen ist jedoch die unzureichend gesicherte Benutzerauthentifizierung an den zentralen Rechnersystemen.

### Ziele und Vorgehen

Das Ziel des Vorhabens ist eine neuartige Absicherung für diese speziellen Rechnersysteme, die mittels eines zentral administrierbaren Identitäts- und Berechtigungsmanagements mit einer sogenannten Zwei-Faktor-Authentifizierung funktioniert. Darunter versteht man die Identifikation des Benutzers anhand zweier voneinander unabhängiger Komponenten – sogenannter Faktoren. Während typischerweise der erste Faktor aus einer Benutzerkennung und einem Passwort besteht, stellt der zweite Faktor ein biometrisches Merkmal wie einen Fingerabdruck oder den Besitz einer speziellen Hardwarekomponente (etwa einer Chipkarte) dar. Ist wenigstens ein Faktor falsch oder fehlt, wird der Zugriff verweigert. Im industriellen Umfeld ist schon eine einfache Authentifizierung an den zentralen Überwachungs- und Steuerungseinrichtungen wenig verbreitet. Eine Sicherung mittels mehrerer Faktoren ist nur bei besonders kritischen Fernzugriffen üblich.



Kritische Infrastrukturen werden mithilfe der Zwei-Faktor-Authentifizierung, zum Beispiel durch Passwort und Fingerabdruck, deutlich besser geschützt als bisher.



Im Projekt wird die Integration moderner Authentifizierungsverfahren mit dem Augenmerk auf hohe Benutzerfreundlichkeit, universelle Einsetzbarkeit und geringen administrativen Aufwand untersucht.

### Innovationen und Perspektiven

Im Rahmen dieses Projekts wird eine Vielzahl von Identifikationsmerkmalen – angefangen von Chipkarten bis zur menschlichen Iris – auf Eignung für die Verwendung in Leitsystemen untersucht und in die Projektlösung mit eingearbeitet. Diese ist in den meisten der verwendeten Rechner- und Anwendungssysteme für industrielle Leitwarten einsetzbar. Die angestrebten Authentifizierungs- und Autorisierungsmechanismen übertreffen dabei geltende Sicherheitsanforderungen deutlich und stärken so die zivile Sicherheit.

<b>Projekt</b>	<b>Sichere Logins mit Zwei-Faktor-Authentifizierung im Industrieumfeld (sec2scada)</b>
<b>Koordination</b>	SEGNO Industrie Automation GmbH Thorsten Arendt Admiralstraße 54 28215 Bremen E-Mail: thorsten.arendt@segno.de
<b>Projektvolumen</b>	0,43 Mio. Euro (davon 50 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.07.2018 bis 30.09.2020
<b>Internet</b>	<a href="http://forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/sec2scada">forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/sec2scada</a>
<b>Programm</b>	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung zur IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Dr. Martin Weimer Tel.: 089 51 089 630 10 E-Mail: martin.weimer@vdivde-it.de

## Projektporträt

# Testplattform für sichere Automobil-Kommunikation

### Motivation

Autonome oder teleoperierte Fahrzeuge werden die Mobilität der Zukunft prägen. Perspektivisch werden sie vollständig vernetzt sein, um so beispielsweise den Abstand zueinander zu optimieren. Auf Basis dieser Informationen werden Fahrzeuge also kritische Entscheidungen über Fahrmanöver treffen. Um diese Kommunikation sicher zu gestalten, müssen bereits bei der Entwicklung entsprechende Maßnahmen ergriffen werden. Die verwendeten Komponenten müssen unter realistischen Bedingungen getestet werden. Testfahrten sind dafür aufgrund der Komplexität der Systeme aber

ungeeignet. Innovative, hardwarebasierte Simulationsumgebungen, sogenannte Hardware-in-the-Loop (HiL)-Systeme, eröffnen hier neue Möglichkeiten: Sie können realistische Szenarien effizient nachbilden.

### Ziele und Vorgehen

Ziel des Projekts SHORT ist es, Konzepte zur Absicherung und für Tests in der Fahrzeugkommunikation zu erarbeiten und zu evaluieren. Das Projekt setzt hierzu ganzheitliche Testprozesse in einer neuartigen HiL-Lösung um. Die neue Simulationsumgebung unterstützt Sicherheitstests im gesamten Entwicklungsprozess. Die Komponenten

werden vom Entwurf bis zur Fertigstellung durchgehend auf ihre Sicherheit geprüft. Die Testmethoden umfassen auch neuartige Ansätze wie KI-gestützte Sicherheitstests und Methoden zur Risikomodellierung, die auf Stichproben basieren. Die Evaluation von standardisierten und automatisierten Komponententests erfolgt abschließend in der neu entwickelten, innovativen HiL-Lösung.

### Innovationen und Perspektiven

Im Projekt SHORT werden KI-gestützte Verfahren für Sicherheitstests im Bereich der Automobilkommunikation entwickelt und erprobt. Diese Methoden werden als Teil einer ebenfalls entwickelten Simulationsumgebung betrieben. Zusammen ermöglichen beide Technologien effiziente Sicherheitstests komplexer Kommunikationskomponenten. Damit geht das Projekt einen wichtigen nächsten Schritt zur Absicherung zukünftiger Fahrzeugkommunikation. Eine Kerninnovation ist das stichprobenbasierte Testverfahren, mit dem das notwendige Sicherheitsniveau – trotz komplexer Systeme –



Die neuartige HiL-Lösung unterstützt Sicherheitstests im gesamten Entwicklungsprozess.

garantiert werden kann. Perspektivisch können die Ergebnisse des Projekts den Automobilstandort Deutschland technologisch weiter stärken.

### Projektpartner

- Objective Software GmbH
- THD – Technische Hochschule Deggendorf, Institut ProtectIT

<b>Projekt</b>	<b>Testplattform für sichere Automobil-Kommunikation (SHORT)</b>
<b>Koordination</b>	iSyst GmbH Dr. Kristian Trenkel Im Nordostpark 91 90411 Nürnberg E-Mail: kristian.trenkel@isyst.de
<b>Projektvolumen</b>	1,95 Mio. Euro (davon 65% BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.04.2019 bis 31.03.2022
<b>Internet</b>	<a href="https://forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/short">forschung-it-sicherheit-kommunikationssysteme.de/projekte/short</a>
<b>Programm</b>	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung zur IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
<b>BMBF-Referat</b>	Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
<b>Projektträger</b>	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
<b>Kontakt</b>	Jan-Ole Malchow Tel.: 030 31 007 856 84 E-Mail: jan-ole.malchow@vdivde-it.de



Internationale Partnerschaften in  
Bildung, Forschung und Innovation

## Internationale Partnerschaften in Bildung, Forschung und Innovation: Deutsch-Chinesische Kooperation zur intelligenten Fertigung (Industrie 4.0) und zu Smart Services

---

Die gemeinsame Förderung von Forschung und Entwicklung ist wichtiger Bestandteil der in der Absichtserklärung zwischen dem BMBF und dem Ministerium für Wissenschaft und Technologie (MoST) der Volksrepublik China vereinbarten Entwicklung und Verbreitung von innovativen Lösungen aus der bilateralen wissenschaftlich-technologischen Zusammenarbeit. Durch die Förderung gemeinsamer Forschungsvorhaben soll das in beiden Ländern vorhandene Potenzial für diese Zusammenarbeit genutzt werden. Mit der Förderung deutsch-chinesischer Partnerschaften sollen neue Impulse gesetzt werden, die zur Intensivierung und Verstärkung der Beziehungen zwischen den Ländern beitragen.

Der Forschungsschwerpunkt „Intelligente Fertigung (Industrie 4.0) und Smart Services“ trägt hierbei zur Strategie „Internationalisierung von Wissenschaft und Forschung“ sowie zum BMBF-Dachprogramm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ bei. Ziele sind unter anderem die Stärkung der Technologiekompetenz, die Vertiefung des wissenschaftlichen Austauschs zwischen Deutschland und China sowie die Internationalisierung von Forschung und Lehre. Mit der Förderung deutsch-chinesischer Partnerschaften sollen neue Impulse gesetzt werden, um auf Veränderungen im globalen Wettbewerb rasch reagieren und den erforderlichen Wandel aktiv mitgestalten zu können.

Digitalisierung in der globalisierten Welt und die erforderlichen Transformationsprozesse haben weitreichende Auswirkungen auf das produzierende Gewerbe am Standort Deutschland. Durch den Aufbau gemeinsamer Forschungs-, Lern- und Demonstrationsfabriken wird die Grundlage für eine nachhaltige wirtschaftliche Kooperation zwischen beiden Staaten geschaffen, um das enorme Entwicklungspotenzial der länderübergreifenden Vernetzung durch den Austausch von Daten, Informationen und Wissen besser auszuschöpfen.

Im Fokus der Forschungsarbeiten stehen wandlungsfähige Produkte der Zukunft, Produktionsausrüstungen und Dienstleistungen für eine länderübergreifende Zusammenarbeit. In den Verbundprojekten „CaMPuS: Forschung zu Intelligent Cloud Manufacturing Service und Pilot Smart Factory“, „I4TP: Deutsch-Chinesische Industrie 4.0 Fabrikautomatisierungsplattform“, „InFaCTS: Entwicklung und Implementierung eines Modells für vernetzte Fabriken basierend auf zellularen Transportsystemen“ und „SIMo3D: Intelligente Intra-logistik mit autonomen mobilen Robotern basierend auf 3-D-Echtzeit-Ortung und Wahrnehmung“ arbeiten deutsche und chinesische Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft jeweils gemeinsam an Lösungen. Angestrebt werden neben der Erarbeitung technologischer Innovationen die Ausgestaltung soziotechnischer Systeme für die länderspezifische Zusammenarbeit, aber auch wesentliche Fortschritte bei Normung und Standardisierung. Weiteres Ziel ist die Stärkung der interkulturellen Kompetenz deutscher und chinesischer Nachwuchswissenschaftler.

**Weitere Informationen und Projekte unter**  
[produktion-dienstleistung-arbeit.de/de/I4GC.html](http://produktion-dienstleistung-arbeit.de/de/I4GC.html)

## Projektporträt

# Weltweite Kompetenzvermittlung für Produktionsmitarbeiter von morgen

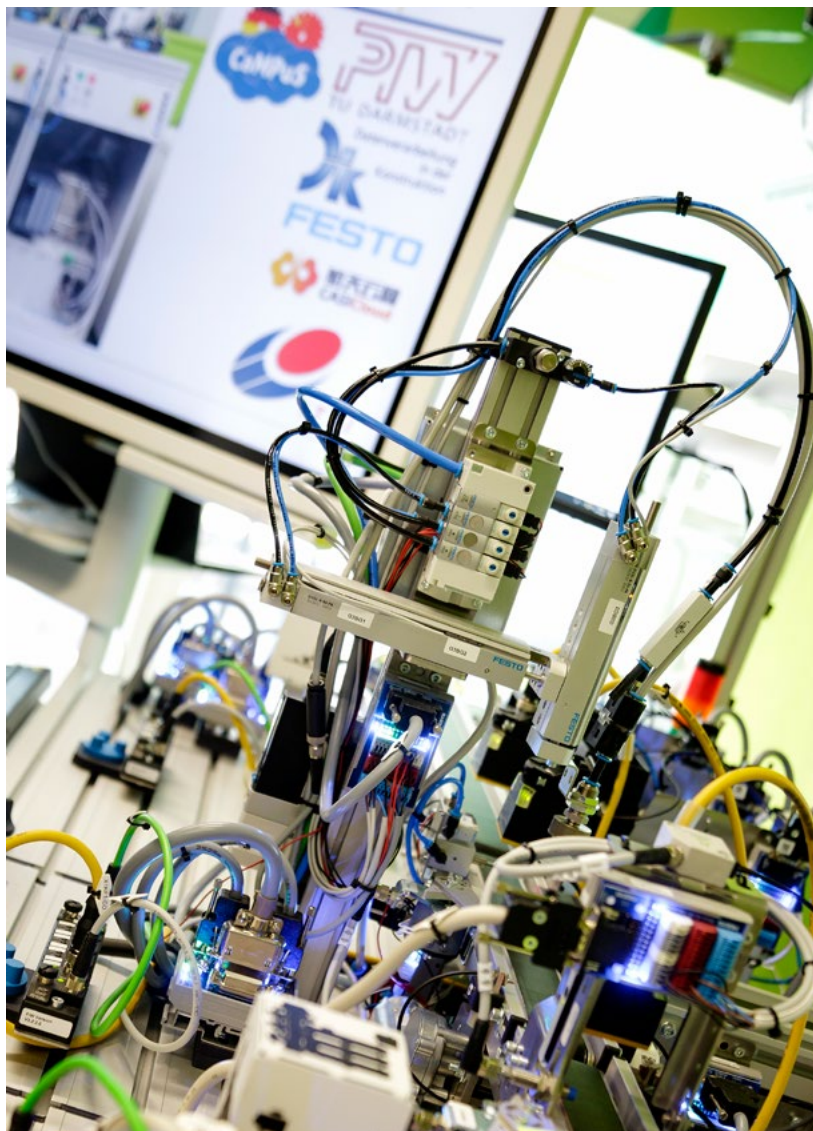
Durch die Digitalisierung der Wertschöpfungsprozesse steigen die Möglichkeiten der länderübergreifenden Vernetzung, aber auch die Komplexität der Produktionsprozesse. Deutsche Unternehmen mit Auslandsstandorten, beispielsweise in China, stehen vor der Aufgabe, ihre Mitarbeiter mit den – zur Beherrschung der Komplexität – notwendigen neuartigen Kompetenzen auszustatten. Vor allem ein ganzheitliches Prozessverständnis sowie die Fähigkeit, neue Technologien,

wie zum Beispiel Cloud-Technologien, nutzenorientiert anzuwenden, werden zukünftig erfolgsentscheidend sein. Diese notwendigen Kompetenzen sind vermehrt aus verschiedenen Fachrichtungen zu erwerben und auch praktisch zu vermitteln.

### Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts CaMPuS ist die Entwicklung einer prototypischen, physischen Lern- und

Innovationsumgebung. Es wird erforscht, welche Kompetenzen von Mitarbeitern verschiedener Hierarchieebenen in Deutschland und China benötigt werden, um Produktionsprozesse durch Nutzung von Industrie-4.0-Technologien analysieren und optimieren zu können. Die erarbeiteten modularen und mobilen Lernfabrikmodule sind standortübergreifend vernetzbar. Sie ermöglichen die Abbildung eines komplexen Produktionsnetzwerks zur Vermittlung eines ganzheitlichen Prozessverständnisses. Im Fokus stehen drei Anwendungsfälle: Cloud Services, Bauteilnachverfolgbarkeit und Werkerassistenz.



In der Lernfabrikumgebung wird die Produktion von morgen erforscht.

### Technologie und Methodik

Zunächst werden der aktuelle Digitalisierungsstand der Fertigung sowie der Kompetenzbedarf bei den Mitarbeitern in ausgewählten chinesischen Unternehmen sowie deutschen Niederlassungen in China erfasst. Anschließend werden Konzepte entwickelt, wie die identifizierten Kompetenzbedarfe vermittelt werden können. Auf dieser Basis werden drei Lernfabrikmodule in Form physischer, mobiler Demonstratoren zur Darstellung der definierten

Anwendungsfälle entwickelt, aufgebaut und mit der erforderlichen Software ausgestattet. Die so entstandenen Lernfabrikmodule sollen über Cloud Services weltweit angesprochen und vernetzt werden. Dazu wird jeweils eine Lernfabrikumgebung an der TU Darmstadt sowie bei den Projektpartnern in China aufgebaut, erprobt und im Anschluss für Schulungen und Demonstrationen genutzt.

### Anwendung und Ergebnisse

Die Anwendungsfälle gemeinsam mit entsprechenden Anwendungsleitfäden dienen als Basis für die nutzenorientierte Implementierung der Technologien in die Industrie. Durch den modularen Aufbau lässt sich die entstandene Lernfabrikumgebung bedarfsorientiert in weiteren Anwendungen ergänzen. Das im Rahmen des Projekts entstandene Netzwerk bildet die Grundlage für einen langfristigen Austausch und Kooperationen zu den Themen „Industrie 4.0“ und „Made in China 2025“.

### Projektpartner

- Festo Didactic SE
- CASICloud-Tech Co., Ltd.
- Instrumentation Technology and Economy Institute (ITEI)

<b>Projekt</b>	<b>Forschung zu Intelligent Cloud Manufacturing Service und Pilot Smart Factory (CaMPuS)</b>
<b>Koordination</b>	Technische Universität Darmstadt, Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) Prof. Dr.-Ing. Joachim Metternich Otto-Berndt-Straße 2 64287 Darmstadt Tel.: 06151 16 201 02 E-Mail: metternich@ptw.tu-darmstadt.de
<b>Projektvolumen</b>	1,15 Mio. Euro (davon 96 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.07.2018 bis 30.06.2020
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projekträger</b>	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Claudius Noll Tel.: 0721 60 824 953 E-Mail: claudius.noll@kit.edu

## Projektporträt

# Industrie-4.0-Plattform für schlüsselfertige Produktionssysteme

Die globale Produktion erfordert eine einfache und schnelle Konzeption sowie eine reibungslose Inbetriebnahme schlüsselfertiger Produktionssysteme. Durch die hohe Zahl komplexer Einzelmaschinen und Komponenten verschiedenster, weltweit agierender Hersteller führt dies zu großen Herausforderungen, zum Beispiel beim Aufbau von Anlagen durch unterschiedliche Komponenten-Schnittstellen. Solche mechanischen und softwareseitigen Schnittstellen, die oft nicht ausreichend definiert und getestet sind, führen zu Verzögerungen und hohen Aufwänden. Zusätzlich erfordert eine herstellerübergreifende globale Zusammenarbeit Abläufe, Methoden und Prozesse, um auf Nachfrage schnell reagieren und liefern zu können. Auf Anwenderseite fehlt zudem oft das Wissen, welche Funktionen (beispielsweise zur Identifikation) in das zu fertigende Bauteil integriert werden müssen, um Potenziale im Bereich von Industrie 4.0 nutzen zu können.

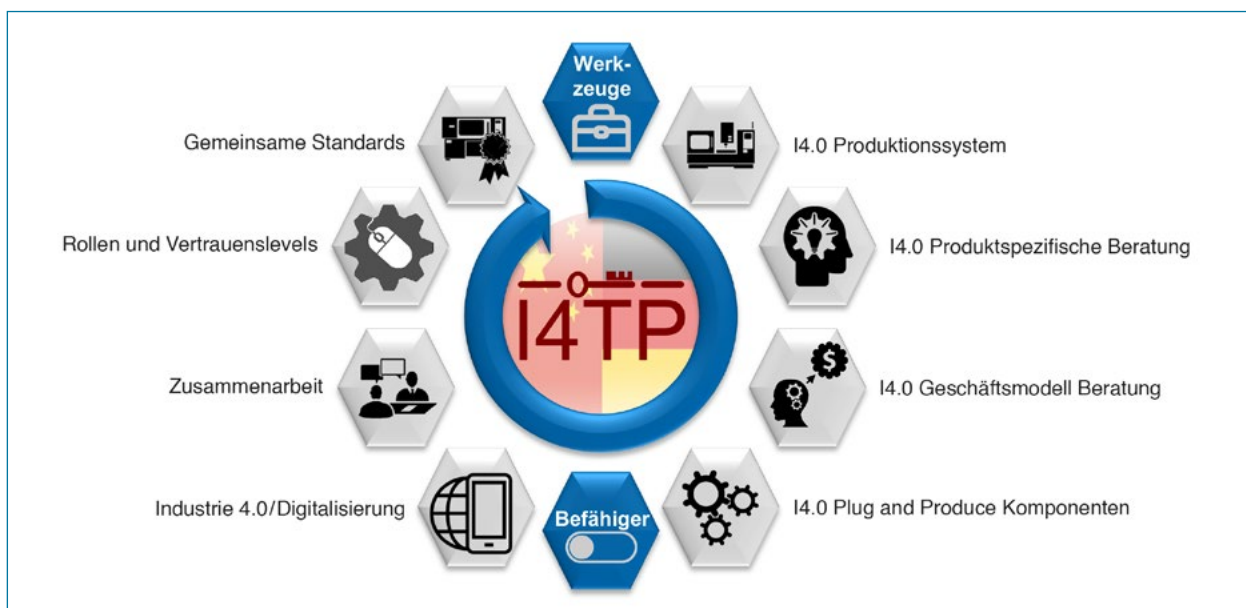
## Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts I4TP ist daher die Entwicklung einer softwaregestützten, modellbasierten, deutsch-chinesischen Fabrikautomatisierungsplattform

zur schnellen und einfachen Konzeption und Inbetriebnahme schlüsselfertiger Produktionssysteme mit integrierter Produktberatung.

## Technologie und Methodik

Hierfür sind zunächst Schnittstellen und standardisierte Spezifikationen, etwa zur Beschreibung der technischen Daten eines Motors, für Einzelmaschinen und Komponenten im deutsch-chinesischen Kontext zu vereinheitlichen. Diese werden in aufgebauten Testumgebungen mit definierten Abläufen überprüft, um den Aufbau und die Inbetriebnahme schlüsselfertiger Produktionssysteme zu vereinfachen und zu beschleunigen. Des Weiteren werden Zusammenarbeitsmodelle und Rollenmodelle erforscht, mit denen eine multinationale Zusammenarbeit organisiert und der Schutz von Wissen für die jeweiligen Partner auch über Ländergrenzen sichergestellt werden kann. Darüber hinaus kommen sicher vernetzte Informations- und Kommunikationstechnologien zum Einsatz. Es werden Vorgehensweisen untersucht, um direkt aus dem Produktionssystem Geschäftsmodelle ableiten zu können. Ein weiterer Aspekt ist die Erfassung von Belastungsdaten der Maschinen und Systeme, die sich zur Steigerung der



Die Methoden und Werkzeuge des Projekts I4TP erschließen Potenziale der Industrie 4.0.



Verfügbarkeit oder Erhöhung der Produktivität nutzen lassen. Parallel dazu sollen Methoden der Produktentwicklung erarbeitet werden, die für das zu fertigende Bauteil Industrie-4.0-Funktionen festlegen, zum Beispiel zur automatischen Identifikation eines Bauteils. Ziel ist es dabei, die Potenziale eines Industrie-4.0-Produktionssystems voll nutzen zu können.

### Anwendung und Ergebnisse

Als Ergebnis liegt eine Fabrikautomatisierungsplattform vor, in der die notwendigen Methoden und Schnittstellen für die globale, herstellerübergreifende Zusammenarbeit bei der Konzeption und Inbetriebnahme von schlüsselfertigen Produktionssystemen definiert und getestet sind sowie neue Werkzeuge und Methoden zur Entwicklung von Geschäftsmodellen, die über einen Plattformansatz betrieben werden können. Damit wird es möglich, schnell und einfach Produktionssysteme aufzubauen, sicher zu kommunizieren und Anlagenbetreibern Beratung für zu fertigende Bauteile anzubieten. Das Potenzial von Industrie 4.0, in internationaler Zusammenarbeit neue Märkte zu erschließen, kann hierdurch genutzt und durch eine Fabrikautomatisierungsplattform auf eine breite Basis gestellt werden.

### Projektpartner

- **Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Produktentwicklung (IPEK)**
- **Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV)**
- **Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Informationsmanagement im Ingenieurwesen (IMI)**
- **Tongji Universität, Institute of Advanced Manufacturing Technology (AMTC/M) (Koordinator China), Tongji Universität, SIEMENS – Stiftungslehrstuhl für Maschinenbauinformatik**
- **Tongji Universität, INFINEON – Stiftungslehrstuhl für Embedded Systems**
- **Tongji Universität, Clean Energy Automotive Engineering Center (CEAEC)**
- **Tongji Universität, CIMS (Computer Integrated Manufacturing Systems) Research Center**
- **Bosch Rexroth AG**
- **Schaeffler AG**
- **SCHUNK GmbH & Co. KG**
- **Shenyang Machine Tool Group**
- **Microcyber Inc.**
- **Instrumentation Technology and Economy Institute, P. R. China**

<b>Projekt</b>	<b>Deutsch-Chinesische Industrie 4.0 Fabrikautomatisierungsplattform (I4TP)</b>
<b>Koordination</b>	Karlsruher Institut für Technologie Institut für Produktionstechnik (wbk) Prof. Dr.-Ing. Jürgen Fleischer Kaiserstraße 12 76131 Karlsruhe Tel.: 0721 60 844 009 E-Mail: juergen.fleischer@kit.edu
<b>Projektvolumen</b>	3,43 Mio. Euro (davon 56 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.07.2018 bis 30.06.2020
<b>Internet</b>	i4tp.org
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projekträger</b>	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Claudius Noll Tel.: 0721 60 824 953 E-Mail: claudius.noll@kit.edu

## Projektporträt

# Durch intelligente autonome Transportsysteme die Fabrik von morgen gestalten

Die Digitalisierung ermöglicht die Vernetzung von Maschinen, Produkten und Produktionsprozessen. Erst dadurch wird auch an global verteilten Fertigungsstandorten eine internationale Arbeitsteilung nicht nur in der Massenproduktion, sondern auch bei sehr kleinen Losgrößen möglich. Bisherige Systeme der Intra-logistik für die Versorgung einer Produktion können mit diesen Möglichkeiten der Individualisierung nicht Schritt halten. Es besteht der Bedarf an innovativen Logistiksystemen, die agil und flexibel auf neue Anforderungen reagieren können.

### Aufgaben und Ziele

Hier setzt das Forschungsprojekt InFa-CTS an, indem Zellulare Transportfahrzeuge mit sogenannten Multi-agentensystemen als spezialisierte Gruppen organisiert und mit einer „Schwarmintelligenz“ versehen werden.

So ist es möglich, in Echtzeit flexibel auf die Produktionsumgebung zu reagieren, sich an dynamisch ändernde Aufgaben anzupassen und diese gezielt zu erfüllen. Die erforderliche Flexibilität auf physischer Ebene wird durch eine freie Navigation zwischen den Arbeits- und Montageplätzen in Produktionsanlagen sichergestellt.

### Technologie und Methodik

Das Hauptziel des Projekts liegt in der Entwicklung von robusten Algorithmen für das effiziente Zusammenwirken von Transport- und Produktionssystemen. Hierfür wird eine aktualisierte Abbildung der dynamischen Produktionsumgebung mittels mobiler und stationärer Sensoren erstellt und den Fahrzeugen des zuständigen Agentensystems kommuniziert. Dies löst deren zweckmäßige Selbstorganisation aus. Basierend auf den komplexen Datenanalysen werden weiterhin



In einer Versuchseinrichtung werden zellulare Transportfahrzeuge erprobt.

algorithmische Lerntechniken zur Erkennung von Geometrien, Gestalten und Dimensionen entwickelt. Darüber hinaus werden im Projekt Technologien erarbeitet, die den Einsatz neuester Industriestandards für Maschinenkommunikation unterstützen. Damit wird eine umfassende Lösung in Form eines Betriebssystems erstellt, die eine sofortige Integration von Produktionsanlagen mit solchen autonomen Systemen, beispielsweise im Falle einer Erweiterung des Maschinenbestandes, in einem einheitlichen Netzwerk ermöglicht.

### Anwendung und Ergebnisse

Bei erfolgreicher Umsetzung ist mit erheblicher Flexibilisierung zukünftiger Fertigungssysteme zu rechnen. Die Anzahl der aufwendigen Prozesse und Vorgänge, wie Transport und Handhabung, wird deutlich reduziert und die Ergonomie verbessert. Die Übertragbarkeit der Herausforderungen und des Ansatzes auf globale Märkte soll durch den Einsatz des Demonstrators in einer Modellfabrik erprobt werden. Der chinesische Partner wird die Ergebnisse zur Weiterentwicklung seiner Software zur Fertigungscoordination nutzen. Über verschiedene Medien, wie beispielsweise Publikationen, Konferenzen etc., wird die Verbreitung der Ergebnisse sichergestellt.

### Projektpartner

- SICK AG
- Haier (Jiaozhou) Klimaanlage Co., Ltd.
- Instrumentation Technology and Economy Institute (ITEI)

<b>Projekt</b>	<b>Entwicklung und Implementierung eines Modells für vernetzte Fabriken basierend auf zellularen Transportsystemen (InFa-CTS)</b>
<b>Koordination</b>	Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML Prof. Michael ten Hompel Hansastraße 27c 80686 München Tel.: 0231 97 436 00 E-Mail: michael.ten.hompel@iml.fraunhofer.de
<b>Projektvolumen</b>	1,27 Mio. Euro (davon 79 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.01.2019 bis 31.12.2022
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dr.-Ing. Danuta Seredynska Tel.: 0721 60 822 944 E-Mail: danuta.seredynska@kit.edu

## Projektporträt

# Selbstortende Roboter für den Obstanbau von morgen

---

Die Intralogistik umfasst Material- beziehungsweise Warenflüsse innerhalb eines Betriebsgeländes. Diese können in sogenannten Indoor-Bereichen, wie beispielsweise Produktionshallen, oder auch abgegrenzten Obstplantagen stattfinden. In zukünftigen Betriebszenarien ist hier ein verstärkter Einsatz von mobilen Robotern zu erwarten. Aus Betriebs- und Sicherheitsgründen ist dabei die Bestimmung der aktuellen Position, der sogenannten Selbstortung, der beteiligten Roboter und Menschen unabdingbar. Bestehende GPS-basierte Methoden kommen dabei an ihre Grenzen, da sie oft kein ausreichendes Signal empfangen können. Auch optische Verfahren können wegen fehlender fester Erkennungsmerkmale hier nicht allein eingesetzt werden.

### Aufgaben und Ziele

Das Forschungsprojekt SIMo3D entwickelt ein innovatives Steuerungssystem zur Lokalisierung mobiler autonomer Roboter für intralogistische Operationen. Dafür

wird zunächst ein geeignetes Verfahren zur gleichzeitigen Nutzung verschiedener Sensorsysteme zur exakten Ortung der Roboter erforscht. Anschließend werden spezielle Bewegungskurven für kooperative und menschen-sensitive, das heißt besonders „soziale“ Roboter erarbeitet. Schließlich werden diese Bewegungen durch eine effiziente, anpassungsfähige Steuerung umgesetzt und anhand eines Demonstrators für ein landwirtschaftliches Anwendungsszenario realisiert.

### Technologie und Methodik

Durch die Entwicklung spezieller Algorithmen wird es möglich, die auf mechanischen und optischen Sensoren basierenden Ortungsverfahren mit einem sogenannten Ultrabreitband-Ortungsfunk zu kombinieren. Dadurch werden die Vorteile der jeweiligen Technologie für die optimierte 3-D-Lokalisierung in Echtzeit erreicht. Die weitgehend umgebungsunabhängigen innovativen Sensoren können so zuverlässige



Ein landwirtschaftliches Anwendungsszenario wird realisiert: Intralogistik von Obstgroßkisten während der Ernte.

Ortungsinformationen liefern. Allerdings benötigen sie dazu entsprechende Referenzpunkte, sogenannte „Anker“-Signale. Die hierfür durch die chinesischen Partner erstellten Filter-Algorithmen werden dazu mit optischen Sensoren von Kameras oder Laserscannern kombiniert und von deutscher Seite zur Realisierung von präzisen Robotereinsätzen in einer landwirtschaftlichen Anwendung prototypisch eingesetzt.

### Anwendung und Ergebnisse

Die mit der geeigneten Ortungstechnik ausgestatteten Roboter werden als „individuelle Mitarbeiter“ mithilfe einer Optimierungsstrategie dezentral, aber dennoch kooperativ in den flexiblen intralogistischen Prozess eingebunden. Es eröffnen sich weitere zukünftige Anwendungsmöglichkeiten, da die betrachteten Aspekte, wie der Kistentransport durch die Baumreihen, das Navigieren, die Kollisionsvermeidung und Synchronisierung der Pfade der Intralogistik, in Fertigungsprozessen ähnlich sind. Für die chinesischen Partner steht die Verwertung im Produktionsbereich und in der Automatisierung von Arbeitsmaschinen im Vordergrund, während die deutschen Partner sich auf Intralogistik-anwendungen für KMU fokussieren.

### Projektpartner

- Robot Makers GmbH
- Tongji University, CIMS (Computer Integrated Manufacturing Systems) Research Center, Carl-Zeiss-Stiftungslehrstuhl für Mess- und Prüfungstechnik
- Bosch (China) Investment Ltd., CR
- Bosch Rexroth (Changzhou) Ltd.
- Nanjing Woxu Wireless Co., Ltd.
- Robert Bosch Corporate Research (assoziiertes Partner)

<b>Projekt</b>	<b>Intelligente Intralogistik mit autonomen mobilen Robotern basierend auf 3-D-Echtzeit-Ortung und Wahrnehmung (SIMo3D)</b>
<b>Koordination</b>	Technische Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Regelungssysteme Prof. Dr. Steven Liu Erwin-Schrödinger-Straße 12 67663 Kaiserslautern Tel.: 0631 20 545 35 E-Mail: sliu@eit.uni-kl.de
<b>Projektvolumen</b>	0,72 Mio. Euro (davon 82 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.08.2018 bis 31.07.2021
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dr.-Ing. Danuta Seredynska Tel.: 0721 60 822 944 E-Mail: danuta.seredynska@kit.edu

**INDUSTRIE 4.0**

**PLATTFORM INDUSTRIE 4.0 ENTDECKEN**  
**DISCOVER THE PLATFORM INDUSTRIE 4.0**

Die Plattform Industrie 4.0 ist das zentrale Netzwerk in Deutschland, um die digitale Transformation in der Produktion voranzubringen. Im Schutzenschluss zwischen Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Gewerkschaften und Verbänden wirken über 150 Akteure mit mehr als 150 Organisationen aktiv in der Plattform mit. Die Plattform unterstützt deutsche Unternehmen dabei, Industrie 4.0 zu implementieren u.a. indem sie Fachwissen über Herangehensmöglichkeiten, Leitfäden und Diskussionsstrategien bereitstellt.

The Platform Industrie 4.0 is the central network in Germany for the advancement of digital transformation in the production industry. In close cooperation with politics, economy, science and associations, more than 150 actors are actively involved in the platform. The platform supports German companies in implementing Industry 4.0, for example by providing expert knowledge, guides and discussion strategies.



**INDUSTRIE 4.0**

**STALTEN NACHHALTIG.**

**LNI4.0** LABS NETWORK INDUSTRIE 4.0

**STANDARDIZATION COUNCIL INDUSTRIE 4.0**



**LNI4.0** LABS NETWORK INDUSTRIE 4.0

**STANDARDIZATION COUNCIL INDUSTRIE 4.0**

**Gross Funk**  
www.grossfunk.de

Die sichere Funkfernsteuerung für Maschinen

**TRANSFER NETWORK INDUSTRIE 4.0**

**OFFENE STANDARDS FÜR INTEROPERABILITÄT**

**INDUSTRIE 4.0**

**INDUSTRIE 4.0 components**

**INDUSTRIE 4.0**

**INDUSTRIE 4.0**



**Plattform Industrie 4.0 und Forschungsbeirat**



## Plattform Industrie 4.0 – das Netzwerk für den digitalen Wandel der Industrie

---

Die digitale Transformation der Industrie gestalten: Das ist der Leitgedanke der Plattform Industrie 4.0 – eines der größten Industrie-4.0-Netzwerke weltweit. In der Plattform arbeiten über 350 Akteure aus Wirtschaft, Verbänden, Wissenschaft, Gewerkschaften und Politik gemeinsam in drei zentralen Handlungssträngen: fachliche Vordenkerschaft, (inter-)nationale Kooperationen und Unterstützung des Mittelstands beim Praxistransfer.

Das Expertennetzwerk der Plattform versteht sich als fachlicher Vordenker bei allen Fragen rund um Industrie 4.0. Aus Forschungs- und Praxiserkenntnissen werden Konzepte und Handlungsoptionen zur Umsetzung von Industrie 4.0 erarbeitet. Sechs Arbeitsgruppen befassen sich mit den Themen Standardisierung, Anwendungsszenarien, IT-Sicherheit, Recht, Arbeit sowie Geschäftsmodellen. Sie liefern dazu Handlungsempfehlungen, Leitfäden und Diskussionspapiere.

Die Plattform Industrie 4.0 hat Industrie 4.0 international als Marke etabliert und gibt Impulse in den internationalen Diskurs zur Digitalisierung der Produktion. Zahlreiche Kooperationen mit nationalen und internationalen Allianzen sind aus der Arbeit der Plattform hervorgegangen. Über strategische Partnerschaften im Bereich der Digitalisierung ist die Plattform in Deutschland mit beispielsweise der Plattform Lernende Systeme und dem International Dataspace vernetzt. International kooperiert die Plattform mit Initiativen aus Australien, China, Frankreich, Italien, Japan, Österreich, Mexiko, den Niederlanden, der Schweiz, Tschechien, den USA sowie auf G7/20- und EU-Ebene.

Die Plattform Industrie 4.0 bietet und koordiniert Informations- und Vernetzungsangebote für kleine und mittlere Unternehmen in Deutschland. Mit über 350 Beispielen sowie einer Übersicht an Testzentren veranschaulicht die Online-Landkarte der Plattform, wo Industrie-4.0-Lösungen bereits heute erfolgreich umgesetzt werden. Mithilfe des vom Bundeswirtschafts- und Bundesforschungsministerium gegründeten Transfer-Netzwerks Industrie 4.0 werden regionale und nationale Angebote vernetzt, um Synergien zu

erzielen. In Kooperation mit den Industrie- und Handelskammern sowie den Verbänden ZVEI, VDMA und Bitkom hat die Plattform zudem Informations- und Transferformate für den Mittelstand entwickelt.

Das Leitbild 2030 für die Industrie bietet den inhaltlichen Rahmen für die Aktivitäten der Plattform Industrie 4.0. Das Leitbild beschreibt, wie offene, digitale Ökosysteme auf eine Art und Weise gestaltet werden können, die unseren gesellschaftlichen Grundwerten und einer sozialen Marktwirtschaft entspricht.

Den Gesamtprozess der Plattform Industrie 4.0 verantwortet die Leitung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, gemeinsam mit ausgewählten Spitzenvertretern aus Wirtschaft, Gewerkschaft und Wissenschaft.

### Eine gemeinsame Industrie-4.0-Sprache

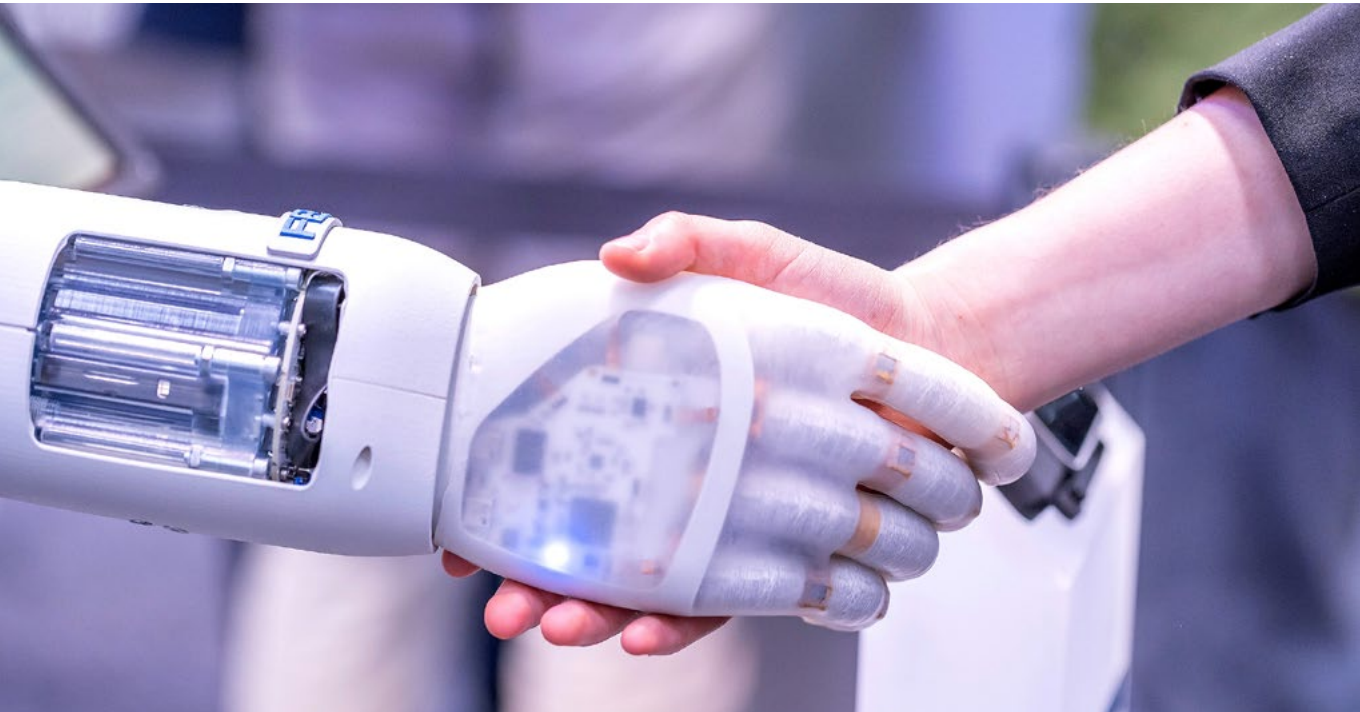
Einheitliche Vokabeln, Satzbauregeln und Dialogabläufe – wer sich verständigen möchte, kommt an einer gemeinsamen Sprache nicht vorbei. Das gilt auch für die smarten Maschinen und Produkte in der Industrie 4.0. Die Grundlagen dafür hat die Plattform Industrie 4.0 mit der Verwaltungsschale und ihrer Spezifikation gelegt, die zahlreiche Umsetzungsprojekte bereits in der Praxis verwirklichen. Zudem hat die Plattform Industrie 4.0 hierzu das Leuchtturmprojekt „Verwaltungsschale vernetzt“ angestoßen. Das Projektteam bringt existierende Projekte, die die Verwaltungsschale umsetzen, in einer virtuellen Testumgebung zusammen. Es harmonisiert ihre Sprachen. Das sichert die Interoperabilität von unterschiedlichen Verwaltungsschalen. Das Projekt wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert.

### Weitere Informationen zum Projekt

[plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/  
Kurzmeldungen/2019/2019-05-29-VWS-vernetzt.html](http://plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Kurzmeldungen/2019/2019-05-29-VWS-vernetzt.html)

### Kleine und mittlere Unternehmen bei Industrie 4.0 unterstützen

Gerade für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ist es eine große Herausforderung, ihre Produktions- und Unternehmensprozesse zu digitalisieren und Geschäftsmodelle entsprechend zu entwickeln. Eine Frage steht dabei immer im Raum: Worin liegen Wettbewerbsvorteil und Nutzen für das eigene Unternehmen?



Die Besucher der Hannover Messe 2019 wurden mit Handschlag begrüßt.

Um Lösungen zu finden und zu bewerten, brauchen KMU Informationen und Unterstützung. Die Plattform Industrie 4.0 leistet hier einen wichtigen Beitrag.

Sie identifiziert und präsentiert Beispiele für erfolgreiche Anwendung von Industrie-4.0-Lösungen. Diese demonstrieren unmittelbar die Effekte vernetzter Produktions- und Wertschöpfungsketten und die Vorteile neuer Geschäfts- und Arbeitsmodelle.

Auch das neue Projekt Recht-Testbed für Industrie 4.0 unterstützt deutsche KMU. Es wird sicherheitstechnische und rechtliche Fragen klären. Denn diese sind bei automatisierten Vertragsabschlüssen zwischen Maschinen – sogenannten Smart Contracts – noch offen. KMU sollen damit kostengünstige und sichere Softwaretools für Industrie-4.0-Anwendungen erhalten, die gleichzeitig rechtssichere Prozesse ermöglichen. Vier Forschungsinstitute setzten das Projekt um, geleitet vom Fraunhofer IML in Dortmund. Finanziert wird das vierjährige Projekt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Die Plattform Industrie 4.0 unterstützt das Projekt und lässt ihre Expertise und Ergebnisse in die Use Cases und ihr großes Netzwerk für den Praxistransfer einfließen.

#### Weitere Informationen zum Projekt

[plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Kurzmeldungen/2019/2019-07-25-Rechtstestbed.html](https://plattform-i40.de/PI40/Redaktion/DE/Kurzmeldungen/2019/2019-07-25-Rechtstestbed.html)

#### Eine Vision für die Zukunft digitaler Ökosysteme

Die Plattform Industrie 4.0 formuliert mit dem Leitbild 2030 für Industrie 4.0 einen ganzheitlichen Ansatz zur Gestaltung digitaler Ökosysteme. Denn Industrie 4.0 ist mehr als ein reines Wirtschafts- oder Technologie-thema. Sie sichert unsere Wettbewerbsfähigkeit durch komplexe, digitale Geschäftsmodelle in flexiblen und weltweit vernetzten Wertschöpfungssystemen. Zudem ist Industrie 4.0 nicht wegzudenken, wenn wir als Gesellschaft in Deutschland, Europa und der Welt unsere Lebensqualität durch digitale Transformation steigern wollen. Die drei Säulen des Leitbildes „Souveränität, Interoperabilität und Nachhaltigkeit“ bilden den Kern des Leitbildes. Im Dialog mit Partnern möchte die Plattform digitale Ökosysteme global gestalten.

#### Weitere Informationen unter

[plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Industrie40/Leitbild2030/leitbild-2030.html](https://plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Industrie40/Leitbild2030/leitbild-2030.html)



## Zahlen, Daten und Fakten zur Plattform Industrie 4.0

---

- Über 350 Akteure aus mehr als 150 Unternehmen, Verbänden, Gewerkschaften, Wissenschaft und Politik sind an der Plattform beteiligt.
  - In sechs Arbeitsgruppen entwickeln Expertinnen und Experten Konzepte und Handlungsempfehlungen für eine vernetzte Industrie.
  - Mit zehn Anwendungsszenarien und dem Leitbild 2030 hat die Plattform die Vision Industrie 4.0 greifbar gemacht und Unternehmen Inspiration für ihre eigenen Digitalisierungsaktivitäten gegeben.
  - Die Neuordnung der Ausbildungsverordnung in den Metall- und Elektroberufen wurde mit Unterstützung der Plattform und ihrer vier Sozialpartnerdialoge auf die Bedarfe der Industrie 4.0 zugeschnitten.
  - Das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 RAMI 4.0 ist DIN-Norm und internationale Vornorm (IEC PAS 63088). Das Konzept der Verwaltungsschale wird in Pilotprojekten und Spezifikationen durch die Plattform in die Praxis geführt.
  - Die Plattform formuliert Lösungsansätze für zentrale Herausforderungen in der IT-Sicherheit und arbeitet mit (inter-)nationalen Partnern an der Weiterentwicklung dieser Lösungsansätze.
  - Für diverse Rechtsbereiche und Schlüsseltechnologien (Blockchain und KI) weist die Plattform juristische Herausforderungen der Industrie 4.0 aus und gibt Handlungsempfehlungen an den Gesetzgeber.
  - Mit Praxisbeispielen, einer Analyse von Wirkprinzipien und Handlungsempfehlungen zeigt die Plattform, wie die Chancen für datengetriebene Geschäftsmodelle in der Industrie genutzt werden können.
  - Die Plattform und ihre Partner haben insgesamt knapp 150 Fachpublikationen veröffentlicht.
  - Die Plattform unterhält drei multinationale (G7/G20, trilaterale Kooperation mit Frankreich und Italien, D-A-CH-Kooperation mit Österreich und der Schweiz) und sieben bilaterale (Australien, China, Japan, Niederlande, Mexiko, Tschechien, USA) Kooperationen.
  - Über 20 Partner zeigen, dass sich Kooperation lohnt: Im Transfer-Netzwerk Industrie 4.0 bündeln sie Know-how, um den Mittelstand noch besser zu unterstützen.
  - In über 50 Veranstaltungen aus der Reihe Industrie4.0@Mittelstand haben die IHKs zusammen mit der Plattform Industrie 4.0 Unternehmern die Chancen der vernetzten Industrie aufgezeigt und praxisrelevante Inhalte der Plattform vermittelt.
  - Über 350 Anwendungsbeispiele in Deutschland zeigen die realen Fortschritte der digitalen Transformation auf der Industrie-4.0-Landkarte.
  - Mehr als 120 kostenfreie Informations- und Unterstützungsangebote für Unternehmen sind im Industrie-4.0-Kompass übersichtlich dargestellt.
- Ein Forschungsbeirat begleitet die Plattform Industrie 4.0 dabei, Industrie 4.0 weiterzuentwickeln und vorwettbewerblich umzusetzen. Dabei bringt er seine Wissenschafts-, Forschungs- und Entwicklungsexpertise in die Arbeitsgruppen der Plattform Industrie 4.0 ein. Der Forschungsbeirat gibt Impulse für künftige Forschungsthemen. Er bündelt aktuelles Wissen aus der Forschung für die industrielle Anwendung in systematischen Stellungnahmen, Expertisen und Handlungsempfehlungen.

[plattform-i40.de](http://plattform-i40.de)

## Industrie 4.0 basiert auf Wissenschaft: Der Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0

Als strategisches und unabhängiges Gremium berät der Forschungsbeirat die Plattform Industrie 4.0, ihre Arbeitsgruppen und die beteiligten Bundesministerien, insbesondere das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Er begleitet die Plattform Industrie 4.0 bei der Weiterentwicklung von Industrie 4.0 sowie bei der vorwettbewerblichen Umsetzungsplanung von Industrie 4.0 in die deutsche Wirtschaft. Auf dieser Grundlage können neue Forschungsbedarfe und Entwicklungsperspektiven identifiziert und anwendungsorientiert formuliert werden. Der Forschungsbeirat wird dabei inhaltlich und konzeptionell durch acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften unterstützt.

Ziel des Forschungsbeirats der Plattform Industrie 4.0 ist die systematische und kontinuierliche Beobachtung der Industrie-4.0-Entwicklung mit einem Fokus auf den Transfer- und Umsetzungsfortschritten bei der industriellen Anwendung. Dazu kommen im Forschungsbeirat etwa 30 Vertreterinnen und Vertreter der Wissenschaft und Industrie aus den Fachbereichen Produktion und Logistik, Automation, Informatik, Ökonomie sowie Recht und Soziologie mit ihrer Expertise zusammen.

### Selbstverständnis des Forschungsbeirats

Als „Sensor“ von Entwicklungsströmungen hinsichtlich Industrie 4.0 beobachtet und bewertet der Forschungsbeirat die Leistungsprofilentwicklung von Industrie 4.0 in mittel- bis langfristiger Perspektive. Dabei identifiziert er technologische Neuerungen und Veränderungen in der Wissenschaft und deren Einflüsse auf die industrielle Praxis. Durch die vorwettbewerbliche Kooperation von Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft und Wirtschaft gelingt es dem Forschungsbeirat, die Industrie-4.0-Entwicklungen aus verschiedenen Kanälen aufzunehmen und zu bewerten. Dazu gehören das Wahrnehmen konkreter Forschungsergebnisse zu Industrie 4.0 und gleichzeitig auch das Beobachten des Status quo der Industrie-4.0-Umsetzung in der industriellen Anwendung. Diese Entwicklungen nimmt der Forschungsbeirat zum einen über die Tätigkeiten der Mitglieder selbst und über die Zusammenarbeit mit den Arbeitsgruppen der Plattform Industrie 4.0, zum anderen über Eindrücke aus dem politischen Umfeld auf.

Der Forschungsbeirat versteht sich zudem als „Impulsgeber“ für künftige Forschungsthemen und Begleiter beziehungsweise Berater zur Umsetzung von Industrie 4.0. Auf Basis der Beobachtungen zu Industrie-4.0-Strömungen formuliert der Forschungsbeirat neue, vorwettbewerblich beantwortbare Forschungsimpulse und Handlungsempfehlungen für die erfolgreiche



Die Mitglieder des Forschungsbeirats und ständige Gäste trafen sich bei der Sitzung am 27.11.2018.

Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten in der industriellen Anwendung. In regelmäßigen Publikationen werden aktuelles Wissen zu konkreten Fragestellungen und spezifizierte Forschungs- und Entwicklungsbedarfe gebündelt. Dabei werden insbesondere Entwicklungen innerhalb der folgenden Themenfelder angesprochen:

- Wertschöpfungsszenarien für Industrie 4.0
- Technologische Wegbereiter für Industrie 4.0
- Neue Methoden und Werkzeuge für Industrie 4.0
- Arbeitssoziologische und gesellschaftliche Aspekte
- Industrie 4.0 und das Recht
- Wandlungsfähige, menschenzentrierte Strukturen in Netzwerken und Fabriken der Industrie 4.0
- Engineering smarterer Produkte und Services
- Einordnung der Beispiele der Industrie-4.0-Landkarte in die Anwendungsszenarien
- Entwicklung einer bedarfs- und nutzergerechten KMU-Unterstützung zur Einführung und Anwendung von Industrie 4.0
- Akzeptanz und Attraktivität der Industriearbeit 4.0
- Schneller zum Markterfolg – Memorandum des Forschungsbeirats der Plattform Industrie 4.0 für ein agileres und flexibleres Innovationssystem in Deutschland

Die ermittelten Forschungsimpulse und Handlungsempfehlungen richten sich an Forschungseinrichtungen, an Unternehmen jeglicher Größe (von Start-ups über KMU bis hin zu Großkonzernen), an die Politik und weitere Industrie-4.0-Interessengruppen, wie beispielsweise Verbände.

**Weitere Informationen zum Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0**

[plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Plattform/Struktur-Organisation/Forschungsbeirat/forschungsbeirat.html](http://plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Plattform/Struktur-Organisation/Forschungsbeirat/forschungsbeirat.html)

## Projektporträt

# Vorsprung durch vorwettbewerbliche Beratung zur Weiterentwicklung von Industrie 4.0

---

Auf der Hannover Messe 2013 wurde die Plattform Industrie 4.0 von BMBF und BMWi initiiert. Seit 2015 arbeiten Unternehmen, Verbände und Gewerkschaften Hand in Hand an der strategischen Ausrichtung des Zukunftsprojekts Industrie 4.0, um die digitalen Ökosysteme der Zukunft gemeinsam zu gestalten. Stetige Veränderungen, neue Werkzeuge und wissenschaftlich-technische Methoden, aber auch datengetriebene Geschäftsmodelle und plattformökonomische Aspekte machen die Vielschichtigkeit von Industrie 4.0 deutlich. Um die steigende Komplexität zu beherrschen, ist eine Zusammenführung von Expertisen unterschiedlicher Branchen und wissenschaftlicher Disziplinen unabdingbar. Die Fortentwicklung des Industrie-4.0-Leistungsprofils erfordert vielfältige evidenzbasierte Lösungen, die verstärkt in Wissenschaft und angewandter Forschung gesucht und rasch in die industrielle Anwendung überführt werden.

## Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts ReCoRD ist die Gestaltung und Optimierung des Wissens-, Technologie- und Erkenntnistransfers durch die Etablierung des acatech Projektbüros im Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0. Auf Grundlage einer vorwettbewerblichen Kooperation von Wissenschaft und Unternehmen identifiziert der Forschungsbeirat als „Sensor“ für Entwicklungsströmungen stetig neue Forschungsbedarfe und definiert sie anwendungsorientiert. Durch die Einbindung zentraler Akteure des deutschen Innovationssystems in das Beratungsgremium mit wissenschaftsbasierten Forschungs- und Handlungsempfehlungen können neue Impulse aus der Produktions-, Dienstleistungs- und Arbeitsforschung für eine erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0 in vielfältige Anwendungen gebracht werden.



ReCoRD schafft innovative Lösungen durch eine interdisziplinäre Kollaboration.

### Technologien und Methodik

Das acatech Projektbüro konzipiert dazu die wissenschaftliche Vorbereitung, Begleitung und Nachbereitung von Spitzengesprächen und Sitzungen im Kontext von Industrie 4.0. Die vom Forschungsbeirat erarbeiteten Impulse zu Industrie 4.0 werden aufbereitet und konsolidiert. Diese wissenschaftlich-technisch fundierten Konzepte bieten zum einen eine Orientierungshilfe bei der Entwicklung einer Industrie-4.0-Strategie für eine erfolgreiche Umsetzung – sowohl für Deutschland und Europa als auch im internationalen Raum. Zum anderen erfolgt ein kontinuierlicher Wissenstransfer von Handlungsempfehlungen und Forschungsbedarfen zu Industrie-4.0-Themenfeldern in die praktische Anwendung. Hierzu werden gemeinsam mit dem Forschungsbeirat Impulsberichte und Expertisen verfasst, die für den interdisziplinären Wissenstransfer aufbereitet und der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden.

### Anwendung und Ergebnisse

Mit dem Vorhaben streben der Forschungsbeirat und acatech gemeinsam an, die entscheidenden Akteure des deutschen Innovationssystems aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft in die konzertierte Entwicklung einer Industrie-4.0-Strategie einzubinden – mit dem übergeordneten Ziel, die Innovationsleistung und Wertschöpfung in Deutschland durch eine erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0 zu verbessern. Somit setzt das Vorhaben essenzielle Impulse für Entscheider aus Start-ups, KMU, Mittelstand und Großunternehmen im Forschungsbereich.

<b>Projekt</b>	<b>Strategische, konzeptionelle und inhaltliche Unterstützung des Forschungsbeirats der Plattform Industrie 4.0 zur Stärkung der industriellen Wertschöpfung (ReCoRD)</b>
<b>Koordination</b>	acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften Dr. Johannes Winter Karolinenplatz 4 80333 München Tel.: 089 52 030 914 E-Mail: winter@acatech.de
<b>Projektvolumen</b>	5,17 Mio. Euro (davon 95 % BMBF-Förderung)
<b>Projektlaufzeit</b>	01.07.2019 bis 30.06.2024
<b>Programm</b>	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
<b>BMBF-Referat</b>	Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0
<b>Projektträger</b>	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
<b>Kontakt</b>	Dipl.-Ing. Claudius Noll Tel.: 0721 60 824 953 E-Mail: claudius.noll@kit.edu



# Impressum

## Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Zukunft von Arbeit und Wertschöpfung; Industrie 4.0  
53170 Bonn

## Bestellungen

schriftlich an  
Publikationsversand der Bundesregierung  
Postfach 48 10 09, 18132 Rostock  
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de  
Internet: bmbf.de  
oder per  
Tel.: 030 18 272 272 1  
Fax: 030 18 10 272 272 11

## Stand

April 2020

## Text

BMBF  
Projektträger Karlsruhe (PTKA)

## Gestaltung

familie redlich AG Agentur für Marken und Kommunikation, Berlin  
KOMPAKT MEDIEN Agentur für Kommunikation GmbH, Berlin

## Druck

Zarbock GmbH & Co. KG, Frankfurt am Main

## Bildnachweise

Titel: Adobe Stock/HERRNDORFF\_images; S. 5: BMBF/Sandra Steins; S. 6: Adobe Stock/industrieblick; S. 9: Fraunhofer IAO/Ludmilla Parsyak; S. 10: HWR Spanntechnik GmbH; S. 12: Technische Universität Dortmund; S. 14: Adobe Stock/Kara; S. 16: BAM GmbH, Technische Universität Chemnitz/René Apitzsch; S. 18: Universität Paderborn/Heinz Nixdorf Institut/BMBF; S. 20: Adobe Stock/Gorodenkoff; S. 22: Adobe Stock/WavebreakmediaMicro; S. 24: Adobe Stock/auremar; S. 26: RWTH Aachen University/Lehrstuhl für individualisierte Bauproduktion; S. 28: Adobe Stock/netsay; S. 30: Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Lehrstuhl für BWL und Wirtschaftsinformatik; S. 32: Technische Universität Darmstadt/PTW; S. 34: Technische Universität Berlin/DECHEMA; S. 36: Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH; S. 38: Berliner Wasserwerk Tegel; S. 40: Festo Lernzentrum Saar GmbH; S. 42: Simplifer AG; S. 44: ICM e.V.; S. 46: emkon. Systemtechnik, Projektmanagement GmbH; S. 48: Adobe Stock/Gorodenkoff; S. 50: Fraunhofer IAO/Ludmilla Parsyak; S. 52: Fraunhofer IML; S. 54: Adobe Stock/auremar; S. 56: Adobe Stock/Gorodenkoff; S. 58: Fraunhofer IWU, bearbeitet von consider it GmbH; S. 60: Matplus GmbH; S. 62: Breisacher Werkzeug- und Formenbau GmbH; S. 64: Bornemann Gewindetechnik GmbH & Co. KG; S. 66: microfluidic ChipShop GmbH; S. 68: Klero GmbH Roboterautomation; S. 70: Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Produktionssysteme; S. 72: Schneider Form GmbH; S. 74: RWTH Aachen University/IAW, Benedikt Latos, Grafik erstellt mit FlexSim; S. 76: FMZ GmbH/Robert Hauschild; S. 78: Hochschule Karlsruhe/Technik und Wirtschaft; S. 80: phenox GmbH; S. 82: Adobe Stock/REDPIXEL; S. 84: Getty Images/Monty Rakusen; S. 87: Adobe Stock/NDABCREATIVITY; S. 90: Adobe Stock/auremar; S. 94: iStock.com/Chris Ryan; S. 96: Mercedes-Benz AG; S. 98: SICK AG;

S. 100: Fraunhofer IWU/Dr. Mathias Jäckel; S. 102: Fraunhofer IESE; S. 104: Fraunhofer IESE/BMBF; S. 106: Adobe Stock/Gorodenkoff; S. 108: iba AG; S. 110: Fraunhofer IESE; S. 112: Fraunhofer IFF; S. 114: iStock.com/MachineHeadz; S. 116: Adobe Stock/Wright Studio; REUTERS, CHARLES MOSTOLLER; S. 118: Adobe Stock/Halfpoint; S. 120: Adobe Stock/sompong\_tom; S. 122: Adobe Stock/Gorodenkoff; S. 124: Adobe Stock/WavebreakMediaMicro; S. 126: Adobe Stock/panuwat; S. 128: Adobe Stock/Gorodenkoff; S. 130: Katronic AG & Co. KG; S. 132: Adobe Stock/chaisiri; S. 134: Fraunhofer IPA; S. 136: Adobe Stock/Kadmy; S. 138: Getty Images/Erik Isakson; S. 140: Technische Universität Dresden; S. 142: iStock.com/Scharfsinn86; S. 144: Fraunhofer HHI; S. 146: InnoRoute GmbH; S. 148: Adobe Stock/kerkezz; S. 150: Technische Universität München; S. 152: Adobe Stock/Kadmy; S. 154: Adobe Stock/weerapat1003; S. 156: Pilz GmbH & Co. KG; S. 158: Getty Images/boonchai wedmakawand; S. 160: brainbot technologies AG; S. 162: Fraunhofer AISEC; S. 164: Volkswagen AG; S. 166: Adobe Stock/sittinan; S. 168: Adobe Stock/panuwat; S. 170: Adobe Stock/sittinan; S. 172: Adobe Stock/yoassarian6; S. 174: Adobe Stock/jirsak; S. 176: iSyst Intelligente Systeme GmbH; S. 178: Adobe Stock/Marcel Schauer; S. 180: Technische Universität Darmstadt, PTW; S. 182: Karlsruher Institut für Technologie, wbk/TheNounProject; S. 184: Fraunhofer IML; S. 186: Robot Makers GmbH; S. 188: BMWi/Reitz; S. 190: BMWi/Reitz; S. 192: acatech; S. 194: Adobe Stock/SFIO CRACHO

Diese Publikation wird als Fachinformation des Bundesministeriums für Bildung und Forschung kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

