

Industrie 4.0

Innovationen für die Produktion von morgen



Leitbild eines innovativen Deutschlands

Es sind die guten Ideen, aus denen in Deutschland neue Produkte und Dienstleistungen entwickelt werden. Sie sind weltweit gefragt und sichern unseren Wohlstand und unsere Lebensqualität. Auf viele drängende Fragen und Herausforderungen der Zukunft wurden bereits innovative Lösungen gefunden. In anderen Bereichen muss weiter geforscht und experimentiert werden. Hier setzt die neue Hightech-Strategie an: Sie betrachtet systematisch den ganzen Innovationsprozess – von der kreativen Idee bis zur Umsetzung in neue Produkte und Dienstleistungen. Die neue Hightech-Strategie konzentriert sich auf Forschungsthemen, die von besonderer Relevanz für die Gesellschaft sowie für Wachstum und Wohlstand sind:

- Informations- und Kommunikationstechnologien prägen nahezu alle unsere Lebens- und Wirtschaftsbereiche. Doch wie wollen wir in einer digitalen Welt leben, lernen und arbeiten?
- Wie gestalten wir Produktion und Konsum ressourcenschonender, umweltfreundlicher, sozialverträglicher und damit nachhaltiger?
- Wie sieht die Zukunft der Arbeit aus?
- Wie können wir Fortschritte für Gesundheit und Wohlbefinden erzielen?
- Wie verhindern wir Störungen oder Engpässe bei Energieversorgung, IT-Kommunikation, Mobilität oder Logistik?

Die neue Hightech-Strategie bringt alle Akteure des Innovationsgeschehens zusammen, um Kräfte zu bündeln und den Weg von der Idee in die Anwendung zu verbessern. Sie sorgt auch dafür, dass die Bedingungen in Deutschland innovationsfreudig bleiben. Dafür sind qualifizierte Fachkräfte ebenso notwendig wie eine bessere Finanzierung von Innovationen oder ein forschungsfreundliches Urheberrecht.

Mehr erfahren Sie auch unter
www.hightech-strategie.de



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
<hr/>	
Produktion	6
<hr/>	
Der Weg zum „Industrie-4.0-Unternehmen“	7
Industrie 4.0 auf den betrieblichen Hallenboden	8
Den Wechsel zur produktorientierten Produktionsplanung beherrschen (ADAPTION)	10
Höhere Anlagenverfügbarkeit und bessere Dokumentation durch Assistenzsysteme (CPPSprocessAssist).....	12
Der Mensch im Mittelpunkt der Produktion (CyProAssist).....	14
Stufenweise vernetzen im Unternehmen (Intro 4 0)	16
Produktionsdaten für die Verbesserung von Prozess- und Produktqualität nutzen (IQ40)	18
Mobil, interaktiv, dynamisch – Jobeinplanung durch den Meister in der Produktion (JUMP40)	20
Kollaborativ und dynamisch in der Einzel- und Kleinserienfertigung (KoSyF)	22
Alle Technik hilft nichts, wenn die Mitarbeiter nicht mitziehen (MyCPS)	24
Neue Wege der informationsgeführten Produktion (NeWiP).....	26
Retrofitting von Maschinen und Anlagen (RetroNet)	28
Von der Einzelstückfertigung bis zur Serie: Echtzeitdaten zur Produktionssteuerung (ScaleIT)	30
Industrie 4.0 für nicht F&E-intensive Unternehmen (STEPS).....	32
Produktionsanlagen in der Industrie 4.0: intelligent einfach und effizient	34
Photonikproduktion in der Zukunft – durchgängig, robust und automatisiert (ePiTec).....	36
Kunststoffteile-Herstellung in einer neuen Qualität (HP3D).....	38
Neuartige Herstellung von Kunststoffteilen als Wegbereiter für Ressourceneffizienz (iComposite 4.0)	40
Modulare Produktionsanlage für Hybridbauteile (MoPaHyb)	42
Aus zwei mach eins (ToolRep)	44
<hr/>	
IT-Systeme	46
<hr/>	
IT-Forschung zu Industrie 4.0	47
Softwareprüfung für Fahrzeuge mithilfe von Hochleistungsrechnen (HPSV)	48
Digitale Souveränität über Daten und Dienste für Industrie 4.0 (InDaSpace)	50
Service-Plattform-Architektur zur proaktiven Wartung (MANTIS)	52
Entwicklung von Eingebetteten Systemen – eine Schlüsselkompetenz (SPEDiT)	54

Kommunikationssysteme und IT-Sicherheit	56
<hr/>	
Forschung zur industriellen Kommunikation der Zukunft für Industrie 4.0	57
Innovative Funktechnologien für die industrielle Automatisierung (HiFlecs)	58
Die nächste Stufe für effiziente Industrieanlagen: schnelle, zuverlässige und flexible drahtlose Vernetzung (ParSec)	60
Sichere drahtlose Funksysteme für Augmented Reality-Anwendungen (PROWILAN)	62
Zuverlässige Funktechnologien für industrielle Steuerungen (TreuFunk)	64
Forschung zur IT-Sicherheit für Industrie 4.0	65
Nationales Referenzprojekt zur IT-Sicherheit in Industrie 4.0 (IUNO)	66
<hr/>	
Elektroniksysteme	68
<hr/>	
Elektroniksysteme für Industrie 4.0	69
Dezentral kooperierende, sensorbasierende Subsysteme für Industrie-4.0-Produktionsanlagen (DnSPro).....	70
Sensorsysteme zur Überwachung und Steuerung von Kunststoffverarbeitungsprozessen (KontiSens)	72
Modulare Sensorsysteme für Echtzeit-Prozesssteuerung und smarte Zustandsbewertung (MoSeS-Pro).....	74
Baugruppen mit eingebetteten Mikrosensorsystemen zur intelligenten Fertigung von Industrielektronik (PCB 4.0)	76
Modellbasierte Prüfverfahren mit 3D-Sensorik für flexible Produktionsprozesse (Scrutinize3D).....	77
Selbstadaptierende Sensorsysteme für eine akustische Zustandsüberwachung in Industrie 4.0-Anwendungen (ACME 4.0)	78
Mikro-elektromechanisches Elektroniksystem zur Zustandsüberwachung in der Industrie 4.0 (AMELI 4.0)	80
Drahtlose intelligente Sensorsysteme zur produktbasierten Steuerung industrieller Produktionsanlagen (DiSSproSiP)	82
Lichtsensor-basierte Ortungs- und Navigationsdienste für autonome Systeme (LiONS)	83
Produktfähige autarke und sichere Foliensysteme für Automatisierungslösungen in Industrie 4.0 (ParsiFAl40)	84
Fördersysteme für sich selbst organisierende Warenströme und Produktionsprozesse (ROLLE)	86
Robuste Multisensorik zur Zustandsüberwachung in Industrie-4.0-Anwendungen (RoMulus)	88
Sensor- und Elektroniksystem zur markierungsfreien Einzelteilverfolgung in der Produktion (Track-4-Quality)	90
Hochauflösende Magnetfeld-Positionssensoren zur präzisen Steuerung von Produktionsanlagen (AQUILA).....	92

Ein Baukasten für den Einsatz intelligenter Funksensorsysteme in Produktionsumgebungen (FreiForm)	93
Intelligente elektrische Steckverbinder und Anschlusstechnologien mit elektronischer Signalaufbereitung (ISA)	94
Nahfeldlokalisierung von Systemen in Produktionslinien (NaLoSysPro)	96
Sichere und interaktive Steuerung von Produktionsanlagen durch vernetzte Umfeldsensoren (NetGuard6P).....	97
Der multisensorische Werkzeughalter (Sense4Tool)	98
KMU-innovativ: Industrie für den Mittelstand	100
<hr/>	
KMU-innovativ – Schritte zur Industrie 4.0 für den Mittelstand	101
Wandlungsfähigkeit auch für KMU (ELBA4KMU)	102
Erfolgreich produzieren in dynamischen Auftragsnetzen (JobNet 4.0)	104
Industrie 4.0 für kleine Elektronikzulieferer (MiMiK40)	106
Fehler in Produktionsanlagen effizient erkennen (SEMAfusion).....	108
Optimierte Auftragsplanung für die variantenreiche Serienproduktion (FlexAEM).....	110
Planungsprozesse handhabbar und reaktionsschnell gestalten (MontAss)	112
Maschinenbedienung leicht gemacht: Innovative Benutzerschnittstellen für die Produktionstechnik (PEBeMA)	114
„Big Data Mining“ zur Verbesserung der Produktion (Production-Intelligence)	116
Kostengünstige RFID-basierte Ortung für Lagerware und Flurförderzeuge (WarehouseSpotter)	118
Ein Baukasten für Sensorsysteme zur intelligenten und vernetzten Zustandsüberwachung in der effizienten Produktion der Zukunft (KMU-innovativ-CMS-VI)	120
Sensorsystem zur Überwachung von Werkzeugmaschinen mit rotierenden Spindeln (KMU-innovativ-MSSpinCrash)	122
Neuartige Sensorsysteme für Großwerkzeugmaschinen in der Industrie 4.0 (KMU-innovativready4i)	123
Spitzencluster it's OWL	124
<hr/>	
Spitzencluster „Intelligente Technische Systeme OstWestfalen-Lippe“ – it's OWL.....	125
Mit Industrie 4.0 eine neuartige Arbeitswelt gestalten (itsOWL-Arbeit40)	128
Effiziente Maschinen und Anlagen durch intelligente Automatisierung (itsOWL-efa)	130
Effizient und sicher ernten (itsOWL-EUE)	132
Per Mausklick zur automatischen Fertigung des individuellen Produkts (itsOWL-FlexiMiR)	134
Intelligenter Wärmetransport für effiziente Elektrofahrzeuge (itsOWL-Heatpipe)	136
Intelligente Elektromotoren für effiziente Produktionsmaschinen (itsOWL-HERA)	138

Leistungsfähige und kompakte Ladegeräte für mehr Elektromobilität (itsOWL-HLE).....	140
Effiziente Nutzfahrzeuge durch intelligente Antriebstechnik (itsOWL-ImWR)	142
Intelligente Produkte und Produktionssysteme aus OWL werden international (itsOWL-In)	144
Kleiner Chip – großer Effekt für die wandlungsfähige Produktion (itsOWL-InnoArchIT)	146
Mehr Effizienz und Benutzerfreundlichkeit durch intelligente Werkzeugmaschinen (itsOWL-iWZM)	148
Hochpräzises Umformen von Metallteilen durch Selbstkorrektur (itsOWL-SelfXPro2)	150
Optimale Veredelung von Rohprodukten (itsOWL-Separatori40)	152
Mit Technologietransfer den Mittelstand wettbewerbsfähig machen (itsOWL-TT)	154
Innovative Ideen in nachhaltige Unternehmensgründungen überführen (itsOWL-UG).....	156
Plattform Industrie 4.0 – die zentrale Allianz für den digitalen Wandel der Industrie in Deutschland	158
<hr/>	
Darstellung der Plattform.....	159
Zahlen, Daten und Fakten zur Plattform Industrie 4.0	161
Projektporräts A–Z	162
<hr/>	
Impressum	169

Vorwort

Die Digitalisierung der Produktion stellt insbesondere den deutschen Mittelstand vor große Herausforderungen. Die Auswirkungen auf die Unternehmen sind weitreichend: Vernetzung des Maschinenparks, veränderte Organisationsstrukturen, Einbindung und Qualifizierung von Mitarbeitern in vernetzte Arbeitsprozesse und IT-Lösungen für den Schutz wertvoller Unternehmensdaten. Industrie 4.0 durchdringt die globalen Wertschöpfungsnetzwerke und treibt neue Geschäftsmodelle voran.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt in verschiedenen Förderprogrammen mittelständische Unternehmen dabei, die Veränderung zu Industrie 4.0 tatsächlich zu wagen. Seit 2012 fördert es hierzu Projekte mit mehr als 470 Millionen Euro. Auch zukünftig werden mit erheblichen Mitteln schwerpunktmäßig Verbundprojekte unterstützt, in denen Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft entlang der gesamten Wertschöpfungskette hierzu gemeinsam forschen und entwickeln.

Forschungsergebnisse zu Schlüsselfragen der Industrie 4.0 sollen bei den industriellen Anwendern des produzierenden Gewerbes „auf dem Hallenboden“ ankommen. Cyber-physische Produktionssysteme als Kombination aus virtueller und realer Produktion müssen praktikabel gestaltet, eingeführt und erfolgreich angewandt werden. Die Herausforderung besteht darin, diese Lösungen in laufende Produktionssysteme zu integrieren und dabei die Beschäftigten in den Prozess einzugliedern.

Die vorliegende Broschüre stellt aktuelle Projekte vor, die zeigen, wie Industrie 4.0 für Anwender funktionieren kann. Die Lösungsbeispiele sollen dazu beitragen, dass Industrie 4.0 tatsächlich in den Betrieben umgesetzt wird und dazu anregen, sich mit konkreten Transformationsschritten zu beschäftigen. Allen Leserinnen und Lesern wünschen wir eine interessante Lektüre und den beteiligten Projektpartnern, dass sich die jeweiligen Ergebnisse schnell im Produktionsalltag bewähren.

Ihr Bundesministerium für Bildung und Forschung

A close-up photograph of a person's eyes, looking directly at the camera. The person is wearing clear safety glasses. The background is blurred, showing what appears to be a workshop or industrial setting with various colors and shapes.

Produktion

Der Weg zum „Industrie-4.0-Unternehmen“

Die Integration digitaler Intelligenz in Produkte, Maschinen und Anlagen in Form von cyber-physischen Systemen (CPS), die sich durch Rekonfiguration und Selbstoptimierung an wechselnde Produktionsaufträge und Betriebsbedingungen anpassen, zeigt mit den bisher geförderten Vorreiterprojekten weitreichende Erfolge. Mit den Ergebnissen kann Deutschland seine Position auf dem weltweiten Anbietermarkt für CPS weiter ausbauen.

Die Einbindung derartiger Bausteine der Industrie 4.0 in komplexe cyber-physische Produktionssysteme (CPPS), d.h. die gewinnbringende Realisierung der intelligenten Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen zu Gesamtgefügen industrieller Produktion, ist jedoch gleichbedeutend mit einem Paradigmenwechsel. Sie erfordert erhebliche Anstrengungen, ist mit weitreichenden Investitionen verbunden und wird nur schrittweise gelingen. Erst durch den Einsatz von Industrie-4.0-Technologie zum Nutzen von Unternehmen, Kunden und Beschäftigten können prognostizierte Effekte tatsächlich eintreten. Dazu bedarf es einsatzorientierter, beispielhafter und anpassbarer Lösungen für die Planung, Gestaltung und Steuerung kompletter Wertschöpfungsnetze im Unternehmen auf CPPS-Basis, die auch langfristig im Wandel der unterschiedlichen Aufgaben kontinuierlich optimiert werden können. Produktivitätssteigerung und Ressourceneffizienz stehen dabei im Fokus. Deutsche Unternehmen haben jetzt die Chance, sich als Anwender der Industrie 4.0 mit neuen innovativen Lösungen erneut als Vorreiter weltweit zu positionieren.

Validierte Lösungsbausteine der Industrie 4.0, die zentrale strategische Aufgaben der Unternehmen maßgeblich unterstützen, bilden eine wichtige Basis für die breite Anerkennung und Umsetzung von Industrie 4.0 in der deutschen Produktion. Erprobte Migrationsstrategien können das mit dem Weg zum smarten Unternehmen verbundene unternehmerische Risiko transparent und beherrschbar machen. Sicher wird jedes Unternehmen seinen spezifischen Weg gehen und schrittweise realisierbare Entwicklungsstufen planen und umsetzen. Dennoch werden die Unternehmen von Erfahrungen, erprobten Vorgehensweisen

und Methoden sowie passenden Lösungsbausteinen profitieren können.

Das Angebot von CPS-Komponenten ist derzeit sehr heterogen, was einerseits lösungssuchenden Unternehmen den Überblick erschwert und andererseits vor allem mittelständische Unternehmen mit der Frage konfrontiert, welche Anwendungsgebiete passfähig für ihre Produktion sind. Industrie 4.0 wird nicht nur eine rein technische Herausforderung oder ein ausschließliches IT-Problem darstellen. Der technische Wandel wird zugleich weitreichende organisatorische Konsequenzen haben und Chancen für neue Geschäftsmodelle, Unternehmenskonzeptionen und erweiterte Beteiligungsspielräume für die Beschäftigten eröffnen. Die Umsetzung stellt einen evolutionären Prozess dar, dem Erhalt des Wertbestandes bereits installierter Produktionssysteme wird dabei eine zentrale Bedeutung zukommen.

Besondere Aufmerksamkeit gilt dem Menschen – dem Mitarbeiter der Fabrik der Zukunft. Der Einsatz von Industrie-4.0-Technologien eröffnet ein Spektrum an Gestaltungsmöglichkeiten von Arbeit. Dieses systematisch auszuloten und die Wertschöpfung der Unternehmen als komplexes soziotechnisches Gesamtsystem zu gestalten wird zum wesentlichen Erfolgsfaktor von Industrie 4.0. Ein Weg führt über die Verbindung lernförderlicher Arbeitsgestaltung, Mitarbeiterbeteiligung und Kompetenzentwicklung. Neue Formen der Aufbau- und Ablauforganisation ermöglichen die intelligente Interaktion von Menschen, Objekten und Systemen im Sinne von dynamischen, echtzeitfähigen und selbstorganisierenden Produktionssystemen.

Zielsetzung der Forschungsförderung ist es, mit geeigneten Maßnahmen deutsche Industrieunternehmen in die Lage zu versetzen, die für den spezifischen Anwendungsfall geeigneten Technologien aus der Vielzahl von CPPS-Technologien herauszufinden, und Vorgehensweisen aufzuzeigen, wie diese im Gesamtsystem des Unternehmens implementiert werden können. Hierzu ist eine Bewertung, Auswahl, Adaption bzw. Integration der zu entwickelnden oder bereits entwickelten CPPS-Komponenten notwendig. Zudem muss vor einem Investitionsstart geklärt sein, ob und wie der Einsatz vernetzter Systeme maßgebliche Beiträge zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der eigenen Wertschöpfung bringen kann.



Industrie 4.0 auf den betrieblichen Hallenboden

Insgesamt 12 Verbundprojekte der Förderrichtlinie „Industrie 4.0 – Forschung auf den betrieblichen Hallenboden“ im Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ beschäftigen sich mit der Entwicklung, schrittweisen Einführung und kontinuierlichen Optimierung spezifischer, anwendungsorientierter und beispielhafter Lösungen für die Planung, Gestaltung und Steuerung kompletter Wertschöpfungsnetze im Unternehmen. Im Fokus steht die zielgerichtete Kombination effizienter, smarter CPPS-Komponenten über funktionierende Teilsysteme hin zu einem komplexen Gesamtsystem wirtschaftlicher Wertschöpfung im Mittelstand des verarbeitenden Gewerbes. In systematischer, interdisziplinärer Zusammenarbeit von Technologieentwicklern, z. B. aus dem Maschinenbau oder der IT-Branche, wissenschaftlichen Instituten und mittelständischen Anwendern werden spezifische Einsatzmöglichkeiten von CPPS analysiert und die Implementierung vorbereitet. Die Projektconsortien haben aus jeweils unterschiedlichen eigenen Marktstrategien Aufgabenstellungen für den Aufbau einer vernetzten Produktion definiert. Sie entwickeln anwendungsorientierte, ganzheitlich auf Mensch, Tech-

nik und Organisation bezogene Lösungen. Dabei stehen die Produktivitäts- und Flexibilitätssteigerung sowie Ressourceneffizienz im Fokus.

Die konkreten Anwendungen sind auf unternehmensinterne Wertschöpfungsketten gerichtet, berücksichtigen aber auch eine effiziente Kollaboration in globalen Wertschöpfungsnetzwerken als Erfolgsfaktor. Aufbauend auf der intelligenten Interaktion von Menschen, Objekten und Systemen werden dynamische, echtzeitfähige und selbstorganisierende Wertschöpfungsketten gestaltet, die sich nach verschiedenen Zielgrößen, wie beispielsweise Kosten, Verfügbarkeit, Energie- und Ressourcenverbrauch, Flexibilität, Durchlaufzeit etc. optimieren lassen.

Damit verbunden sind besondere Herausforderungen und Forschungsfragestellungen:

- **Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Technologieabschätzung zur Investitionsabsicherung**
Eine effiziente Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Technologieabschätzung begleitend zur Einführung von Industrie 4.0 ist notwendig zur Investitionsabsicherung und zum Erhalt von Wertbestand in den Unternehmen. Entwickelt werden Methoden und Werkzeuge zur Bewertung wirtschaftlicher und



technologischer Potenziale von CPPS-Technologien sowie deren Einsatzmöglichkeiten.

- **Digital durchgängiges, modellbasiertes Engineering**
Es werden Modelle und Tools für ein digital durchgängiges, modellbasiertes Engineering entwickelt. Zum Einsatz kommen domänenübergreifende Datenmodelle für die Planung, Simulation, Beschreibung und Bewertung von CPPS-Lösungen. Es müssen geeignete Instrumente gefunden werden, mit denen künftig entscheidungsrelevante Informationen über die jeweiligen IT-Systemgrenzen der Unternehmen hinweg beschafft, ausgewertet und bereitgestellt werden.
- **Entwicklung spezifischer Lösungsmuster für den Mittelstand**
Entwickelt werden prototypische Lösungsbausteine für repräsentative Anwendungsszenarien von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU). Dabei wird die Nutzung vorhandener Standards und Normen sowie der Schutz von firmenspezifischem Know-how ausdrücklich berücksichtigt. Prozesse in der Produktion werden interaktiv gestaltet, die Beschäftigten stehen im Mittelpunkt. Die Kolaboration zwischen Maschinen und Anlagen sowie Informations- und Kommunikationssystemen muss

für die Produktionsmitarbeiter transparent und nachvollziehbar sein. Es ist z. B. zu klären, wann und wie die Produktionsmitarbeiter bei „unvorhergesehenen“ Ereignissen eingreifen und steuern können. Angestrebt werden intelligente, beteiligungsorientierte Lösungen sowohl im Hinblick auf die Arbeitsgestaltung als auch auf die Arbeitsorganisation, mit denen der Mensch als kreativer Akteur in dezentrale, selbstoptimierende Steuerungsmechanismen einer verteilten Produktion eingebunden werden kann.

- **Einführungsstrategien und Umsetzungsempfehlungen für die Migration**

Parallel zu den beispielhaften Lösungen entwickeln und validieren die Projektbeteiligten Einführungsstrategien und Umsetzungsempfehlungen für eine Migration zur Industrie 4.0 wie auch Werkzeuge und Methoden für den erfolgreichen Weg zum Aufbau intelligent vernetzter soziotechnischer Wertschöpfungssysteme. Neu entstehende Rollen und Funktionen der Menschen innerhalb der Wertschöpfungsketten sollen beschrieben und in die Weiterentwicklung von Personal und Personalstrukturen integriert werden. Dieser stete Wandel muss auf allen Hierarchieebenen des Unternehmens entlang der Wertschöpfungskette begleitet und gestaltet werden. Insbesondere die geeignete Fortbildung am Arbeitsplatz im Unternehmen steht dabei im Vordergrund, damit eine bedarfsgerechte und effiziente Qualifikation der Mitarbeiter erfolgen kann.

Die Verbundprojekte werden mit insgesamt ca. 30 Millionen Euro gefördert. Sie wollen den Nachweis führen, dass der Weg zum „Industrie-4.0-Unternehmen“ auch für den Mittelstand wirtschaftlich realisierbar ist und damit wesentliche Beiträge zu Sicherung und Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit geliefert werden können. Die Entwicklungsergebnisse, Best Practices und allgemeingültige Lösungsmuster sollen produzierende Unternehmen dabei unterstützen, eigene spezifische Lösungen zu entwickeln, diese schrittweise im Unternehmen einzuführen und längerfristig im Wandel der unterschiedlichen Aufgaben kontinuierlich zum Aufbau einer vernetzten Produktion zu optimieren.

Weitere Informationen unter:
www.produktionsforschung.de

Projektporät

Den Wechsel zur produktorientierten Produktionsplanung beherrschen

Mit der Einführung Cyber-Physischer-Produktionssysteme (CPPS), in denen intelligente Maschinen, Anlagen und Produkte vernetzt werden, ergeben sich weitreichende Konsequenzen für die bestehenden Organisationsstrukturen in mittelständischen Produktionsbetrieben. Waren diese bisher zentral und hierarchisch organisiert, so werden sie in Zukunft verstärkt dezentral angelegt sein. Dieser Wandel wird zunächst insbesondere durch technische Entwicklungen ermöglicht, er erfordert jedoch zwangsläufig auch die integrierte Betrachtung der organisatorischen Abläufe und der sich verändernden Rolle des Mitarbeiters.

Aufgaben und Ziele

Kern des Forschungsprojekts ADAPTION ist die Entwicklung eines reifegradbasierten „Migrations- (Wandlungs-)Modells“, um Produktionsunternehmen zu befähigen, eigene CPPS zu entwickeln und einzu-

setzen. Das Lösungskonzept besteht aus einer jeweils eingehenden Betrachtung unterschiedlicher Unternehmen und deren Produktionsbereiche im Hinblick auf den Wandel von der Ressourcenorientierung zur Produktorientierung.

Technologie und Methodik

Im Fokus stehen industrielle Anwendungsszenarien in der Arbeitsplanung und Fertigungssteuerung, aber auch die Weiterentwicklung der Kompetenzen betroffener Berufsgruppen. Migrationskonzepte werden unter Einbeziehung der Mitarbeiter und unter Berücksichtigung des Gesamtunternehmens umgesetzt. Da die Anwendungspartner in vielfältigen Lieferbeziehungen zueinander stehen, wird zudem untersucht, wie die unterschiedlichen Reifegrade der Unternehmen und daraus abgeleitete individuelle Lösungen in der Wert schöpfungskette übergreifend passfähig sind.

Anwendungen und Ergebnisse

Das hochinnovative Vorgehensmodell für die Migration zum CPPS wird von den Industriepartnern angewandt, um gezielt ihre Industrie-4.0-Reife zu steigern. Im Rahmen eines „Industrie-4.0-Audits“ erlaubt ein Selbstbewertungswerkzeug die Ermittlung des derzeitigen Niveaus, um auf dieser Grundlage den unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten optimalen Reifegrad festzulegen. Daraus wird für Technik, Organisation und Personal ein ganzheitliches Lösungs- und Umsetzungskonzept bei den beteiligten mittelständischen Unternehmen abgeleitet. Als Ergebnis des Vorhabens werden Schulungsprogramme (z. B. in einer CPPS-Lernfabrik), softwareunterstützte Bewertungsinstrumente, Industrie-4.0-Audits, Beratungsleistungen zum Vorgehen bei der CPPS-Migration sowie Infoveranstaltungen und Veröffentlichungen angeboten, um die Forschungsergebnisse über das Projektconsortium hinaus zu verbreiten. KMU werden da-



Ganzheitlich gestaltete CPPS für bessere Kundenlösungen.

mit befähigt, entsprechend den individuellen Bedarfen und Fähigkeiten von den aktuellen Entwicklungen und Potenzialen der Industrie 4.0 zu profitieren.

Projektpartner und -aufgaben

- **FESTO Lernzentrum Saar GmbH, St. Ingbert**
Erarbeitung innovativer Lernformate für Produktionsmitarbeiter
- **FESTO AG & Co. KG, Werk St. Ingbert/Rohrbach, St. Ingbert**
Migrationsszenario Fertigung Kundenlösungen
- **Bernhard & Reiner GmbH, Großrosseln**
Migrationsszenario heterogener Maschinenpark, Organisation, Personal
- **Georg Zwetsch GmbH, Idar-Oberstein**
Migrationsszenario Neukonzeption CPPS, Organisation, Personal
- **PROXIA Software AG, Ebersberg**
Prototypen, Softwarekomponenten, MES
- **Jacobi Elokal GmbH, Altlußheim**
Migrationsszenario in Wertschöpfungsketten, Informationsaustausch
- **DFKI GmbH, Center for Learning Technology (CeLTech), Berlin**
IuK-Assistenzsystem, Reifegrad- und Vorgehensmodell
- **TU Dortmund, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Forschungsgebiet Industrie- und Arbeitsforschung, Dortmund**
Entwicklungsstand, betriebliche Arbeits- und Organisationsstrukturen
- **Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl für Produktionssysteme, Bochum**
Analyse, Gestaltung und Umsetzung organisationale Entwicklung
- **Ruhr-Universität Bochum, Gemeinsame Arbeitsstelle RUB/IGM, Bochum**
Partizipative Gestaltung der betrieblichen Veränderungsprozesse



Migrationskonzepte werden unter Einbeziehung der Mitarbeiter und unter Berücksichtigung des Gesamtunternehmens umgesetzt.

Projekt	Reifegradbasierte Migration zum Cyber-Physischen Produktionssystem (ADAPTION)
Koordination	FESTO Lernzentrum Saar GmbH, Forschungs- und Sonderprojekte Herr Klaus Herrmann Obere Kaiserstraße 301 66386 St. Ingbert Tel.: 06894 591-7437 E-Mail: herm@de.festo.com
Projektvolumen	4.175 Tsd. Euro (davon 2.436 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.01.2016 bis 31.12.2018
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/ADAPTION
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Frau M. A. Martina Kühnapfel Tel.: 0721 608-24979 E-Mail: martina.kuehnnapfel@kit.edu

Projektporät

Höhere Anlagenverfügbarkeit und bessere Dokumentation durch Assistenzsysteme

Wirtschaftliches Wachstum in der mittelständischen Prozessindustrie kann derzeit im Wesentlichen durch die Erhöhung der Energie- und Ressourceneffizienz bestehender Anlagen erzeugt werden. Die Auslastung bestehender prozesstechnischer Anlagen muss daher immer weiter erhöht werden. Dazu müssen Methoden entwickelt und eingesetzt werden, die es der Prozessindustrie ermöglichen, die für Wartung und Instandsetzung erforderlichen Zeiten deutlich zu reduzieren. Die daraus resultierende höhere Auslastung der Anlagen führt unmittelbar zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit. Zudem werden dadurch ineffiziente An- und Abfahrprozeduren vermieden und damit die Energie- und Ressourceneffizienz erhöht.

Aufgaben und Ziele

Im Rahmen des Forschungsprojekts CPPSprocessAssist wird ein Assistenzsystem auf Basis von cyber-physischen Produktionssystemen (CPPS) für die Prozesstechnik entwickelt und in vier Anwendungsszenarien von kleinen und mittleren Unternehmen aus dem Bereich der Prozessindustrie (Chemie, Erdgasförderung, Energie und Raffinerie) eingehend getestet.



Anwendungsszenario Granulationsanlage für ProcessAssist.

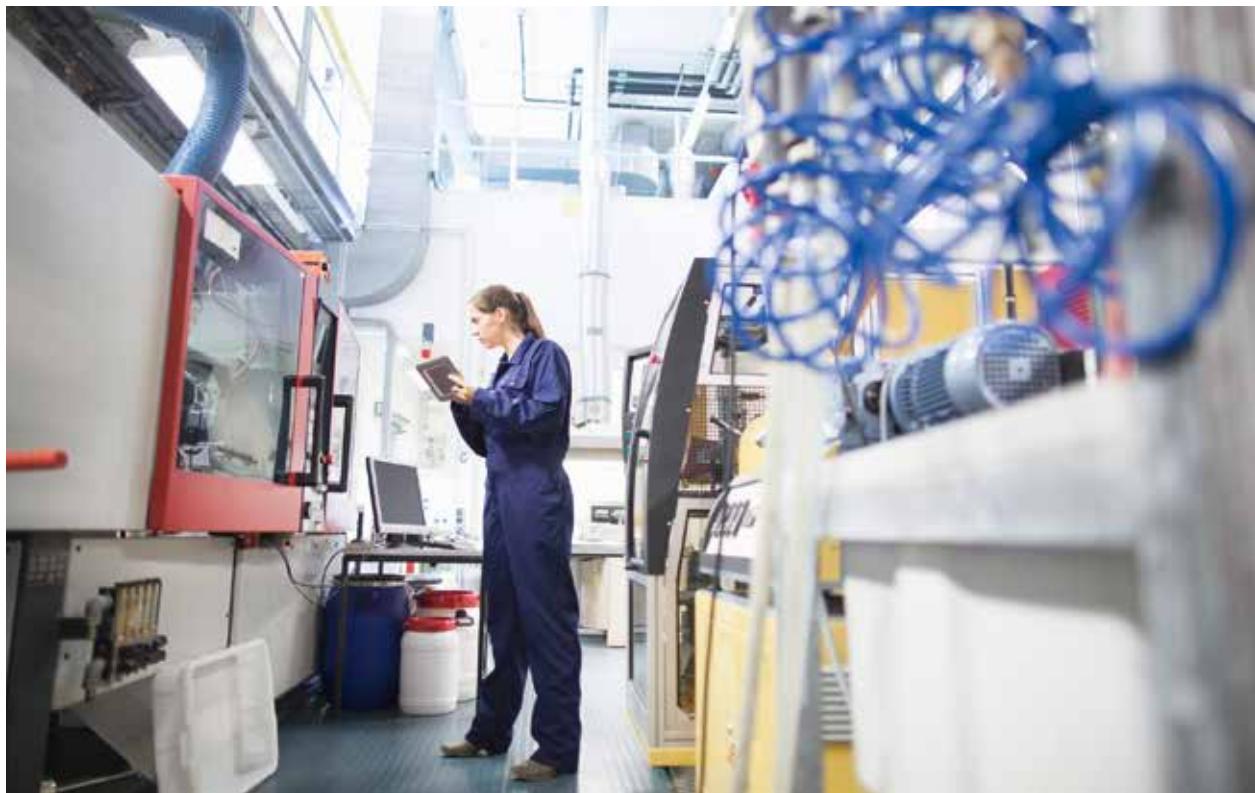
Technologie und Methodik In der Konzeptentwicklung werden zunächst die Anforderungen der Anwender an das Assistenzsystem spezifiziert. Das Bindeglied zwischen den Anwendern aus der Prozessindustrie und den Softwareentwicklern bilden die Projektpartner, die die Automatisierung und die Informationstechnik (IT) betreiben; sie ermöglichen den Datenzugang und die Umsetzung von Veränderungen in der IT-Infrastruktur der Anwender. Es werden drei Module des Assistenzsystems zu Dokumentenzugriff, Prozesskonformität und Sensorik entwickelt und anschließend in den vier Anwendungsszenarien überprüft.

Anwendungen und Ergebnisse

Nach Abschluss des Projekts wird es den Entwicklern zukünftig möglich sein, mobile Assistenzsysteme an bereits bestehende Softwarelösungen zu koppeln. Die beteiligten Systemintegratoren werden das Dienstleistungsspektrum dahin gehend erweitern, sodass neben der Konfiguration und Einrichtung einer Anlagensteuerung auch die Unterstützung im Anlagenbetrieb durch ein Assistenzsystem möglich ist. Dadurch lassen sich ungeplante technisch bedingte Stillstandzeiten reduzieren, und die Anwender erhalten eine automatisch erzeugte Dokumentation von Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten.

Projektpartner und -aufgaben

- **GESA Automation GmbH, Teuchern**
Praxisanforderungen Assistenzsystem und Konzeption Messkoffer
- **ROBETA-Holz OHG, Milmersdorf**
Konzeptionierung und Evaluierung des Assistenzsystems im Bereich Energie
- **IPT – Pergande, Gesellschaft für Innovative Particle Technology mbH, Weißandt-Gölzau**
Konzeptionierung, Implementierung und Evaluierung des Assistenzsystems im Bereich Chemie
- **Mitteldeutsches Bitumenwerk GmbH, Webau**



Mobile Assistenzsysteme zur Unterstützung im Anlagebetrieb und Wartung.

- Konzeptionierung und Evaluierung des Assistenzsystems im Bereich Raffinerie
- **CeH4 technologies GmbH, Celle**
Konzeptionierung, Implementierung und Evaluierung des Assistenzsystems im Bereich Erdgasversorgung
 - **Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF), Magdeburg**
Entwicklung einer semantischen Datenaufbereitung und 3D-Fehlerortung
 - **PROCAD GmbH & Co. KG, Karlsruhe**
Entwicklung einer erweiterten fehleroptimierten Datenbereithaltung mit Integration von CAD, CAE und ERP
 - **Fasihi GmbH, Ludwigshafen am Rhein**
Umsetzung eines digitalen Arbeitsplatzes als Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine

Projekt	Assistenzsysteme für die Prozessindustrie auf Basis von cyber-physischen Produktionsystemen (CPPSprocessAssist)
Koordination	GESA Automation GmbH Herr Martin Schulze Bahnstraße 106 06682 Teuchern Tel.: 034443 608-0 E-Mail: m.schulze@gesa-automation.de
Projektvolumen	3.540 Tsd. Euro (davon 2.045 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.01.2016 bis 31.12.2018
Projektlink	www.cppsprocessassist.de
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dr.-Ing. Alexander Lucumi Tel.: 0721 608-28308 E-Mail: alexander.lucumi@kit.edu

Projektporät

Der Mensch im Mittelpunkt der Produktion

Unternehmen erwarten von ihren Ausrütern, dass die immer komplexeren Produktionsanlagen stets zuverlässig arbeiten und eine maximale Betriebszeit bei niedrigsten Wartungskosten garantieren. Industrie-4.0-Lösungen eröffnen dazu für die Ausrüster Möglichkeiten, natürliche und künstliche Intelligenz sinnvoll und nutzbringend zu verbinden. Jeder Prozessschritt in einer Anlage, jedes Produkt, jede Prüfvorrichtung kann hierfür entsprechende Daten liefern. Die größte Herausforderung besteht nicht darin, Daten zu erfassen, sondern diese Daten sinnvoll und zielgerichtet zu speichern, zu verarbeiten, auszuwerten und die Ergebnisse den jeweiligen Entscheidungsträgern, also den Menschen, in geeigneter Form zur Verfügung zu stellen. Für die eher mittelständisch geprägten Hersteller und Betreiber von Sondermaschinen ist es jedoch schwierig, diese Lösungsansätze auf die eigenen Erfordernisse anzupassen und anzuwenden.

Aufgaben und Ziele

Das Ziel von CyProAssist ist daher die Schaffung eines Fertigungassistenzsystems und dessen Anwendung unter realen Produktionsbedingungen. Dieses System

stellt den Menschen als kreativen Problemlöser in den Mittelpunkt der Fertigung und unterstützt ihn so, dass er seine kognitiven Fähigkeiten optimal in den Produktionsprozess einbringen kann.

Technologie und Methodik

Nach der Entwicklung neuartiger Algorithmen zur Erfassung von Produktionsdaten wird die Auswertung von Maschinen- und Prozessdaten untersucht. Des Weiteren werden die Gesamtstruktur und die Mensch-Maschine-Schnittstellen des Assistenzsystems definiert und zunächst in einer Testumgebung erprobt. Am Ende steht die Einführung und Überprüfung des Assistenzsystems unter realen Bedingungen in vier Anwendungsszenarien aus den Bereichen manueller und semiautomatischer Montage, Abfüllanlagen für die Lebensmittelindustrie und Anlagen zur Metallumformung. Zusätzlich werden personalisierte Schulungs- und Bedienkonzepte erarbeitet, die direkt am Arbeitsplatz abgerufen werden können.

Anwendungen und Ergebnisse

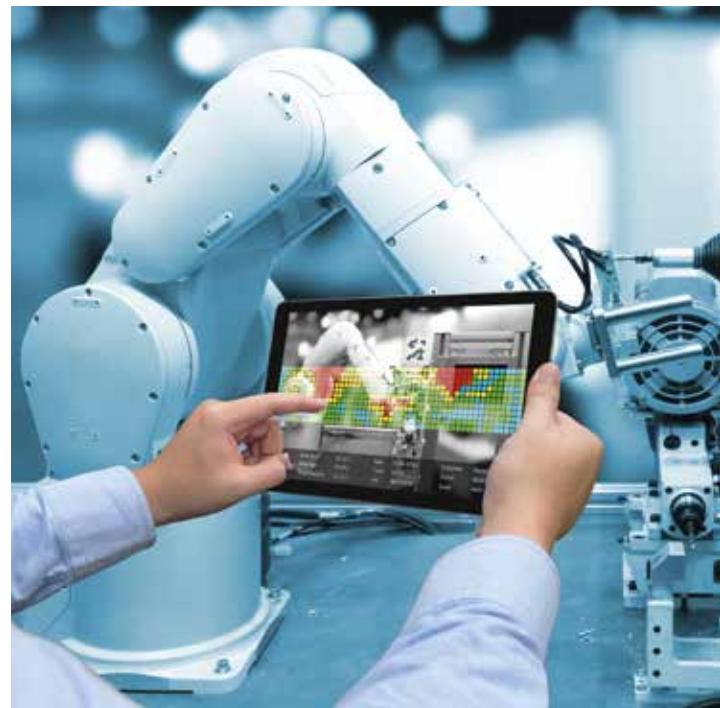
Bei erfolgreicher Umsetzung ergeben sich umfassende Kosteneinsparungen, beispielsweise durch die Verkürzung von Reise- und Arbeitstagen der Servicetechniker oder die Reduktion von Montagefehlern sowie von Maschinenausfallzeiten durch Funktionsstörungen. Darüber hinaus wird es in Zukunft möglich sein, individuell optimierte Instandhaltungsstrategien abhängig von den Fähigkeiten der Mitarbeiter zu entwerfen. Das Assistenzsystem und dessen Elemente sind modular aufgebaut, sodass seine Bausteine in unterschiedlichen produzierenden Unternehmen, insbesondere im Mittelstand, ohne großen Aufwand anwendbar sind.



Informationsbereitstellung in der Fabrik der Zukunft.

Projektpartner und -aufgaben

- **SITEC Industrietechnologie GmbH, Chemnitz**
Anwendungsszenario automatisierte Montageanlagen
- **C. Ed. Schulte GmbH Zylinderschlossfabrik, Velbert**
Anwendungsszenario manuelle Montagearbeitsplätze
- **KHS GmbH, Dortmund**
Einsatz von CPPS in Verpackungsanlagen
- **Hörmann Rawema Engineering & Consulting GmbH, Chemnitz**
Integration von CPPS in Fabrik- und Ausrüstungsplanung
- **ATB Arbeit, Technik und Bildung GmbH, Chemnitz**
Mensch-Technik-Interaktion und Kompetenzentwicklung
- **TTI GmbH, TGU Interaktion.biz, Stuttgart**
Adaptive Design-, Bedien- und Interaktionskonzepte
- **N+P Informationssysteme GmbH, Meerane**
Datenintegration im Produktionsumfeld
- **n³ Data Analysis, Software Development & Consulting GmbH, Oelsnitz**
Datenanalyse – von BigData zu SmartData
- **Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Chemnitz**
Modelle und Dienste für cyber-physische Produktionssysteme
- **Institut für Ubiquitäre Mobilitätssysteme, Hochschule Karlsruhe, Karlsruhe**
Interaktive ubiquitäre Systeme für die Produktion der Zukunft
- **Peterstaler Mineralquellen GmbH, Bad Peterstal**
Anwendungsszenario Rüstung komplexer Abfüllanlagen
- **CPT Präzisionstechnik GmbH, Chemnitz**
Anwendungsszenario CNC-Bearbeitungszentrum



Technische Unterstützung durch ein Assistenzsystem.

Projekt	Fertigungsassistenzsystem unter Verwendung sozio-cyber-physischer Produktionssysteme (CyProAssist)
Koordination	SITEC Industrietechnologie GmbH Frau Daniela Pfab Bornauer Straße 192 09114 Chemnitz Tel.: 0371 4708-159 E-Mail: daniela.pfab@sitec-technology.de
Projektvolumen	5.616 Tsd. Euro (davon 3.124 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.01.2016 bis 31.12.2018
Projektlink	www.cyproassist.de
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dr.-Ing. Alexander Lucumi Tel.: 0721 608-28308 E-Mail: alexander.lucumi@kit.edu

Projektporät

Stufenweise vernetzen im Unternehmen

Unternehmen stehen bei der Einführung von vernetzten Informations- und Kommunikationstechniken (IKT) vor großen Herausforderungen. Es mangelt an geeigneten Vorbildern, nachvollziehbaren Vorgehensweisen und Einführungsstrategien, und die erforderlichen Investitionen in Technologien sind hoch. Zudem fehlen in mittelständischen Unternehmen oft die erforderlichen Kompetenzen und Personalressourcen.

Aufgaben und Ziele

Das Forschungsprojekt Intro 4.0 greift diese Herausforderungen auf und entwickelt einen reifegradbasierten Handlungsleitfaden mit einer verallgemeinerten Vorgehensweise, eine sogenannte generische Toolbox. Dadurch erhalten Unternehmen, insbesondere der deutsche Mittelstand, eine Hilfestellung bei der Einführung individuell zugeschnittener Industrie-4.0-Lösungen.

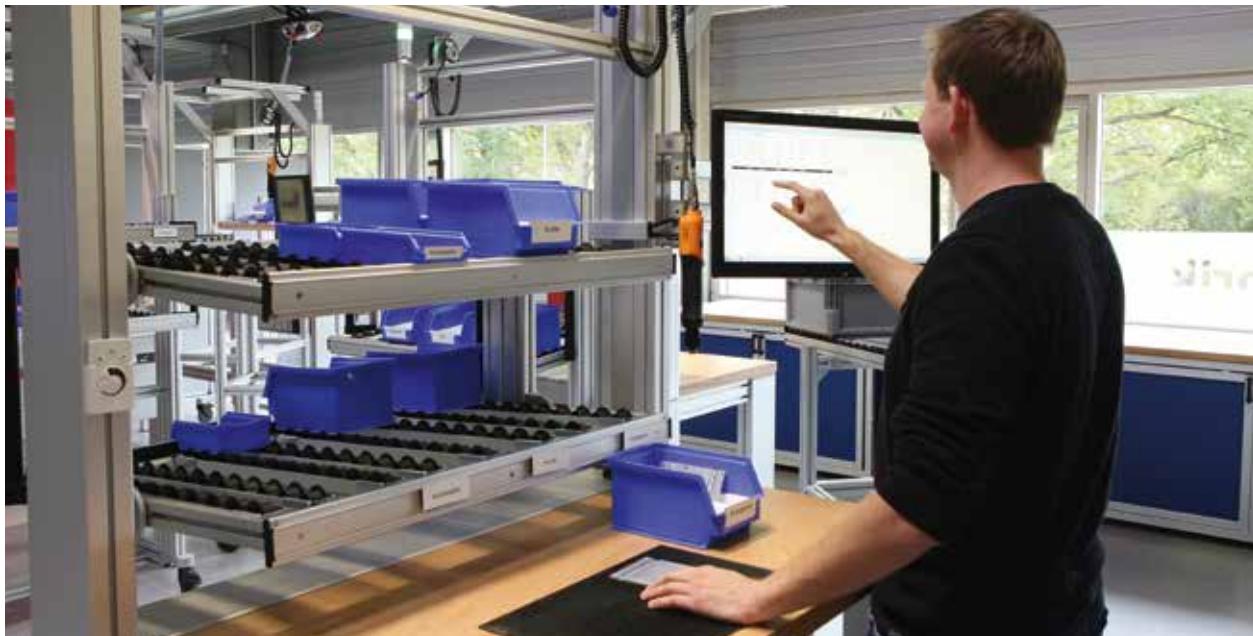
Technologie und Methodik

Ausgehend von einer jeweils individuellen Ausgangssituation der IKT-Vernetzung wird jedem Unternehmen ein Reifegrad zugeordnet. Geeignete Methoden führen die sechs Anwenderunternehmen zu spezifischen Fallan-

wendungen, z. B. Qualitätssicherung, Störungsmanagement, Visualisierung und Interpretation von Zustandsdaten, verteilte gleichzeitige Entwicklung (Simultaneous Engineering) sowie Logistikplanung und -steuerung. Die Fallanwendungen werden fortlaufend einer Risiko- und Potenzialabschätzung unterzogen. Flankierend hierzu läuft ein Befähigungs- und Entwicklungskonzept für die Mitarbeiter. Aufbauend auf diesen Elementen wird eine verallgemeinerbare Vorgehensweise zur Einführung von Industrie-4.0-Lösungen entwickelt.

Anwendungen und Ergebnisse

Als Ergebnis liegt ein Handlungsleitfaden vor, der das allgemeine Vorgehensmodell, optimale Vorgehensweisen, die eingesetzten Methoden, die sich aus den Fallstudien ergebenden Personalentwicklungskonzepte und die reifegradbasierten Randbedingungen umfasst. Dem deutschen Mittelstand wird dadurch eine Arbeitshilfe in Form von Befähigungs- und Einführungsstrategien geboten, die es ihm ermöglicht, mit einer intelligenten Vernetzung Kosten-, Zeit- und Qualitätsvorteile zu erzielen. Insgesamt kann so die Positionierung Deutschlands als Leitmarkt für Industrie 4.0 unterstützt werden.



Kompetenzentwicklung als ein wesentlicher Baustein bei der Integration von Industrie 4.0.

Projektpartner und -aufgaben

- **Arnold AG, Friedrichsdorf**
Anwender (Methodenentwicklung und -umsetzung im Bereich der Logistiksteuerung)
- **Andreas Stihl AG & Co. KG, Waiblingen**
Methodenentwicklung und -umsetzung im Bereich der IT-gestützten Instandhaltung
- **era-contact GmbH, Bretten**
Methodenentwicklung und -umsetzung im Bereich der papierlosen Fertigung, abteilungsübergreifende Informationsbereitstellung
- **Festo Didactic GmbH & Co. KG, Denkendorf**
Kompetenzentwicklung, Aus- und Weiterbildung von Mitarbeitern sowie Entwicklung von Lernfabriken
- **GTT Gesellschaft für Technologie Transfer mbH, Hannover**
Software-Expertise im Bereich der Logistikgestaltung, der Aufnahme und Verwertung von Rückmelddaten sowie der Entwicklung von Benutzeroberflächen
- **ITK Engineering AG, Rülzheim**
Expertise im Bereich der Softwareentwicklung, des Data Mining sowie der Entwicklung von Algorithmen zur Datenkorrelation und -auswertung
- **Infineon Technologies AG, Regensburg**
Methodenentwicklung und -umsetzung im Bereich der automatisierten und digitalisierten Wertstromaufnahme
- **Sartorius Lab Instruments GmbH & Co. KG, Göttingen**
Anwender, Methodenentwicklung und -umsetzung im Bereich der Prozessdatenverwertung und der Kompetenzentwicklung
- **Universität Hannover, Institut für Fabrikanlagen und Logistik, Garbsen**
Entwicklung produktionstechnischer Industrie-4.0-Methoden, Planung, Steuerung und Gestaltung von Logistikprozessen, Arbeitswissenschaft und Kompetenzentwicklung

- **Sennheiser electronic GmbH & Co. KG, Wedemark**
Methodenentwicklung und -umsetzung im Bereich der Logistikplanung und -steuerung sowie des Störungsmanagements
- **Karlsruher Institut für Technologie (KIT), wbk Institut für Produktionstechnik, Karlsruhe**
Entwicklung produktionstechnischer Industrie-4.0-Methoden im Bereich der Visualisierung und Transparenz, des Qualitäts- und Störungsmanagements, des Simultaneous Engineeings sowie der Produktionsplanung und -steuerung

Projekt	Befähigungs- und Einführungsstrategien für Industrie 4.0 (Intro 4.0)
Koordination	Karlsruher Institut für Technologie (KIT) wbk Institut für Produktionstechnik Frau Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza Kaiserstraße 12 76131 Karlsruhe Tel.: 0721 608-44017 E-Mail: Gisela.Lanza@kit.edu
Projektvolumen	5.553 Tsd. Euro (davon 2.963 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.01.2016 bis 31.12.2018
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/Intro40
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Frau Dipl.-Ing. (FH) Dorothee Weisser Tel.: 0721 608-26150 E-Mail: dorothee.weisser@kit.edu

Projektporät

Produktionsdaten für die Verbesserung von Prozess- und Produktqualität nutzen

Industrie 4.0 führt durch den zunehmenden Einsatz von Sensorik in den Produktionsprozessen zur Erfassung unterschiedlichster Produktionsdaten. Bisherige Qualitätsmanagementsysteme können diese Daten nur unzureichend nutzen. Hier besteht enormes Entwicklungspotenzial bspw. in der Früherkennung von Werkzeugverschleiß und der frühzeitigen Einleitung von Reaktionsmaßnahmen. Dadurch könnten erhebliche Qualitätsverbesserungen erzielt werden. Es bedarf hierfür einer Qualitätsregelung, die nicht wie bisher nur unternehmensintern definiert wird, sondern eine Integration externer Akteure, etwa von Lieferanten, erlaubt.

Aufgaben und Ziele

Die Zielsetzung des Forschungsprojekts IQ40 ist die Entwicklung eines Konzepts zur Identifikation und Erfassung qualitätsrelevanter Daten sowie deren intelligente Filterung. Es sollen Verfahren zur Auswahl und

zur Synthese von Daten erarbeitet werden, die sowohl eine interne als auch externe Informationsbereitstellung ermöglichen.

Technologie und Methodik

Zunächst ist eine Bestandsaufnahme und Erweiterung der vorhandenen Sensorik bei den Anwendern erforderlich. Möglichkeiten zur Identifikation und Erfassung relevanter Daten, wie Schwingungen, Temperatur und Energieverbrauch, werden erarbeitet. Darauf aufbauend werden intelligente Auswahl- und Synthesealgorithmen entwickelt, um die Datenmenge auf die wesentlichen Messgrößen zu reduzieren. Das im Rahmen des Projektes entwickelte Regelwerk ermöglicht eine automatisierte Kategorisierung und Analyse der Daten. Auf Basis der Analyseergebnisse können Entscheidungen dezentral getroffen und auf qualitätsrelevante Einflüsse unmittelbar reagiert werden, etwa durch Einflussnahme auf Maschineneinstellungen



Qualitätssicherung im Zeitalter von Industrie 4.0.

oder die Bestellung von Verschleißteilen. Zudem lernt das Regelwerk aus der Wirksamkeit der in der Vergangenheit eingeleiteten Reaktionsmaßnahmen oder aus eingetretenen Störungen. Auf dieser Grundlage kann sich das Regelwerk autonom verbessern und unter Einwirken verantwortlicher Mitarbeiter weiterentwickeln.

Anwendungen und Ergebnisse

Unternehmen sind zukünftig in der Lage, mittels Sensorsystemen, Kennwertbildung und Regelwerk qualitätsrelevante Daten automatisiert zu generieren und zu analysieren. Dadurch können Störungen frühzeitig erkannt und Maßnahmen eingeleitet werden. Stillstandzeiten, Nacharbeit und Ausschuss können maßgeblich reduziert werden. Gleichzeitig steigt die Produktqualität. Maschinenhersteller können dadurch neue Dienstleistungen, wie Ausfallvorhersage oder vorbeugende Instandhaltung, für die Maschinenanwender anbieten. Die ermittelten Daten können darüber hinaus in die Verbesserung existierender oder die Entwicklung neuer Maschinengenerationen einfließen.

Projektpartner und -aufgaben

- **IPRI – International Performance Research Institute gGmbH, Stuttgart**
Bewertung der Wirtschaftlichkeit des zu entwickelnden Qualitätsregelungssystems
- **Brand KG, Anröchte**
Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten von Sensorik zur Ist- und Echtzeitdatenerfassung im Produktionsprozess und am Produkt
- **cirp GmbH, Heimsheim**
Übertragung des zu entwickelnden Qualitätsregelungssystems auf generative Fertigungsverfahren
- **Dreher Präzisionsteile GmbH, Balgheim**
Ist- und Echtzeitdatenerfassung im Produktionsprozess und am Produkt
- **Wafios AG, Reutlingen**
Integration externer Ressourcen (z. B. Zulieferer, Kunden) im Rahmen der Qualitätsregelung
- **ASI DATAMYTE GmbH, Lübeck**
Sicherstellung der unternehmensinternen Datenübertragung



Prozessüberwachung und Qualitätsmanagement online.

- **GEWATEC GmbH + Co. KG, Wehingen**
Integration der Forschungsergebnisse in eine Softwarelösung
- **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart**
Entwicklung eines intelligenten Regelwerks zur Informationsnutzung und Prozessunterstützung bei auftretenden Störungen und Qualitätsmängeln
- **Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Produktentwicklung IPEK, Karlsruhe**
Entwicklung einer Methode zur Identifikation und Erfassung qualitätsrelevanter Daten sowie deren Filterung und Synthese

Projekt	Einführung intelligenter Qualitätsregelungssysteme durch vernetzte Wertschöpfung (IQ40)
Koordination	IPRI – International Performance Research Institute gGmbH Herr Prof. Dr. Mischa Seiter Königstraße 5 70173 Stuttgart Tel.: 0711 6203268-8012 E-Mail: mseiter@ipri-institute.com
Projektvolumen	5.544 Tsd. Euro (davon 3.164 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.01.2016 bis 31.12.2018
Projektlink	www.ipri-institute.com/iq40/projekt/
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dipl.-Ing. Thomas Rosenbusch Tel.: 0721 608-25273 E-Mail: thomas.rosenbusch@kit.edu

Projektporät

Mobil, interaktiv, dynamisch – Jobeinplanung durch den Meister in der Produktion

Um Kundenwünsche möglichst schnell bewerten, einplanen und beliefern zu können, ist die Transparenz der laufenden Planung und Fertigung gerade für Mittelständler eine wettbewerbsentscheidende Komponente. Die hohe Zahl von Prozessschritten zur individuellen Planung und Realisierung der Fertigung ist häufig weder stabil noch vollständig vorhersehbar. Stetig wachsende Flexibilitätsanforderungen erfordern eine dynamische Prozesssteuerung während der Fertigung, die in Standardarbeitsplänen nicht abgedeckt werden kann. Derzeitige Mittel und Ansätze werden diesen Anforderungen mittelständischer Unternehmen nicht gerecht.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts JUMP40 ist die Entwicklung eines interaktiven Prozessmanagementsystems für den Produktionsbereich sowie dessen Einbindung in die Ablauforganisation des Gesamtunternehmens.

Mit diesem Prozessmanagementsystem wird dem Meister als kreativem Akteur ein Werkzeug zur Verfügung gestellt, um Machbarkeitsbewertung und Einplanung von Kundenanfragen direkt in den Produktionsbereich zu verlagern. Die interaktive Vernetzung wird das Zusammenführen von Managemententscheidungen auf dem Hallenboden ermöglichen und Mitarbeiter-Erfahrungswissen in die Entscheidungsprozesse integrieren.

Technologie und Methodik

In einem Rahmenwerk werden zunächst spezifische Unternehmens- sowie ergänzende Anforderungsmodelle erstellt. Als generisches Entwicklungsergebnis entstehen daraus Referenzmodelle für die Anwendungsszenarien „Unikatherstellung“, „Industrial Service“ und „generative Fertigung“. Auf deren Basis werden Randbedingungen für das Prozessmanagementsystem beschrieben, Methodenketten zur dynamischen Tech-



Interaktive Planung durch den Meister in der Produktion.

nologiebewertung entwickelt und Schnittstellen der zu entwickelnden Systeme definiert. Die Bereitstellung einer modularen Demonstrator-Plattform erfolgt bereits parallel zu ihrer Entwicklung. Das ermöglicht, die einzelnen Lösungen für die Anwendungsfälle beispielhaft umzusetzen und in Form mobiler Anwendungen zu prüfen. Entsprechend neu zu gestaltende Arbeitsinhalte, Arbeitsplätze sowie spezifische Kompetenzanforderungen werden empirisch ermittelt, aufbereitet und überprüft.

Anwendungen und Ergebnisse

Die Projektergebnisse werden in einem modellbasierten, interaktiven Leitfaden zur Umsetzung für eine möglichst breite Anwendung zur Verfügung stehen. Ergänzend wird die Standardisierung der Ergebnisse verfolgt. Die aus der Einführung des interaktiven Prozessmanagementsystems im Mittelstand des Maschinenbaus zu erwartende Verkürzung von Antwortzeiten und Lieferterminen wird damit wesentlich zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit dieser Unternehmen beitragen.

Projektpartner und -aufgaben

- **Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK), Unternehmenslogistik und Prozesse, Berlin**
Interaktives dynamisches Prozessmanagement-system
- **Universität Stuttgart, Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Stuttgart**
Technologiebewertungssystem, arbeitswissenschaftliche Begleitung
- **Technische Universität Dresden, Prozesskommunikation, Dresden**
Schnittstellen zur Feldbusebene
- **Budatec GmbH, Berlin**
Prozessoptimierung bei Werkstattfertigung
- **KSB AG, Frankenthal**
Integration Service-, Angebots- und Auftrags-abwicklungsprozesse

- **Pickert & Partner GmbH, Pfingtal**
Entwicklung und Integration von MES-Funktionen
- **Maier Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG, Wehingen**
Echtzeitverknüpfung im Projektmanagement
- **PI Informatik GmbH, Berlin**
Integration von Livedaten der Produktionssysteme
- **cirp GmbH, Heimsheim**
Prozessoptimierung im Prototypenbau

Projekt	Mobile Jobeinplanungsunterstützung für den Meister in der Produktion (JUMP40)
Koordination	Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK), Unternehmenslogistik und Prozesse Herr Dr.-Ing. Thomas Knothe Pascalstraße 8-9 10587 Berlin Tel.: 030 39006-195 E-Mail: thomas.knothe@ipk.fraunhofer.de
Projektvolumen	4.495 Tsd. Euro (davon 2.602 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektlaufzeit	01.11.2015 bis 31.10.2018
Projektlink	www.jump40.de
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Frau Dipl.-Ing. Barbara Mesow Tel.: 0351 463-31428 E-Mail: barbara.mesow@kit.edu

Projektporät

Kollaborativ und dynamisch in der Einzel- und Kleinserienfertigung

In der Serienproduktion ist die standardisierte Linienfertigung, bei der das Produkt nacheinander verschiedene Stationen durchläuft, seit Langem bekannt. Die Übertragung dieses Prinzips auf die Individualfertigung wird in den letzten Jahren zunehmend verfolgt. Die gewonnene Kontrolle führt zu transparenten und zudem sehr effizienten Fertigungsabläufen. Um die Effizienz und die Flexibilität des Fertigungssystems weiter zu erhöhen, müssen allerdings die Mitarbeiter intensiver in den Planungsprozess mit einbezogen werden. Somit stellt sich die Frage, inwieweit durch neue Organisationsformen und mithilfe aktueller Informations- und Kommunikationstechnologie diesen Herausforderungen begegnet werden kann, um neue Wertschöpfungspotenziale zu erschließen.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts KoSyF ist es, Lösungsmuster und Prozesse in der Einzel- und Kleinserienfertigung zu entwickeln, die durch cyber-physische

Hilfsmittel unterstützt werden. In einer neuartigen Organisationsform arbeiten Mitarbeiter fertigungsnaher Unternehmensbereiche durch neu gestaltete Prozesse und Verantwortlichkeiten kollaborativ zusammen. Durch aktuelle Informations- und Kommunikationstechnologien werden Mitarbeiter mit verschiedenen Zielsetzungen befähigt, gemeinsam die Produktion zu planen und zu steuern. Darüber hinaus werden durch die Integration aktueller Logistikkonzepte und -technologien Ressourcen optimal genutzt, sodass Mitarbeiter sich auf ihre Kernkompetenzen in den jeweiligen Bereichen konzentrieren können – der Mensch leitet ein, das System führt aus.

Technologie und Methodik

Dazu werden von vier Einzel- und Kleinserienfertigern Anwendungsszenarien aus den Bereichen Betriebsmittel- und Werkzeugbau entwickelt, die anschließend in Hard- und Softwarelösungen überführt und auf dem betrieblichen Hallenboden überprüft werden. Parallel



Dynamische Fertigungslien bei kollaborativer Planung.

dazu werden Demonstratoren aufgebaut, die die Module in einer skalierbaren Gesamtlösung zusammenfassen. Ein Fokus liegt auf einem intuitiv bedienbaren Entscheidungsunterstützungssystem. Das System wird durch die entsprechende prototypische Erweiterung einer Produktionsplanungs- und -steuerungs (PPS)-Software praktisch nutzbar gemacht. Die damit hergestellten neuartigen innerbetrieblichen Lösungen, wie z. B. ein modulares fahrerloses Transportsystem (FTS), richten sich vor allem an mittelständische Unternehmen. Darüber hinaus dient ein Demonstrator zu Lehr- und Anschauungszwecken für Studenten und zur Weiterbildung für Unternehmen.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch die branchen- und unternehmensübergreifende Überprüfung wird ein breitenwirksames Fertigungssystem entwickelt. Mit den Demonstratoren und einem Handlungsleitfaden stehen Instrumente zur Verfügung, die es einer breiten Masse an Unternehmen ermöglichen, im Rahmen von Industrie 4.0 erfolgreich neue Arbeits- und Organisationsformen in der Einzel- und Kleinserienfertigung für sich zu erschließen.

Projektpartner und -aufgaben

- **ZF Friedrichshafen AG, Werkzeug- und Messmittelbau, Schweinfurt**
Anwendungsentwicklung für den Bereich „Werkzeugbau“ in einer synchronisierten Fertigungs-umgebung
- **Dr. Kaiser Diamantwerkzeuge GmbH & Co. KG, Celle**
Anwendungsentwicklung für den Bereich „Traditionelle Fertigung“ in mittelständischen Unternehmen
- **Gebr. Wolff GmbH & Co. KG, Stolberg**
Anwendungsentwicklung für den Bereich „Traditionelle Fertigung“ in kleinen Unternehmen mit breitem Auftragsspektrum
- **Hirschvogel Umformtechnik GmbH, Denklingen**
Anwendungsentwicklung für den Bereich „Werkzeugbau“ mit Multi-Standort-Synchronisation

- **innoTecS Ingenieurgesellschaft mbH, Aachen**
Planung und Optimierung synchronisierter Fertigungsprozesse durch Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems
- **RWTH Aachen, Werkzeugmaschinenlabor (WZL), Aachen**
Entwicklung der informationstechnischen Verknüpfung der Produktionsprozesse
- **MLR System GmbH, Ludwigsburg**
Entwicklung von neuartigen, modular-skalierbaren fahrerlosen Transportsystemen zum Aufbau einer Intralogistik für die Einzel- und Kleinserienfertigung
- **Modell Aachen GmbH, Aachen**
Entwicklung und Implementierung eines Systems zur interaktiven Kollaboration zwischen Planung und Fertigung

Projekt	Kollaborativ-synchronisierte Fertigung (KoSyF)
Koordination	ZF Friedrichshafen AG, Werkzeug- und Messmittelbau Herr Herbert Johann Ernst-Sachs-Straße 62 97424 Schweinfurt Tel.: 09721 98-3873 E-Mail: herbert.johann@zf.com
Projektvolumen	2.647 Tsd. Euro (davon 1.525 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.01.2016 bis 30.06.2018
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/KoSyF
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Frau Dipl.-Ing. (FH) Dorothee Weisser Tel.: 0721 608-26150 E-Mail: dorothee.weisser@kit.edu

Projektporät

Alle Technik hilft nichts, wenn die Mitarbeiter nicht mitziehen

Abgesehen von einzelnen Insellösungen in abgeschlossenen Testumgebungen, steht eine breite Anwendung von Industrie 4.0 auf dem betrieblichen Hallenboden derzeit noch aus. Ein Grund dafür ist, dass sich bisherige Ansätze nur auf die Gestaltung der notwendigen technischen Lösungen in den Fabriken konzentrieren. Die direkt betroffenen Mitarbeiter in Produktion und Logistik sind kaum in die Konzeption und Gestaltung innovativer Lösungen eingebunden. Aus Betroffenen müssen jedoch Beteiligte werden, um eine langfristig erfolgreiche Umsetzung zu erzielen.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts MyCPS ist die Erarbeitung und pilothafte Erprobung systematischer Vorgehensweisen zur praktikablen, auf den Menschen zentrierten Umstellung („Migration“) digitalisierter Produktionsprozesse hin zu cyber-physischen Systemen (CPS). Im

Mittelpunkt steht dabei die Einbindung der Mitarbeiter in die gemeinsame Gestaltung, Nutzung und Weiterentwicklung der Lösungen, um die notwendige Vertrauensbasis für den Anwendungserfolg zu schaffen. In Kooperation mit den Sozialpartnern sind dabei die Informationssicherheit und der Datenschutz zu berücksichtigen.

Technologie und Methodik

In den beteiligten Betrieben werden prototypische Industrie-4.0-Lösungen für Fertigung, Montage, innerbetriebliche Logistik und Produktionssteuerung als Kernbereiche der industriellen Wertschöpfung verwirklicht. Damit wird auch die Akzeptanz für zukunftsfähige Lösungen hergestellt. Dazu werden die Rollen, Aufgaben und Funktionen der Mitarbeiter in einem „Menschenbild“ modellhaft abgebildet und in das geplante ganzheitliche Vorgehenskonzept für die beteiligungsorientierte Gestaltung menschzentrierter CPS überführt. Nach Ableitung und Beschreibung einheitlich geltender Prinzipien werden die Anwendungsfälle und Einführungsszenarien für die Produktionssysteme der einzelnen Unternehmen konkretisiert. Es werden Strategien für die Ausweitung von Industrie-4.0-Technologien auf das gesamte Unternehmen und deren Zusammenspiel abgeleitet.

Anwendungen und Ergebnisse

Es werden somit Methoden, Modelle und Hilfsmittel entwickelt und bewertet sowie im engen Dialog mit den am Projekt beteiligten Partnern verallgemeinert und aufbereitet. Neben dieser insbesondere auch im Mittelstand anwendbaren Handlungsmethodik wird eine „Migrations-Toolbox“ in Form einer interaktiven Internet-Plattform für Unternehmen zur Verfügung gestellt. Die Toolbox enthält Strategien und Vorgehensweisen zur Analyse, Planung, Realisierung und Bewertung von Anwendungsfällen für die erfolgreiche Durchführung betrieblicher Projekte. Darüber hinaus entstehen kommerziell nutzbare Softwareinstrumente für die Einführung menschzentrierter CPS in produzierenden Unternehmen unterschiedlicher Branchen.



Prototypische Mediennutzung in der Montage am Fraunhofer-IAO in Stuttgart.

Projektpartner und -aufgaben

- **Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart**
Methodik zur Bewertung und Einführung menschzentrierter CPS
- **Universität Stuttgart, Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Stuttgart**
Vorgehensweisen, Handlungshilfen zur Gestaltung menschzentrierter CPS
- **Ingenics AG, Ulm**
Modell zur Einführung und Bewertung innovativer Organisationsformen
- **Trebing & Himstedt Prozeßautomation GmbH & Co. KG, Schwerin**
MES, Entwicklung der interaktiven Toolbox-Plattform
- **ifp Prof. Dr.-Ing. Joachim Milberg Institut für Produktion und Logistik GmbH & Co. KG, München**
Modelle zur Konzeption und Umsetzung von Mensch-App-Schnittstellen
- **Universität Kassel, Fachgebiet Öffentliches Recht, insb. Informationstechnikrecht und Umweltrecht im Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Kassel**
Informationssicherheit, rechtliche Aspekte der Industrie-4.0-Nutzung
- **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund**
Menschengerechte Arbeits- und Technikgestaltung, Arbeitsschutz
- **BITZER Kühlmaschinenbau GmbH, Sindelfingen/Rottenburg**
MyCPS-Pilotlösung: Maschinenvernetzung, Mitarbeiterinformation via Smart Devices
- **BorgWarner Ludwigsburg GmbH, Ludwigsburg**
MyCPS-Pilotlösung: Produktionssteuerung und Personaleinsatzplanung

- **Presspart GmbH & Co. KG, Marsberg**

MyCPS-Pilotlösung: Störfallmanagement in der Fertigung

- **Siemens AG, Werk Chemnitz, Chemnitz**

MyCPS-Pilotlösung: mitarbeitergerechte Informations- und Medienbereitstellung

- **Spindelfabrik Suessen GmbH, Süßen**

MyCPS-Pilotlösung: clevere Mensch-Leichtbauroboter-Kombination

- **viantore software GmbH, Stuttgart**

MyCPS-Pilotlösung: Intralogistik und Lagerverwaltung, interaktive Mitarbeitereinbindung bei der operativen Arbeitsablaufsteuerung

- **WITTENSTEIN AG, Igersheim**

MyCPS-Pilotlösung: Produktionssteuerung und Instandhaltungsmanagement

Projekt	Migrationsunterstützung für die Umsetzung menschzentrierter Cyber-Physical Systems (MyCPS)
Koordination	Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) Herr Dr.-Ing. Dirk Marrenbach Nobelstraße 12 70569 Stuttgart Tel.: 0711 970-2000 E-Mail: dirk.marrenbach@iao.fraunhofer.de
Projektvolumen	6.642 Tsd. Euro (davon 3.477 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.01.2016 bis 31.12.2018
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/MyCPS
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Frau M.A. Martina Kühnapfel Tel.: 0721 608-24979 E-Mail: martina.kuehnafel@kit.edu

Projektporät

Neue Wege der informationsgeführten Produktion

Um im internationalen Wettbewerb auch zukünftig konkurrenzfähig zu sein, streben deutsche Unternehmen eine hohe Kundenorientierung an. Das bedeutet, dass flexibler und schneller auf Veränderungen der Marktlage sowie auf neue technologische Entwicklungen reagiert werden muss. Insbesondere KMU fällt es schwer, trotz der großen wirtschaftlichen Potenziale die entsprechenden Prozesse umzustellen und notwendige Produktions- und Informationstechnologien einzuführen. Um die Anwendung und Integration von Industrie-4.0-Technologien in KMU zu intensivieren, wird mehr Selbstverantwortung der Anwender bei der Entwicklung und Implementierung neuer Industrie-4.0-Technologien benötigt.

Aufgaben und Ziele

Das Projektziel von NeWiP ist die Integration von Industrie-4.0-Technologien in bestehende Wertschöpfungsketten bei KMU. Insbesondere soll NeWiP Medienbrüche zwischen der physischen Maschinenwelt und den digitalen Systemen schließen. Der Fokus des Projektes liegt auf der Identifikation von Schwachstellen bestehender Wertschöpfungsketten und auf der anwendergetriebenen Erarbeitung von Technologien und Dienstleistungen sowie der Integration bzw. Umrüstung bestehender Produktionssysteme.

Technologie und Methodik

Bei der Entwicklung von Lösungen werden die Anforderungen an Hardware- und Softwaresysteme in Form von Eigenschaften aus der Anwendersicht formuliert.



Vernetzung in der Produktion: von der Planung bis in die Produktion.

Diese werden aufbauend auf verfügbaren Technologien, wie smarte Eingabegeräte sowie Cloud-Services, in abgeschlossene cyber-physische Produktionsmodule oder Dienstleistungen umgesetzt. So können sie schnell auf den betrieblichen Hallenboden transferiert und im Dialog mit dem Anwender in der Praxis überprüft werden. In weiteren Arbeitspaketen werden Lösungen für die Bewertung der wirtschaftlichen Chancen und Risiken der cyber-physischen Produktionssysteme sowie Einführungsstrategien und Umsetzungsempfehlungen erarbeitet.

Anwendungen und Ergebnisse

Für das Projekt wird ein branchenübergreifender Ansatz (Konsumgüter, Sondermaschinenbau, Anlagenhersteller) gewählt, der eine breite Übertragbarkeit der Projektergebnisse in den deutschen Mittelstand sicherstellt. Bei erfolgreicher Umsetzung wird es KMU zukünftig möglich sein, eine Online-Planung und -Steuerung der innerbetrieblichen Wertschöpfungskette vorzunehmen.

Projektpartner und -aufgaben

- **XENON Automatisierungstechnik GmbH, Dresden**
Übergreifende Expertenvernetzung zur transparenten und effizienten Auftragsabwicklung zwischen Kunde und Hersteller
- **Imperial-Werke oHG, Bünde**
Online-Planung und -Steuerung der innerbetrieblichen Wertschöpfungskette
- **Woll Maschinenbau GmbH, Saarbrücken**
Intelligente Vernetzung der innerbetrieblichen Wertschöpfungskette
- **XETICS GmbH, Stuttgart**
Entwicklung von zugeschnittenen IT-Schlüsseltechnologien (Cloud-Integration, Planung, Sicherheit) für KMU
- **ZeMA – Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik gGmbH, Saarbrücken**
Prozesskettenanalyse, Entwicklung von Werkzeugen, Methoden sowie Lösungen für den Einsatz von CPS in KMU

Projekt	Neue Wege der informationsgeführten Produktion (NeWiP)
Koordination	XENON Automatisierungstechnik GmbH Herr Dr. Jens Müller Heidelberger Straße 1 01189 Dresden Tel.: 0351 40209-142 E-Mail: jens.mueller@xenon-automation.com
Projektvolumen	3.262 Tsd. Euro (davon 1.778 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.01.2016 bis 31.12.2018
Projektlink	www.newip-projekt.de
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dipl.-Ing. Thomas Rosenbusch Tel.: 0721 608-25273 E-Mail: thomas.rosenbusch@kit.edu

Projektporät

Retrofitting von Maschinen und Anlagen

Industrie 4.0 setzt einen hohen Grad der Kommunikationsfähigkeit und Vernetzung der Produktionsmittel, wie Maschinen, Roboter, Zellensteuerungen und übergeordneter Leitsysteme, voraus. Eine Fähigkeit, die ein Großteil der bis heute in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) eingesetzten Maschinen- und Anlagen-technik nicht oder nur ansatzweise besitzt. In mittelständischen Unternehmen stellen die gewachsenen Maschinen- und Anlagenbestände oft einen zentralen Unternehmenswert dar, der mit großem Engagement erhalten sowie nur langfristig und sukzessive abgelöst wird. Vernetzung und Kommunikationsfähigkeit bleiben dadurch eingeschränkt, die technologischen Innovationen dem Unternehmen verschlossen. Mit der kommunikationstechnischen Einbindung bewährter Maschinen in digitale Netzwerke können kostenintensive Neuanschaffungen entfallen und „Altbestände“ nahtlos in Industrie-4.0-orientierte Infrastrukturen eingebunden werden.

Aufgaben und Ziele

Das Ziel des Forschungsprojekts RetroNet ist die Entwicklung von Komponenten und Methoden, die die Kommunikationsfähigkeit und Vernetzung des vorhandenen, im Unternehmen über Jahre gewachsenen Maschinen- und Anlagenbestands ermöglichen. Die Integration in cyber-physische Systeme erfolgt hierbei auf der Basis einer Verbindungs-(Konnektoren-)Technologie, die als Bindeglied zwischen der einzelnen Maschine und der cyber-physischen Architektur (Hard- und Software) fungiert. Unternehmen können auf diese Weise in dem verfügbaren Maschinen- und Anlagenbestand aktuellste Technologien einsetzen.

Technologie und Methodik

Für eine praxisnahe Realisierung werden in drei Anwenderszenarien die möglichen Ausprägungsstufen der RetroNet-Technologie in Unternehmen verschiedenster Größe untersucht. Das Spektrum der Szenarien reicht dabei von einer ersten Integration von Maschinen in einem Kleinunternehmen bis zum methodisch begleiteten Integrationsprozess von Fertigungslien der Serienproduktion. Für die Datenerfassung werden Konnektorenkomponenten entwickelt, die die Maschinen-, Anlagen- und Produktionsdaten an eine zentrale Plattform übermitteln. Diese wiederum stellt eine Basisinfrastruktur für die Umsetzung von Datenanalyse, -auswertung und Visualisierung zur Verfügung.

Parallel dazu werden Methoden und Konzepte entwickelt, die eine Betrachtung der wirtschaftlichen Vorteile sowie eine Investitions- und Risikoabschätzung für das Unternehmen im Industrie-4.0-Integrationsprozess zulassen.



Fertigungsline Landrover.

Anwendungen und Ergebnisse

Die Bereitstellung einer skalierbaren Komponentenarchitektur befähigt insbesondere KMU, innovative, auf digitaler Vernetzung basierende Technologien und Dienste in die Wertschöpfung des Unternehmens zu integrieren. Die Integrationsmethodik, validiert an drei Anwenderszenarien aus den Bereichen Auftragskalkulation, Fertigungsprozessoptimierung und Verfügbarkeits-/Auslastungsoptimierung, ermöglicht den Unternehmen, Risiken und Chancen der Einbindung des vorhandenen Maschinenbestandes zu kalkulieren und den Einstieg in die Industrie 4.0 bedarfsgerecht und wirtschaftlich erfolgreich zu steuern.

Projektpartner und -aufgaben

- **PI Informatik GmbH, FuE, Berlin**
Entwicklung der Plattform, Dienste und logische Konnektoren
- **Bosch Rexroth AG, Electric Drives and Controls, Lohr am Rhein**
Entwicklung physischer Konnektoren, Schnittstellenanalyse
- **AUCOTEAM GmbH, Projektmanagement FuE, Berlin**
Datenmodellierung sowie Anbindung von Maschinen und Anlagen
- **Finow Automotive GmbH, Eberswalde**
Szenario Anlagenüberwachung, Wartung und Instandhaltung
- **Fraas und Richter Werkzeugbau GmbH, Berlin**
Prozessoptimierung mit Echtzeit-Betriebs- und Maschinendaten
- **Klero GmbH Roboterautomation, Berlin**
Maschinenschnittstellen, Dienste mit homogenem Bedienkonzept
- **Lernfabrik gGmbH, Berlin**
Konzepte für Qualifikation und Wissenstransfer, Methodenkatalog

- **Technische Universität Berlin, FG Industrielle Automatisierungstechnik, Berlin**
Betriebs- und Datensicherheit, Aufbau des Methodenkatalogs
- **Universität Stuttgart, Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen (ISW), Stuttgart**
Plattformschnittstellen, Evaluation der Anwenderszenarien
- **Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK), Automatisierungstechnik, Berlin**
Entwicklung von Mehrwertdiensten und Plattformschnittstellen

Projekt	Retrofitting von Maschinen und Anlagen (RetroNet)
Koordination	PI Informatik GmbH, FuE Herr Holger Lüer Hertzstraße 61 13158 Berlin Tel.: 030 91774410 E-Mail: luer@pi-informatik.de
Projektvolumen	4.933 Tsd. Euro (davon 2.867 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektlaufzeit	01.12.2015 bis 30.11.2018
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/RetroNet
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Frau Dipl.-Ing. Barbara Mesow Tel.: 0351 463-31428 E-Mail: barbara.mesow@kit.edu

Projektporät

Von der Einzelstückfertigung bis zur Serie: Echtzeitdaten zur Produktionssteuerung

Die Wertschöpfungskette in der mechatronischen Produktion ist durch ausgeprägte Insellösungen für die Datenerfassung von Prozess- oder Prüfdaten geprägt. Softwarelösungen zur Echtzeit-Nachverfolgung von konstruktiven Änderungsvorgaben aus der Produktion oder aufgrund der Qualitätskriterien stehen insbesondere für kleinere Unternehmen nicht zur Verfügung. Auch die IT-gestützten Produktionssteuerungssysteme, wie z. B. ERP, CAQ, MES, stehen nur isoliert daneben und sind zudem mit hohen Investitionen verbunden. Die hohen Kosten für Programmierarbeiten zur Verknüpfung aller Daten dieser heterogenen Infrastruktur zu Informationen für Entscheider stellen ein zusätzliches finanzielles Risiko dar.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts ScaleIT ist die Entwicklung einer erweiterbaren technischen Plattform, über die Messwerte und Daten von Sensoren und intelligenten Werkzeugen bereitgestellt und mit den IT-Systemen vernetzt werden. Mit Softwarebausteinen (Apps) werden die Daten zu Informationen verlinkt. Die Anwen-

dung intelligenter Werkzeuge, wie interaktive Dokumente, intelligente Werkstückträger und Prüfmittel, soll Prüfprozesse durch mehr Transparenz effizienter machen und alle Beteiligten bei Entscheidungen unterstützen.

Technologie und Methodik

Die angestrebte offene Plattform wird über geeignete Hardware- und Softwareadapter mit vielerlei Sensoren, intelligenten Werkzeugen sowie den vorhandenen Automatisierungssystemen und den IT-basierten Geschäftsprozessen verbunden. Die Entwicklung angepasster Apps ermöglicht Schnittstellen- und Überwachungsbausteine, dynamische Datenverknüpfungen und ergonomische und altersgerechte Bedienelemente. In einem Softwarebaukasten werden vorgefertigte Referenzbausteine für die visuelle Darstellung und die Datenorganisation zusammengefasst. Anwender in fünf Unternehmen werden dieses flexible System durch einfache Anpassung der Komponenten in bestehende Produktions- und Testumgebungen integrieren.



Von der papiergestützten Fertigungsorganisation zur Produktionssteuerung mit Echtzeitdaten.

Anwendungen und Ergebnisse

Die Projektergebnisse werden zu ersten Branchenlösungen mit „App-Stores“ für die Prüftechnik in der Elektronik, der Sensorik und der Koordinatenmesstechnik führen. Sie werden die Einführung von Industrie-4.0-Lösungen, insbesondere auch für die Kleinserienfertigung, antreiben. Das Ergebnis wird firmen- und branchenübergreifend die Digitalisierung der Abläufe in der Produktion auf mobilen Endgeräten verfügbar machen. Die Mitarbeiter in den Produktionsunternehmen werden wieder befähigt, ihre Aufgaben Industrie-4.0-gerecht

selbstständig zu gestalten und die Änderungs- und Überwachungsprozesse nachhaltig zu beherrschen. Eine gesteigerte Motivation, eine systembedingte Reduzierung der Fehlerquellen und eine flexible Anpassung an bestehende Produktionsumgebungen ergeben eine messbare Produktivitätssteigerung.

Projektpartner und -aufgaben

- **Carl Zeiss 3D Automation GmbH, Aalen**

Anwendung von ScaleIT in einer mechatronischen Manufaktur und Entwicklung einer Branchenlösung Messtechnik mit intelligenten Werkstückträgern

- **Bull GmbH, Köln**

Entwicklung eines skalierbaren, auf semantischen Modellen beruhenden zentralen Datenmanagementsystems als Ausgangspunkt für Branchenlösungen

- **Ondics GmbH, Esslingen**

Entwicklung von skalierbaren Adapters (Apps + App-Store) zwischen heterogenen Datenquellen in der Fertigung und Prozesssteuerungssystemen

- **Smart HMI GmbH, Meerbusch**

Entwicklung von anwender- und prozessorientierten Softwareprogrammen zur einfachen Integration und Konfiguration skalierbarer, portabler und multimodaler Benutzerschnittstellen

- **digiraster GmbH, Stuttgart**

Entwicklung Industrie-4.0-tauglicher Sensorelektroniken, Anwendungspartner von ScaleIT in der Entwicklung und Fertigung von Elektronikkleinserien

- **FEINMETALL GmbH, Herrenberg**

Entwicklung intelligenter Prüfmittel für Halbleiter- und Leiterplattentests, Anwendungspartner von ScaleIT im Prüfmittelbau

- **RoodMicrotec GmbH, Stuttgart**

Entwicklung von Prozessen zum Einsatz intelligenter Prüfmittel in Testsystemen, Anwendungspartner von ScaleIT im Test- und Analyselabor

- **SICKAG, Waldkirch**

Logik des Datenmanagements für Serienprozesse, Anwendungspartner von ScaleIT in der Serienfertigung von Sensoren

- **Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Lehrstuhl für Pervasive Computing Systems PCS, Telecooperation Office TecO, Karlsruhe**

Basisarchitektur einer skalierbaren Plattform mit interaktiver Datenverarbeitung und maschinellem Lernen

- **Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart**

Entwicklung von intuitiv bedienbaren, adaptiven und kontextsensitiven Schnittstellen für die multimodale Mensch-Technik-Interaktion

- **Universität Stuttgart, Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT, Stuttgart**

Entwicklungsumgebung zur Konfiguration skalierbarer und individualisierbarer Industrie-4.0-Infrastrukturen

- **microTEC Südwest e.V., Freiburg**

Technologietransfer in Mittelstand und Handwerk, Organisation von Kooperations- und Marketingaktivitäten

Projekt	Skalierende IKT zur Produktivitätssteigerung in der Mechatronik-Fertigung (ScaleIT)
Koordination	Carl Zeiss 3D Automation GmbH Herr Dr. Arnd Menschig Carl-Zeiss-Straße 32 73431 Aalen Tel.: 07367 6336-227 E-Mail: a.menschig@3d-net.de
Projektvolumen	4.967 Tsd. Euro (davon 2.743 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektlaufzeit	01.01.2016 bis 31.12.2018
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/ScaleIT
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dipl.-Ing. Thomas Rosenbusch Tel.: 0721 608-25273 E-Mail: thomas.rosenbusch@kit.edu

Projektporät

Industrie 4.0 für nicht F&E-intensive Unternehmen

Organisatorische und technische Prozessinnovationen sind auch für nicht F&E-intensive Unternehmen, die kaum eigene Forschung und Entwicklung betreiben, von herausragender Bedeutung zur Wettbewerbssicherung in dynamischen Märkten. Auch aufgrund des Anspruchs in der Zulieferkette, neue Industrie-4.0-Technologien effizient zu nutzen, wächst der Druck auf diese Unternehmen. Die oft geringen finanziellen und personellen Ressourcen der Unternehmen sowie die Unübersichtlichkeit des Marktes der Komponenten cyber-physischer Produktionssysteme (CPPS) haben die Einführung solcher Systeme bisher verhindert.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts STEPS ist die Entwicklung einer modularen Einführungssystematik (einer Art „Leitfaden“) für Industrie-4.0-Lösungen, die alle für nicht F&E-intensive Unternehmen typischen technik-, mensch- und organisationsbezogenen Erfolgsfaktoren und Hemmnisse berücksichtigt. Zur zielgerichteten Auswahl von CPPS-Lösungen und zur Transparenz

dafür erforderlicher Voraussetzungen wird eine web-basierte Datenbank erstellt. Parallel dazu werden CPPS für vier Anwendungsszenarien aus den Bereichen Logistik, Produktionssteuerung sowie Handhabung und Montage entwickelt und integriert.

Technologie und Methodik

Die empirische Forschungsarbeit zur spezifischen CPPS-Gestaltung und -Einführung in den vier Anwendungsszenarien bildet die Basis für die Entwicklung und Überprüfung der modular aufgebauten Systematik. Die Einführungssystematik soll den KMU geeignete CPPS-Lösungsmuster aufzeigen, die zur Erreichung der unternehmerischen Ziele eingeführt werden können sowie zur Umsetzung dieser Lösungsmuster befähigen. In vier Anwenderszenarien wird die Logistik in der Zulieferkette auf Basis vernetzter Echtzeitdatenerfassung und -auswertung optimiert sowie die ergonomischen Belastungen bei hochflexiblen Einfachtätigkeiten durch „Mensch-Roboter-Kollaboration“ reduziert. Parallel dazu wird die Auftragsprognose auf Basis von „Data Mining“ (Extraktion neuen Wissens aus großen



Industrie-4.0-Lösungen zum Erreichen operativer Ziele im nicht F&E-intensiven Umfeld.

Datenbeständen) optimiert und die Produktivität in der Montage durch Assistenz-Komponenten erhöht.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch diese Anwendungsszenarien entstehen erfolgreiche Referenzprojekte, welche weitere Unternehmen zur Anwendung motivieren und eine breite Akzeptanz schaffen. Auf der Basis der entwickelten Gestaltungs- und Einführungssystematik und der Schulungsunterlagen wird im Rahmen neuer Geschäftsmodelle nicht ausschließlich die CPPS-Technologie als Produkt, sondern umfassende Beratung vermarktet. So können Unternehmen zur erfolgreichen Implementierung befähigt und die Breitenwirksamkeit erhöht werden.

Projektpartner und -aufgaben

- **TOPSTAR GmbH, Langenneufnach**
Mensch-Roboter-Kollaboration in der Einfacharbeit
- **intrObest GmbH & Co. KG, Fellbach**
Web/Data Mining zur Kapazitäts- und Materialplanung
- **MSP Material Synchronisation and Packaging GmbH, Köln**
Echtzeitdatenerfassung zur Logistikoptimierung in der Supply Chain
- **Steiner-Optik GmbH, Bayreuth**
Smarte Komponenten zur Produktivitätssteigerung in der Montage
- **LP-Montagetechnik GmbH, Erlangen**
CPPS-basierte Gestaltungslösungen für Arbeitsysteme
- **RapidMiner GmbH, Dortmund**
Open-Source-Software für Web/Data Mining
- **RIF Institut für Forschung und Transfer e.V., Dortmund**
Einführungssystematik für CPPS, Fokus Technik
- **TU Dortmund, Forschungsgebiet Industrie- und Arbeitsforschung, Dortmund**
Einführungssystematik für CPPS, Fokus Mensch

Projekt	Sozio-technische Gestaltung und Einführung Cyber-Physischer Produktionssysteme in nicht F&E-intensiven Unternehmen (STEPS)
Koordination	TOPSTAR GmbH Herr Prof. Dr. Rainer Wagner Augsburger Straße 29 86863 Langenneufnach Tel.: 08239 789-164 E-Mail: rainer.wagner@topstar.de
Projektvolumen	3.266 Tsd. Euro (davon 1.816 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.11.2015 bis 31.10.2018
Projektlink	www.steps-projekt.de
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Frau Dipl.-Ing. Barbara Mesow Tel.: 0351 463-31428 E-Mail: barbara.mesow@kit.edu



Produktionsanlagen in der Industrie 4.0: intelligent einfach und effizient

Anbieter von Produktionsanlagen sowie deren Zulieferer müssen sich den Herausforderungen der weltweiten Märkte stellen und Produktionsausrüstungen anbieten, die sich in die zunehmend digitalisierten Produktionsumgebungen nahtlos einfügen lassen und diese unterstützen.

Deutsche Produktionsausrüster befinden sich in einer vergleichsweise guten Ausgangsposition, da sie exzellente Kompetenzen entlang von Wertschöpfungsketten und über alle Phasen von Produktlebenszyklen hinweg besitzen. Der deutsche Maschinen- und Anlagenbau bietet sowohl Prozesslösungen im Gesamtpaket als auch einzelne innovative Maschinen und Anlagen.

Es besteht ein erhöhter Forschungs-, Entwicklungs- und Einführungsbedarf bezüglich neuer Konzepte für Pro-

duktionsanlagen unter Berücksichtigung der Lösungsansätze und Chancen, die sich aus einer Umsetzung der Strategie Industrie 4.0 ergeben. Auf der einen Seite geht es hier um eine noch stärkere Integration von cyber-physischen Systemen in moderne Produktionsanlagen selbst. Auf der anderen Seite werden aber mit diesen modernen Produktionsanlagen auch die Voraussetzungen geschaffen, dass diese Produktionsanlagen selbst wirkungsvolle Bestandteile übergeordneter cyber-physischer Systeme der Industrie 4.0 werden können.

Der Einsatz cyber-physischer Systeme in Maschinen und Anlagen ist nicht prinzipiell neu. Vielmehr geht es nun darum, die Potenziale dieser Systeme u. a. noch stärker als bisher zum Anlagen- und Prozessmonitoring, zur Selbstoptimierung und Konfiguration und zur Prozesssteuerung zu nutzen. Damit kann dann auch eine noch schnellere Anpassung der Maschinen und Anlagen an sich ändernde Auftrags- und Betriebsbedingungen erfolgen. Es geht u. a. darum, vernetztes systemisches Agieren in einer digitalisierten Produktion zu unterstützen.



Moderne Produktionsanlagen zeichnen sich bereits heute durch eine hohe Komplexität aus, die für den einzelnen Nutzer zunehmend schwerer zu beherrschen ist. Deutsche Produktionsanlagen werden in viele Märkte der Welt exportiert und werden dort oft unter Rahmenbedingungen eingesetzt, die eine volle Ausschöpfung der Leistungsfähigkeit der Anlagen erschweren. Die Integration cyber-physischer Systeme in Produktionsanlagen kann dazu beitragen, die Beherrschbarkeit der Produktionsanlagen auch unter ungünstigen Rahmenbedingungen zu verbessern. In diesem Zusammenhang heißt „intelligent einfach“ auch, dass zukünftig sowohl Mitarbeiter im Engineeringprozess als auch Maschinenführer einerseits entlastet werden, andererseits noch aufgabenorientierter arbeiten können.

Mit seiner Förderrichtlinie „Produktionsanlagen für Wachstumsmärkte – intelligent einfach und effizient“ trägt das BMBF dem Bedarf Rechnung und fördert Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in 14 Verbundvorhaben mit über 24 Millionen Euro.

In diesen Vorhaben werden beispielhaft an spanenden und umformenden Werkzeugmaschinen, Bearbeitungszentren für Faser-Verbund-Kunststoffen sowie Multimaterialsysteme, Laserbearbeitungsanlagen sowie an Hybridanlagen, in denen verschiedene Bearbeitungstechnologien zusammengeführt werden, unterschiedliche Lösungen zur Umsetzung des Industrie-4.0-Ansatzes entwickelt und erprobt. Dabei wird es auch möglich sein, Ressourceneffizienzpotenziale sowohl bei der Herstellung als auch beim Betrieb der Produktionsanlagen zu erschließen.

Exemplarisch für die geförderten Vorhaben werden an dieser Stelle die Verbundvorhaben ePiTec, HP3D, iComposite 4.0, MoPaHyb und ToolRep vorgestellt.

Weitere Informationen unter
www.produktionsforschung.de



Werkzeugmaschinen für die flexible Blechbearbeitung.

Projektporät

Photonikproduktion in der Zukunft – durchgängig, robust und automatisiert

Bis 2020 soll der Weltmarkt für Photonikprodukte von derzeit 370 Mrd. Euro auf 615 Mrd. Euro wachsen. Deutsche Anbieter gehören hier zum Spitzensfeld und werden ihre Weltmarktanteile in den Bereichen Lebenswissenschaften, Medizin, Messtechnik und Produktion weiter ausbauen. Die daraus resultierende Nachfrage nach integrierten, miniaturisierten und individualisierten Produkten ist ein deutlich erkennbarer Entwicklungstrend, der innovative und effiziente produktionstechnische Lösungen voraussetzt. Der Einsatz hochpräziser Hightech-Komponenten spielt eine entscheidende Rolle und erfordert den Aufbau innovativer technologischer Voraussetzungen für die automatisierte Fertigung. Die grundsätzliche Machbarkeit der Herstellung solcher Bauteile ist bereits vielfach bewiesen, allerdings fehlen bisher Lösungen zur durchgängigen automatisierten Fertigung in großer Stückzahl.



Herstellung komplexer mikrostrukturierter optischer Komponenten.

Aufgaben und Ziele

Das ePiTec-Forschungsprojekt hat sich zum Ziel gesetzt, die aktuell bestehenden Defizite bei der Herstellung hochpräziser Bauteile durchgängig abzubauen durch neue Entwicklungen in den Bereichen Design- und Simulationssoftware, Maschinen-, Fertigungs- und Messtechnik sowie durch die durchgängige Prozessverknüpfung und Automatisierung einzelner Schritte in einer Gesamtlösung. Im Rahmen des Projekts soll eine neuartige Produktionsmaschine entwickelt und aufgebaut werden, auf der die entwickelten Module in ein Gesamtkonzept integriert sind.

Technologie und Methodik

Zur Erreichung der Ziele wird eine Automatisierungslösung zur Herstellung komplexer Hightech-Produkte vom Design über die Fertigung bis zur Messtechnik erarbeitet. Neben der Entwicklung einer Spanntechnik zum mikrometergenauen Austausch von Präzisionsbauteilen von der Vorfertigung über die Bearbeitung bis hin zur Bauteilvermessung wird die Standardisierung der Datenformate erforscht. Anschließend werden Schnittstellen zur durchgängigen Kommunikation entlang der Wertschöpfungskette von der Entwicklung bis zur Qualitätssicherung entwickelt. Anhand des Demonstrators „Herstellung optischer Komponenten für einen LED-Frontscheinwerfer“ wird der Projekterfolg auf einer Bearbeitungsmaschine überprüft und anschließend auf weitere Applikationsbereiche übertragen.

Anwendungen und Ergebnisse

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens erzeugen am Produktionsstandort Deutschland einen unmittelbaren Mehrwert für die innovative Bearbeitung von komplexen Photonikprodukten und leisten somit langfristig einen konkreten Beitrag zur Hightech-Strategie der Bundesregierung. Durch die Orientierung an einem realen Demonstrator aus der Automobilbranche liefert das Vorhaben wertvolle Impulse für Industrie und Wissenschaft und zeigt unmittelbare Transferchancen in Schlüsseltechnologien, wie der Medizintechnik oder der Energieforschung auf.

Projektpartner und -aufgaben

- Innolite GmbH, Aachen**

Entwicklung einer Prozess- und Anlagentechnik zur Herstellung komplexer mikrostrukturierter Optiken

- Hella KGaA Hueck & Co., Lippstadt**

Entwicklung einer Simulationssoftware zur Auslegung komplexer mikrostrukturierter Optiken

- Mahr GmbH, Göttingen**

Entwicklung einer Messtechnik zur berührungslosen Charakterisierung von mikrostrukturierten Freiformoberflächen

- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT, Aachen**

Durchgängige Automatisierung sowohl der Daten- als auch mechanischen Schnittstellen bei der Produktion

Projekt	Effiziente Photonikproduktion durch intelligente Technologie (ePiTec)
Koordination	Innolite GmbH Herr Dr.-Ing. Christian Wenzel Steinbachstraße 17 52074 Aachen Tel.: 0241 8904220 E-Mail: christian.wenzel@innolite.de
Projektvolumen	2.906 Tsd. Euro (davon 1.529 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.01.2016 bis 31.12.2018
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/ePiTec
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dipl.-Ing. Michael Petzold Tel.: 0351 463-31469 E-Mail: michael.petzold@kit.edu

Projektporät

Kunststoffteile-Herstellung in einer neuen Qualität

Flexible Fertigungssysteme zur Herstellung individueller Produkte werden langfristig moderne Produktionsszenarien bestimmen. Dazu zählen Systeme zur additiven Fertigung wie der 3D-Druck mit dem Potenzial, klassische Zerspanungsverfahren zu substituieren. Sie ermöglichen die Herstellung von komplexen Geometrien mit individuellen Eigenschaften in kleinsten Stückzahlen. Dem Vorteil der außerordentlich hohen Flexibilität stehen bislang jedoch noch verschiedene Nachteile gegenüber. Das Herstellen großer Bauteile erfordert kostenintensive Fertigungszeit, und die dazu notwendigen maschinenspezifischen Materialien sind in der Regel teuer, und die Materialvielfalt an einsetzbaren Werkstoffen ist begrenzt. Für viele Anwendungen stehen additive Fertigungstechnologien daher nur eingeschränkt zur Verfügung. Um sie weiter in Richtung 3D-Druck in Serie zu qualifizieren und neuartige Fertigungsmöglichkeiten zu erschließen, bedarf es ihrer konsequenten Weiterentwicklung unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte. Dazu zählt auch die Nutzung von Potenzialen der Informations- und Automatisierungstechnologien.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts HP3D ist die Entwicklung einer hochproduktiven Anlage zur Herstellung von

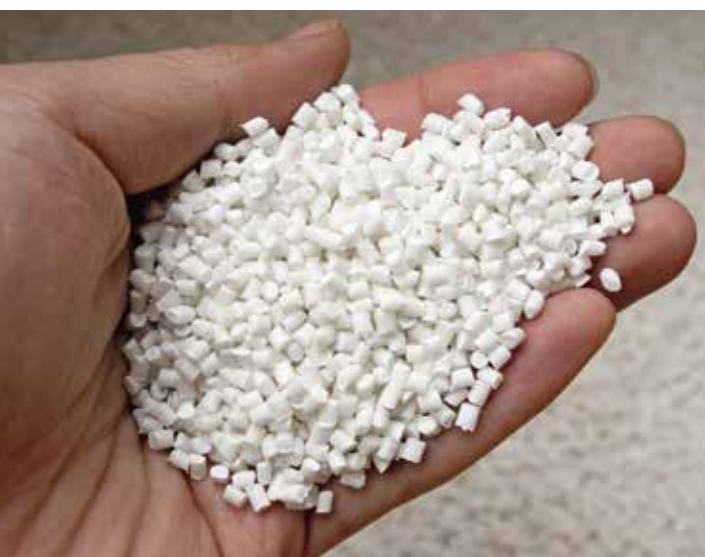
Teilen aus thermoplastischen Kunststoffen. Durch die erstmalige Realisierung eines „echten“ dreidimensionalen additiven Verfahrens wird es möglich, festigkeitsoptimierte Teile bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Leichtbau-Aspekten herzustellen. Durch den Einsatz von Multimaterialsystemen in Kombination mit zusätzlichen Funktionselementen gelingt es, eine Vielzahl von spezifischen Funktionalitäten in das Kunststoffteil zu integrieren.

Technologie und Methodik

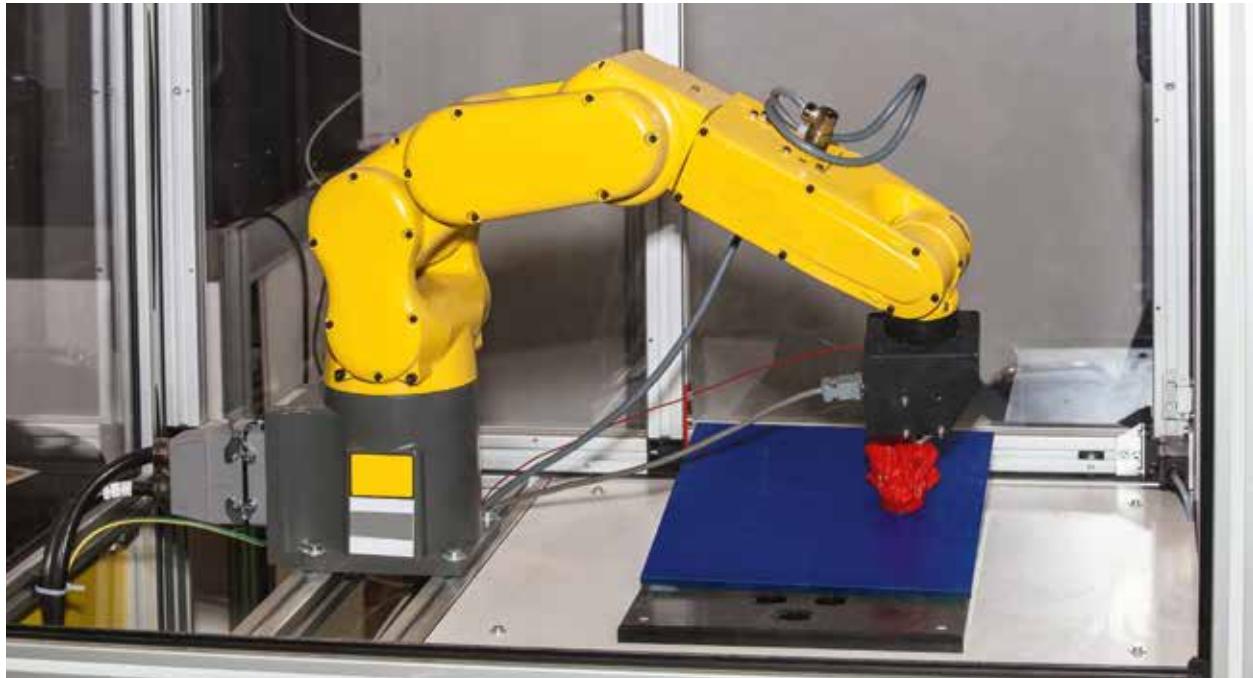
Um mit einem Kunststoff-Granulat in einem strangweisen Schichtaufbau 3D-Bauteile zu generieren, sollen Industrieroboter mit speziellen Druckköpfen zu einem Anlagensystem kombiniert werden. Dazu wird in einem ersten Schritt ein System zur Offline-Programmierung erarbeitet, um die CAD-Daten des Bauteiles in Bewegungsabläufe des Roboters umzusetzen. Im Anschluss werden verschiedene Systemkomponenten, wie bspw. Spannsysteme, Temperiereinheiten, Module zur lasergestützten Nachbearbeitung sowie Messsysteme zur Prozessüberwachung, entwickelt. Schließlich wird die Steuerung des Gesamtsystems zur Synchronisation der Handhabungseinheiten und Systemkomponenten erarbeitet und erprobt.

Anwendungen und Ergebnisse

Die Ergebnisse von HP3D eröffnen für die Herstellung von komplexen Kunststoff-Großteilen zukunftsweisende Möglichkeiten. Durch Funktionsintegration, den Aufbau von komplexen Teilen mit beweglichen Einzelteilen sowie bei der Herstellung von massiven und großflächigen Kunststoffteilen ergeben sich Einsparungspotenziale von bis zu 20 v. H., beispielsweise durch den Wegfall des aufwendigen Formen- und Werkzeugbaus. Darüber hinaus können Leichtbaustrukturen realisiert werden, die um bis zu 60 v. H. geringeren Material- und Energieeinsatz erfordern. Eine Vielzahl besserer Produkte können in verschiedensten Marktsegmenten wie z. B. in der Medizintechnik und in der Mikrosystemtechnik eingeführt werden.



Kunststoffgranulat



Herstellung von Teilen aus thermoplastischen Kunststoffen.

Projektpartner und -aufgaben

- **3D-Schilling GmbH, Sondershausen**
Anlagetechnik, 3D-Druck
- **Granula Deutschland GmbH, Rudolstadt**
Materialentwicklung
- **Mebitec Meerbuscher Informationstechnik GmbH, Meerbusch**
Offline-3D-Programmierung
- **Optris GmbH, Berlin**
Prozessüberwachung
- **Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF), Magdeburg**
Anlagensteuerung
- **Ernst-Abbe-Hochschule Jena**
Laser- und Prozessapplikation
- **Technische Universität Ilmenau, Ilmenau**
Produktionstechnik
- **Glamaco Engineering GmbH, Coswig**
Anlagetechnik, Robotersteuerung

Projekt	Entwicklung und Bau einer hochproduktiven Anlage zur generativen Teileerzeugung aus wahlfreien Kunststoffen (HP3D)
Koordination	3D-Schilling GmbH Herr Dr.-Ing. Martin Schilling Mühlenweg 4 99706 Sondershausen Tel.: 03632 522730 E-Mail: werkzeugbau@3d-schilling.de
Projektvolumen	2.715 Tsd. Euro (davon 1.602 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.11.2015 bis 31.10.2018
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/HP3D
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dipl.-Ing. Michael Petzold Tel.: 0351 463-31469 E-Mail: michael.petzold@kit.edu

Projektporät

Neuartige Herstellung von Kunststoffteilen als Wegbereiter für Ressourceneffizienz

Infolge des steigenden Bedarfs an Leichtbauprodukten – bspw. in der Automobilindustrie – werden klassische Konstruktionswerkstoffe zunehmend durch alternative Materialien ersetzt. Faserverstärkte Kunststoffe eignen sich aufgrund ihrer außerordentlich guten mechanischen Eigenschaften ideal für diesen Zweck. Einer breiten Nutzung steht derzeit ein ineffizienter Ressourceneinsatz entgegen. Aktuell sind Materialverluste von bis zu 50 Prozent hinzunehmen: Halbautomatisch und in mehreren Prozessschritten werden unter Beachtung ihrer Faserorientierung die zuvor aufwendig hergestellten Verstärkungstextilien (z. B. Gewebe) in bauteilkonturnahe Form geschnitten, vorgeformt und in einen handhabungsfesten Zustand überführt. Im Anschluss erfolgt die Tränkung mit Flüssigkunststoff. Neben dem hohen Verschnitt entsteht auch unnötig hoher Ausschuss. Die Vermeidung von Ausschuss sowie der gezielte Einsatz von einfachen Verstärkungshalbzeugen in additiven Fertigungsverfahren bergen daher ein enormes Potenzial, Ressourcen einzusparen und die Produktionskosten zu senken.

Aufgaben und Ziele

Ziel von iComposite 4.0 ist es, dieses Ressourceneinsparpotenzial zu erschließen. Ferner ist es Ziel, solche additiven Fertigungsverfahren zur Erzeugung der Verstärkungsstrukturen mit dem industriell etablierten Harzinjektionsverfahren in einem Produktionssystem mit einer regelnden Systemintelligenz zu kombinieren und zu vernetzen.

Technologie und Methodik

Mittels additiven Faserspritzens wird zunächst die Grundstruktur des Bauteils erzeugt. Anschließend werden Faserstränge hochpräzise und belastungsgerecht abgelegt, um die Spitzenlasten des Bauteils aufzunehmen und Schwankungen des Faserspritzens auszugleichen. Anschließend wird bei der Harzinjektion das Formgebungswerkzeug unter Berücksichtigung der variierenden Geometrie der Verstärkungsstrukturen gezielt verbogen, um die gewünschten Bauteilwanddicken zu erreichen. Mithilfe einer regelnden Systemintelligenz werden mögliche Schwankungen der Bauteileigenschaften in den nachfolgenden Prozessschritten ausgeglichen, um Ausschuss



STAXX 1700 zur Erzeugung individueller Endlosfaserpatches.

zu reduzieren. Eine durchgängige Qualitätsüberwachung ermöglicht letztlich eine ausschussfreie Produktion. Die Entwicklung von Systemintelligenz und Qualitätsüberwachung und die Verknüpfung der Einzelsysteme in einer Produktionsanlage sind der primäre Forschungsinhalt des Projekts.

Anwendungen und Ergebnisse

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens ermöglichen eine deutlich ressourceneffizientere, automatisierte und durchgängig qualitätsgesicherte Verarbeitung von faserverstärkten Kunststoffen und steigern somit die Akzeptanz dieser Werkstoffklasse für die breite Anwendung. Die notwendigen Werkstoff- und Prozessmodelle können zudem für ein verbessertes Bauteil- und Werkzeugdesign verwendet, die Linienautomatisierung auf diverse weitere Technologien, bspw. auch in der Metallverarbeitenden Industrie, übertragen werden.

Projektpartner und -aufgaben

- **Schuler Pressen GmbH, Göppingen**
Pressen- und Anlagentechnologie
- **Siemens AG, Erlangen**
Prozesssimulation und Linienintegration
- **Frimo Group GmbH, Lotte**
Anlagen- und Werkzeugtechnologie
- **Toho Tenax Europe GmbH, Wuppertal**
Prozess- und Bauteilsimulation, Bauteilauslegung
- **ID-Systec GmbH, Neumünster**
Etikettierung und Bauteilerkennung
- **Apodium GmbH, Aachen**
Optische Messtechnik und Qualitätssicherung
- **BA Composites GmbH, Wiefelstede**
Automatisierungstechnik und Anlagenbau
- **RWTH Aachen, Aachener Zentrum für integrativen Leichtbau (AZL), Aachen**
Handhabungstechnologie, Prozessintegration
- **RWTH Aachen, Institut für Kunststoffverarbeitung in Industrie und Handwerk (IKV), Aachen**
Prozesstechnologie und Messtechnologie



Fahrzeugunterboden (Konzeptbauteil) mit einer gespritzten Glasfasergrundstruktur und Kohlenstofffaserpatches zum Ausgleich von Produktionsschwankungen.

Projekt	Integrative und selbstregulierende Produktionsanlage zur Herstellung von FVK-Bauteilen in großen Stückzahlen (iComposite 4.0)
Koordination	Schuler Pressen GmbH Herr Dr. Daniel Pietzka Bahnhofstraße 41 73033 Göppingen Tel.: 07161 667798 E-Mail: Daniel.Pietzka@schulergroup.com
Projektvolumen	5.096 Tsd. Euro (davon 2.802 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektlaufzeit	01.01.2016 bis 31.12.2018
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/ iComposite40
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Frau Dr. Christine Ernst Tel.: 0721 608-24576 E-Mail: christine.ernst@kit.edu

Projektporät

Modulare Produktionsanlage für Hybridbauteile

Die Reduzierung von CO₂-Emissionen sowie die Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz stellt die Industrie, insbesondere die Automobilbranche, vor große Herausforderungen. Ein vielversprechender Ansatz, um der Entwicklung des Leichtbaus Rechnung zu tragen, ist die Herstellung von leichten, aber hochbelastbaren Hybridbauteilen aus faserverstärkten Kunststoffen (FVK) mit verstärkenden metallischen Elementen. Für diesen Wachstumsmarkt stehen bisher allerdings keine geeigneten Produktionsanlagen zur Verfügung, die Kunststoffe und Metallelemente gleichermaßen verarbeiten können. Für jeden Anwendungsfall werden teure Sondermaschinen benötigt. Die daraus resultierende unzureichende Wirtschaftlichkeit der Fertigung bremst die Einführung solcher hybrider Leichtbauprodukte.

Aufgaben und Ziele

Im Verbundprojekt MoPaHyb wird eine modular konfigurierbare Produktionsanlage entwickelt, die die verschiedenen Technologien zur Herstellung kompletter Hybridbauteile nach Bedarf kombinierbar macht und durch Handhabungs- und Prüffunktionen ergänzt. Damit werden für diese Bauteile keine Sonderma-

schinen mehr benötigt, und die Stückkosten können deutlich gesenkt werden.

Technologie und Methodik

Die neue Produktionsanlage wird aus einzelnen Modulen mit jeweils spezieller Funktionalität, wie beispielsweise zum Greifen oder Hinterspritzen, bestehen. Diese werden durch neu zu entwickelnde mechanische Schnittstellen und eine übergeordnete Steuerung verknüpft und zur einfachen Kommunikation und Bedienung mit ihren Partnermodulen befähigt. Die Modularität ermöglicht eine schnelle Konfiguration und Inbetriebnahme sowie eine einfache Rekonfiguration der Produktionsanlage bei Wechsel des Bauteils. Nicht benötigte Module werden im Rahmen eines Betreibermodells anderweitig eingesetzt. Die prototypische Umsetzung erfolgt am Beispiel einer Sitzschale aus faserverstärktem Kunststoff.

Anwendungen und Ergebnisse

Die Entwicklungen von MoPaHyb bedeuten einen signifikanten Fortschritt in der Herstellung der immer häufiger eingesetzten hybriden Bauteile. In Kombina-



Prozessautomation – intelligentes Greifersystem.

tion mit dem angepassten Betreibermodell werden die beteiligten Maschinen- und Anlagenbauer einen technologischen Vorsprung erzielen und die Anwender die Wirtschaftlichkeit der Fertigung deutlich verbessern. Durch MoPaHyb wird zukünftig eine stärkere Verbreitung von hybriden Leichtbauteilen, z. B. im Fahrzeugbau und in der Luftfahrtindustrie, erwartet.

Projektpartner und -aufgaben

- **Dieffenbacher GmbH, Eppingen**
Entwicklung und Bereitstellung der Pressentechnologie
- **A. Raymond GmbH & Co. KG, Lörrach**
Entwicklung der Verbindungstechnologie
- **Arburg GmbH + Co KG, Loßburg**
Entwicklung des Kunststoffspritzgießmoduls
- **Johnson Controls GmbH, Burscheid**
Herstellung von Hybridbauteilen
- **J. Schmalz GmbH, Glatten**
Entwicklung der Steuerung, CA-Programmierung
- **Siemens AG, Erlangen**
Entwicklung der Verbindungstechnologie
- **Trumpf GmbH & Co., Ditzingen**
Entwicklung des Kunststoffspritzgießmoduls
- **Vitronic Dr.-Ing. Stein Bildverarbeitungssysteme GmbH, Wiebaden**
Entwicklung der Qualitätskontrolle und Inline-Inspektion
- **Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie, Pfinztal**
Prozessauslegung und -entwicklung
- **Karlsruher Institut für Technologie, wbk Institut für Produktionstechnik, Karlsruhe**
Entwicklung der Gesamtsteuerung und der Drapierung



Steuerungstechnik I4.0 Dieffenbacher Tapelegetechnologie.

Projekt	Modulare Produktionsanlage für Hochbelastbare Hybridbauteile (MoPaHyb)
Koordination	Dieffenbacher GmbH Herr Matthias Graf Heilbronner Straße 20 75031 Eppingen Tel.: 07262 65404 E-Mail: matthias.graf@dieffenbacher.de
Projektvolumen	5.137 Tsd. Euro (davon 2.695 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.10.2015 bis 30.09.2018
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/ MoPaHyb
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dr.-Ing. Michael Große Tel.: 0721 608-25192 E-Mail: michael.grosse@kit.edu

Projektporät

Aus zwei mach eins

Das Kunststoffspritzgießen ist das am weitesten verbreitete Verfahren zur Massenherstellung von Kunststoffteilen in praktisch allen Anwendungsbereichen. Es zeichnet sich durch eine hohe Wirtschaftlichkeit aus. Für die Herstellung der Kunststoffteile in der Spritzmaschine benötigt man Spritzgießformen. Diese Form beinhaltet den Negativabdruck der Oberfläche des herzustellenden Kunststoffteils. Dabei sind die Formen häufig mit einer Oberflächenstruktur, z. B. mit Narbungen für die Herstellung berührungsfreundlicher Bereiche am Produkt, versehen. Beim Spritzgießvorgang werden diese Formen mit heißem Kunststoff unter hohem Druck gefüllt. Dadurch verschleißt die Oberflächenstruktur der Formen mit der Zeit, oder sie wird aufgrund fehlerhafter Handhabung der Formen beschädigt. In einem solchen Fall können diese Formen oftmals nicht mehr oder nur in sehr aufwendigen manuellen Schritten repariert werden, sodass für das produzierende Unternehmen zeit- und kosteninten-

sive Neubeschaffungen, lange Reparaturzeiten oder ein Produktionsstopp die Folge sind.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts ToolRep ist die Entwicklung eines hybriden Laserbearbeitungszentrums zur automatisierten Reparatur von Spritzgussformen. Es soll erstmalig die vollständige und durchgängige Prozesskette der Werkzeugreparatur in einem automatisierten, laserbasierten Prozessablauf realisiert werden. Die Kombination zweier Einzelprozesse innerhalb einer Anlage, die mithilfe von Inline-Messtechnik geregelt werden, bringt dem Endanwender zudem signifikante Wettbewerbsvorteile durch reduzierte Rüstzeiten und Platzbedarf.

Technologie und Methodik

Nach der Festlegung der Anforderungen an das Gesamtsystem wird die Entwicklung der Instrumente zur



Eine mittels Laser strukturierte Spritzgießform zur Herstellung eines KFZ-Dekorteils.

Messtechnik, zur Steuerungstechnik sowie zur Prozessüberwachung und -regelung vorangetrieben. Zudem werden neuartige Algorithmen zur softwaregestützten Bewegungsplanung des Laserwerkzeugs und für die digitale Strukturreparatur, die sogenannte Textursynthese, entwickelt. Die Einzelergebnisse werden in einem Maschinendemonstrator, der auf einem bestehenden Anlagenkonzept basiert, vereint und erprobt.

Anwendungen und Ergebnisse

Die beteiligten Projektpartner rechnen damit, dass sie mit den Projektergebnissen ihre Kompetenz in den Bereichen des Maschinenbaus und der Photonik weiter festigen können. So erschließen sie sich bessere Möglichkeiten im Bereich der Mess- und Regelungstechnik bei der Lasermaterialbearbeitung und Laserstrukturierung von Werkstückoberflächen. Die Projektpartner werden in der Lage sein, den Herstellern und Nutzern von Spritzgießformen eine schnelle und vollständige Reparatur aus einer Hand anbieten zu können.

Projektpartner und -aufgaben

- **ACSYS Lasertechnik GmbH, Mittweida**
Realisierung einer hybriden Laseranlage
- **Eutect GmbH, Dusslingen**
Technologie- und Peripherieentwicklung Laser-auftragsschweißen
- **Werkzeugbau Siegfried Hofmann GmbH, Lichtenfels**
Evaluierung und wirtschaftliche Bewertung der Systemlösung
- **Precitec Optronik GmbH, Neu-Isenburg**
Entwicklung einer Inline-Messtechnik
- **Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung, Konstanz**
Algorithmenentwicklung zur digitalen Textursynthese
- **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT, Aachen**
Realisierung von CAx-Bahnplanungsstrategien und Prozessregelung



Automatisiertes Laserauftragschweißen mit Draht.

Projekt	Entwicklungen einer innovativen Anlagen-technik zur automatisierten und laserbasierten Reparatur strukturierter Formeinsätze (ToolRep)
Koordination	ACSYS Lasertechnik GmbH Herr Dipl.-Ing. (FH) Christian Kreisel Leipziger Straße 37 09648 Mittweida Tel.: 03727 996909 24 E-Mail: c.kreisel@acsyse.de
Projektvolumen	2.215 Tsd. Euro (davon 1.310 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.11.2015 bis 31.10.2018
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/ToolRep
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dipl.-Ing. Michael Petzold Tel.: 0351 463-31469 E-Mail: michael.petzold@kit.edu

IT-Systeme



IT-Forschung zu Industrie 4.0

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.

Um die formale Analyse (Verifikation) komplexer Systeme mit einem hohen Genauigkeitsgrad geht es im Projekt HPSV. Mit der Analyse soll das korrekte Arbeiten einer hochkomplexen Software, wie sie z. B. in einem Automobil eine Vielzahl von Systemen (Fahreigenschaften, Komfort und Sicherheit) steuert, sichergestellt werden. Die Leistungsfähigkeit und Genauigkeit der Verfahren zur Verifikation einer solchen Software sollen dabei mit den Methoden des Hochleistungsrechnens stark verbessert werden.

Für die Wettbewerbsfähigkeit von produzierenden Unternehmen spielt das Thema Wartung bei möglichst geringen Kosten und Ausfallzeiten eine wichtige Rolle. Dafür wird im Projekt MANTIS eine Service-Plattform-Architektur zur vorausplanenden Wartung am Beispiel von Nutzfahrzeugen entwickelt.

Eine Grundvoraussetzung für „Smart Services“ und „Industrie 4.0“ ist die schnelle, flexible Nutzung und Kombination von transparenten, vertrauenswürdigen Diensten und Daten. Mit InDaSpace wird dazu eine Referenzarchitektur konzipiert, die alle von der Industrie geforderten technischen Aspekte berücksichtigt. So können in einem virtuellen Datenraum alle Unternehmen, die sich an die gemeinsamen Spielregeln halten, Daten sicher und vertrauensvoll austauschen, verknüpfen, anreichern und dabei die Kontrolle über ihre Daten behalten.

Mit SPEDiT wird schließlich ein Schulungs- und Transferkonzept erstellt, um möglichst vielen, insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen zu ermöglichen, standardisierte Methoden, Techniken und Prozesse zur Entwicklung eingebetteter Systeme in der betrieblichen Praxis zu nutzen.

Die Projekte werden im Rahmen der Programme IKT 2020 bzw. ECSEL mit insgesamt 11,8 Mio. Euro gefördert.



Projektporät

Softwareprüfung für Fahrzeuge mithilfe von Hochleistungsrechnen

In heutigen Automobilen werden Fahreigenschaften, Komfort und Sicherheit maßgeblich durch eine Vielzahl von parallel arbeitenden Minirechnern, sogenannten eingebetteten Systemen, bestimmt. Ein Hauptbestandteil dieser eingebetteten Systeme ist die Steuerungssoftware. Erst durch die Programmierung dieser Steuerungssoftware werden die Eigenschaften eines Automobils festgelegt. Allerdings können z. B. eine fehlerhafte Programmierung oder nicht bedachte Wechselwirkungen zwischen den eingebetteten Systemen zu einem unerwünschten oder gar gefährlichen Betriebszustand (z. B. plötzlicher Stillstand des Fahrzeugs) führen. Aus diesem Grund muss die Korrektheit der hochkomplexen Software eines Automobils mit aufwendigen Verfahren gesichert werden. Die größte technische Herausforderung sind dabei die vielen miteinander verbundenen Minirechner, die in ihrer Gesamtheit das Rechnersystem eines Automobils ergeben. Es ist heutzutage sehr aufwendig bis unmöglich, formale Analysen (d. h. Verifikation) solcher Systeme in einem industriell relevanten Umfang (wie z. B. im Auto) mit einem hohen Genauigkeitsgrad durchzuführen.

Aufgaben und Ziele

Das Vorhaben HPSV hat zum Ziel, mit den Methoden des Hochleistungsrechnens neue Wege in der Softwareanalyse zu beschreiten und die Leistungsfähigkeit von Verfahren zur Verifikation komplexer Software auf ein bisher unerreichtes Niveau zu heben. Die Zusammenführung der beiden Gebiete Hochleistungsrechnen und Software-Verifikation stellt in diesem Umfang ein Novum dar.

Technologie und Methodik

Im Projekt wird ein neuer, paralleler Verifikationsansatz für solche eingebetteten Systeme entwickelt. Die einzelnen Systeme werden im Hochleistungsrechner simuliert und alle möglichen Systemzustände ermittelt. Unerwünschte Zustände lassen sich damit zusammen mit der Ursache feststellen. Durch das Hochleistungsrechnen können so komplexere Systeme simuliert und mit größerer Genauigkeit verifiziert werden.



In heutigen Automobilen ist eine gut funktionierende Steuerungssoftware von besonderer Bedeutung.

Anwendungen und Ergebnisse

Die Konsortialpartner bringen unterschiedliche Kompetenzen in das Vorhaben ein. Das Zuse Institut Berlin verfügt zusammen mit den assoziierten Partnern Intel und Cray über die Kompetenz auf dem Gebiet des Hochleistungsrechnens. Zwei Arbeitsgruppen der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel arbeiten auf dem Gebiet der Software-Verifikation bzw. Modelltransformation. Die Unternehmen Elektronische Fahrwerksysteme GmbH (Gaimersheim), Model Engineering Solutions GmbH (Berlin) und Symtavision GmbH (Braunschweig) werden die neuen Verifikationsmethoden sowohl in der modellbasierten Entwicklung als auch in der hardwarenahen Programmierung von eingebetteten Systemen im Automobilsektor anwenden. Die Ergebnisse dieses Projekts werden auch auf weitere Industriezweige übertragbar sein.

Projektpartner und -aufgaben

- **Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel**
AG Zuverlässige Systeme
Projektkoordination, Wissenschaftspartner, Analyse Prozessverschränkungen, SAT-Löser, Parallelisierungsstrategien, Anwendung
- **Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel**
AG Programmiersprachen und Übersetzerbau
Wissenschaftspartner, Modelltransformation, Anwendungen
- **Konrad-Zuse-Zentrum für Informations-technik Berlin, Berlin**
Wissenschaftspartner, Analyse Prozessverschränkung, SAT-Löser, Parallelisierungsstrategien
- **Model Engineering Solutions GmbH, Berlin**
Verwertungspartner, SAT-Löser, Modelltransformationen, Anwendungen
- **Symtavision GmbH, Braunschweig**
Verwertungspartner, Analyse Prozessverschränkung, Anwendungen
- **Elektronische Fahrwerksysteme GmbH, Gaimersheim**
Verwertungspartner, Analyse Prozessverschränkung, Anwendungen

Projekt	Hochparallele Software-Verifikation nebenläufiger Anwendungen in der Automobilindustrie (HPSV)
Koordination	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel Institut für Informatik, AG Zuverlässige Systeme Herr Prof. Dr. Dirk Nowotka Christian-Albrechts-Platz 4 24118 Kiel Tel.: 0431 880-4199 E-Mail: dn@zs.uni-kiel.de
Projektvolumen	1.961 Tsd. Euro (davon 1.592 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektlaufzeit	01.02.2016 bis 31.01.2019
Projektlink	www.hpsv.uni-kiel.de/de
Programm	IKT 2020
BMBF-Referat	Datenwissenschaft, Informationstechnologien; Industrie 4.0
Projektträger	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Projektträger Softwaresysteme und Wissens-technologien (DLR PT-SW)
Ansprechpartner	Herr Dr. Torsten Aßelmeyer-Maluga Tel.: 030 67055-725 E-Mail: Torsten.Asselmeyer-Maluga@dlr.de

Projektporät

Digitale Souveränität über Daten und Dienste für Industrie 4.0

Die Digitalisierung betrifft alle Lebens- und Wirtschaftsbereiche. „Smart Services“ generieren neue Leistungsangebote und verknüpfen klassische Produkte und Dienstleistungen mit digitalen Mehrwertdiensten. Der Transport von Waren und Gütern lässt sich schneller und effizienter planen und ressourcenschonender organisieren. In der Produktion und in der Logistik sorgt das Internet der Dinge dafür, dass virtuelle und physische Welt verschmelzen. Menschen und autonome Maschinen werden dabei vernetzt und kommunizieren miteinander. Schlüssel zum Erfolg sind hierfür transparente und vertrauenswürdige Dienste und Daten. Die schnelle und flexible Nutzung und Kombination von Daten ist eine Grundvoraussetzung für „Smart Services“ und „Industrie 4.0“. Dabei wollen Unternehmen ihre Daten zukünftig nicht nur innerhalb ihres Wertschöpfungsnetzes nutzen, sondern auch über Branchengrenzen hinweg. Trotz verschiedener Lösungsansätze für diese Anforderungen aus der Industrie konnte bisher noch kein umfassendes Lösungskonzept entwickelt werden.

Aufgaben und Ziele

Hier setzt das Projekt Industrial Data Space an. Es wird eine Referenzarchitektur entwickelt, die alle technischen Aspekte berücksichtigt, die von der Industrie gefordert werden. Dazu gehören vor allem Sicherheits- und Datendienstaspekte sowie Unterstützungsmöglichkeiten für die Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure. Mit der Nutzung des Industrial Data Space soll die digitale Souveränität über Daten und Dienste gewährleistet sowie die digitale Identität aller Beteiligten gesichert werden.

Technologie und Methodik

Der Industrial Data Space liefert das Konzept eines virtuellen Datenraums. Alle Unternehmen, die sich an die gemeinsamen Spielregeln halten, können mit den dabei entwickelten Prinzipien Daten sicher und vertrauensvoll austauschen, verknüpfen und anreichern und behalten dabei die Kontrolle über ihre Daten. Die Pilotierung des Industrial Data Space wird begleitet von einer Reihe von Industrieunternehmen.

Dies geschieht anhand von konkreten Anwendungsfeldern aus den Bereichen Logistik und Supply Chain sowie Automobilität und Produktion.

Anwendungen und Ergebnisse

Das Projekt leistet einen vorwettbewerblichen Beitrag für die deutsche Industrie. Es schafft die Grundlagen für kooperative, offene Datenplattformen in einer Datenökonomie. Bestehende Standards werden berücksichtigt und weitere Standardisierungsbedarfe aufgezeigt. Betriebs- und Geschäftsmodellmuster für eine



Der Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung, Dr. Georg Schütte, übergibt den Förderbescheid zum Start des Projekts InDaSpace an Vertreter des Fraunhofer IML.

Datenökonomie werden identifiziert und exemplarisch entwickelt. Die Ergebnisse kommen nicht nur den Unternehmen, sondern auch verwandten Initiativen in den Themenfeldern Industrie 4.0 und Smart Services zugute.

Projektpartner und -aufgaben

- **IML – Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik, Dortmund**
Projektleitung; Software-Implementierung, Umsetzung Use Cases, Methodenentwicklung Business Innovation
- **ISST – Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik, Dortmund**
Software-Implementierung, Umsetzung Use Cases, Institutionalisierung
- **AISEC – Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit, Garching**
Software-Implementierung, Zertifizierungskonzept, Handlungsempfehlungen
- **FIT – Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik, Sankt Augustin**
Software-Implementierung, Umsetzung Use Cases
- **IAIS – Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme, Sankt Augustin**
Software-Implementierung, Standardisierung, Umsetzung Use Cases
- **FOKUS – Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme, Berlin**
Architekturentwicklung, Software-Implementierung
- **IPA – Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung, Stuttgart**
Umsetzung Use Cases
- **IOSB – Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung, Karlsruhe**
Umsetzung Use Cases
- **SIT – Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie, Darmstadt**
Software-Implementierung

- **IAO – Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart**
Institutionalisierung, Zertifizierungskonzept
- **IESE – Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering, Kaiserslautern**
Software-Implementierung, Zertifizierungskonzept
- **FKIE – Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie, Wachtberg**
Software-Implementierung

Projekt	Industrial Data Space: Digitale Souveränität über Daten (InDaSpace)
Koordination	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. Institut für Materialfluss und Logistik (IML) Herr Oliver Wolf Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2-4 44227 Dortmund Tel.: 0231 9743-172 E-Mail: bigdata@iml.fraunhofer.de
Projektvolumen	4.877 Tsd. Euro (davon 4.877 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektlaufzeit	01.10.2015 bis 30.09.2018
Projektlink	www.fraunhofer.de/de/forschung/fraunhofer-initiativen/industrial-data-space.html
Programm	IKT 2020
BMBF-Referat	Datenwissenschaft, Informationstechnologien; Industrie 4.0
Projektträger	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Projekträger Softwaresysteme und Wissens-technologien (DLR PT-SW)
Ansprechpartner	Frau Dr. Sabine Hemmerling Tel.: 030 67055-736 E-Mail: Sabine.Hemmerling@dlr.de

Projektporät

Service-Plattform-Architektur zur proaktiven Wartung

Heutige Nutzfahrzeuge, wie zum Beispiel Traktoren oder Gabelstapler, sind komplexe Systeme. Ein reibungsloses Zusammenarbeiten der einzelnen Systemkomponenten innerhalb des Fahrzeugs ist essenziell für deren zuverlässigen Betrieb. Der Betreiber muss sich auf seinen Fuhrpark verlassen können. Allein der Ausfall einer einzigen Spezialmaschine für nur wenige Stunden kann einen großen finanziellen Schaden verursachen. Die richtige Wartung der Maschinen ist daher sowohl für Hersteller als auch Betreiber von Fuhrparks bzw. Spezialmaschinen bedeutend. Die Wartung jedoch proaktiv so zu planen, dass minimale Kosten und möglichst geringe Ausfallzeiten entstehen, ist bislang sehr schwierig: Der Verschleiß einzelner Bauteile ist zum Beispiel stark von der Häufigkeit, aber auch der Art der Nutzung des Fahrzeugs abhängig, und beides kann der Hersteller nicht ohne Weiteres vorhersehen.

Aufgaben und Ziele

Das im Rahmen der ECSEL-Initiative geförderte MANTIS-Projekt hat sich zum Ziel gesetzt, die entsprechenden informations- und prozesstechnischen Grundlagen für die verteilte Datenerfassung, -analyse sowie die Erstellung proaktiver Wartungspläne zu schaffen und diese in einer entsprechenden Plattform-Architektur umzusetzen.

Technologie und Methodik

Der Schlüssel zu einer guten proaktiven Wartung liegt in der Kenntnis der konkreten Beanspruchung einzelner Maschinen-/bestandteile und der Möglichkeit, diese Daten zu interpretieren. Hierfür ist eine spezifische Sensorik und ein entsprechendes Screening des Einsatzverhaltens notwendig, um diese dann statistisch entsprechend auswerten zu können.



Entwicklung einer Service-Plattform-Architektur zur proaktiven Wartung von komplexen Systemen auf Basis von CPS-Technologien, mit deren Hilfe Ausfälle frühzeitig vorhergesagt, sowie proaktive Wartungspläne erstellt werden können.

Die MANTIS-Service-Plattform-Architektur wird aus verteilten Verarbeitungsketten bestehen, die Rohdaten effizient in Wissen transformieren.

Anwendungen und Ergebnisse

Die Herausforderung der proaktiven Wartung findet sich in vielen Anwendungsbereichen. Daher werden in MANTIS neben dem Szenario „Nutzfahrzeuge“ weitere industrielle Anwendungsbereiche einbezogen: Produktionsanlagen, Bahntechnik, Energieerzeugung sowie Medizingeräte. Es werden damit positive Effekte für zukünftige intelligente Anwendungen im Energie- und Gesundheitsbereich sowie in der Logistik und im Umfeld von Industrie 4.0 erwartet.

Die deutschen Partner sind maßgeblich für den Anwendungsbereich „Nutzfahrzeuge“ (z. B. Gabelstapler oder allgemeine Flurfördergeräte und Baumaschinen) verantwortlich. Der spätere Einsatz der geplanten MANTIS-Plattform steht nach Abschluss des Projekts allen interessierten Unternehmen unterschiedlichster Branchen offen und soll es ihnen ermöglichen, Kunden zukünftig Produkte mit möglichst geringen Ausfallzeiten anzubieten.

Deutsche Projektpartner und -aufgaben

- **STILL GmbH, Hamburg**

Projektkoordination; Anwendungspartner; Analyse von Maschinensensordaten, EDV-Infrastruktur, Evaluation

- **Robert Bosch GmbH, Stuttgart**

Anwendungspartner; Methodenentwicklung und Funktionsnachweis anhand eines „Off-Road“-Demonstrators, Evaluation

- **Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering, Kaiserslautern**

Forschungspartner; Anforderungen und Architektur der Service-Plattform, Qualitätsanforderungen, Geschäftsmodelle

- **Liebherr Hydraulikbagger GmbH**

Anwendungspartner; Design und Validierung der Plattform-Architektur, „Off-Road“-Demonstrator (Baumaschinen)

- **m2Xpert GmbH & Co. KG, Bielefeld**

Anwendungspartner; Wartungs- und Diagnoseplattform (kompatibel zur MANTIS-Plattform), Verfügbarkeit, Connectivity, Safety, Security und Offenheit der Service-Plattform Architektur

Partnerländer

Belgien, Dänemark, Finnland, Großbritannien, Italien, Niederlande, Österreich, Portugal, Slowenien, Spanien, Ungarn



Optimierung der Wartung durch proaktive Planung.

Projekt	Service-Plattform-Architektur zur proaktiven Wartung (MANTIS)
Koordination	STILL GmbH Herr Ansgar Bergmann Berzeliusstraße 10 22113 Hamburg Tel.: 040 7339-2111 E-Mail: ansgar.bergmann@still.de
Projektvolumen	4.296 Tsd. Euro (davon 0.998 Tsd. Euro BMBF-Förderung und 1.356 Tsd. Euro Förderung durch EU)
Projektlaufzeit	01.09.2015 bis 30.04.2018
Projektlink	www.mantis-project.eu/
Programm	IKT 2020, ECSEL (RIA)
BMBF-Referat	Datenwissenschaft, Informationstechnologien; Industrie 4.0
Projektträger	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) Projektträger Softwaresysteme und Wissens-technologien (DLR PT-SW)
Ansprechpartner	Herr Dr. Dirk Franke Tel.: 030 67055-755 E-Mail: Dirk.Franke@dlr.de

Projektporät

Entwicklung von Eingebetteten Systemen – eine Schlüsselkompetenz

Kaum ein anderer Markt in der Informationstechnologie wächst so stabil wie der Markt für Eingebettete Systeme. Als Kleinstcomputer (Mikrocontroller) erfüllen sie eine Vielzahl an Funktionen in unzähligen technischen Systemen wie z. B. in Produktionsanlagen, medizintechnischen Geräten, Stromnetzen, Flugzeugen und Autos, genauso aber auch in Haushaltsgeräten wie Waschmaschinen und Kühlschränken. Sie steuern, regeln und überwachen das System, in das sie „eingebettet“ sind. Dabei agieren sie mit ihrer Umgebung direkt über Kommunikationseinrichtungen oder indirekt über Sensoren, die Daten wie Temperatur oder Bewegung erfassen, und Aktoren, die Aktionen umsetzen.

In verschiedenen, teilweise durch das BMBF geförderten Projekten der anwendungsorientierten Forschung wurden Grundlagen für einen umfassenden methodischen Baukasten zur durchgängigen modellbasierten Entwicklung eingebetteter Systeme erarbeitet. Wissenschaftliche Studien belegen, dass der Einsatz von durchgängigen modellbasierten Techniken den Produktentwicklungs aufwand beträchtlich reduzieren kann (im Mittel 27 bis 34 Prozent). Mit den Techniken können häufig auftretende Probleme, wie beispielsweise eine unzureichende Spezifikation des Systemverhaltens oder widersprüch-

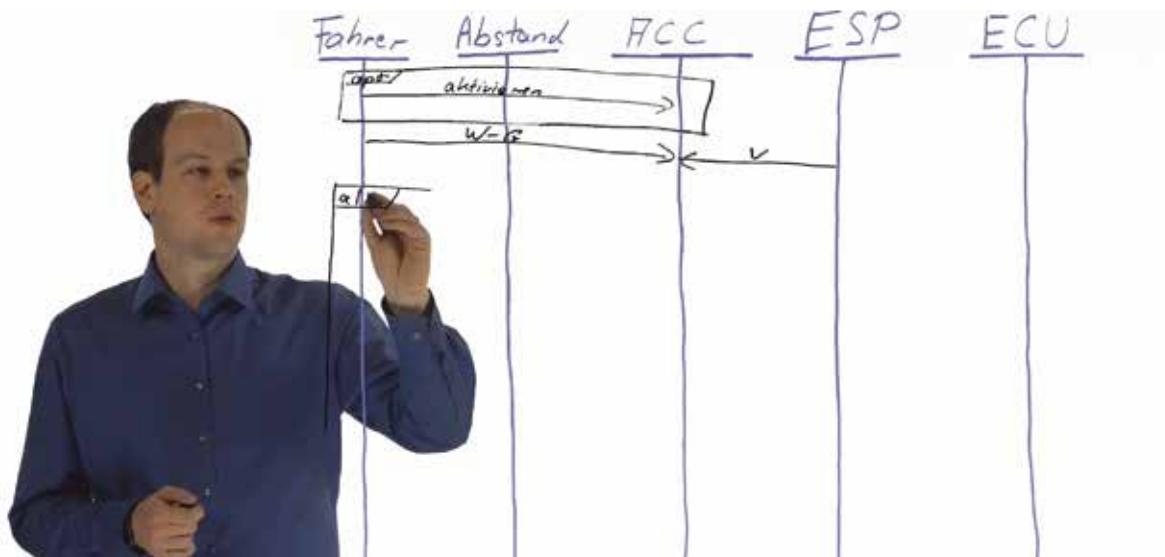
liche Vorgaben, vermieden werden. Darauf aufbauende Analysetechniken verbessern zudem die Qualität der Entwicklungsartefakte. Es ist daher für Unternehmen der deutschen Industrie von großer Bedeutung, einen Einstieg in diese Technologie zu finden, um ihre Vorreiterstellung zu festigen und auch zukünftig im internationalen Wettbewerb bestehen zu können.

Aufgaben und Ziele

Um die für die modellbasierte Entwicklung entstandenen Werkzeuge in Unternehmen jeder Größe nachhaltig zu etablieren, soll mit dem Vorhaben SPEDiT eine breite industrielle Öffentlichkeit sensibilisiert und in die Lage versetzt werden, die entwickelten Techniken und Methoden in der täglichen Engineeringpraxis zu nutzen.

Technologie und Methodik

Im Vorhaben wird dazu ein Schulungs- und Transferkonzept entwickelt, mit dem ein durchgängiger und methodischer Gesamtansatz zur Entwicklung eingebetteter Systeme auf der Basis standardisierter Methoden, Techniken und Prozesse in die betriebliche Praxis, insbesondere kleiner und mittelständischer Unternehmen, eingeführt werden kann.



In den SPEDiT Lernmaterialien kommen moderne Multimedia Techniken zum Einsatz: Hier veranschaulicht der Mitarbeiter in einem Lernvideo Modellierungszusammenhänge mithilfe der Plexiglastechnik.

Anwendungen und Ergebnisse

Für eine erfolgreiche Einführung modellbasierter Entwicklungstechnologie in verschiedene Industriebranchen, beispielsweise in die Automobilindustrie oder den Bereich der Gesundheitssysteme, soll es Unternehmen ermöglicht werden, gewonnene Erkenntnisse systematisch in die individuellen Entwicklungsprozesse zu integrieren. Dadurch wird das Personal in die Lage versetzt, die geeigneten Techniken und Methoden, unterstützt durch leistungsfähige integrierte Werkzeuge, möglichst direkt anzuwenden.

Projektpartner und -aufgaben

- **Technische Universität München, München**
Gesamtkoordination; Forschungspartner;
Methodenkompetenz, Lehrmaterial, Werkzeugkette,
Ergebnisverbreitung
- **fortiss GmbH, München**
Forschungspartner; Werkzeugentwicklung
- **Universität Duisburg-Essen, Essen**
Forschungspartner; Anforderungsanalyse,
Wissensdatenbank, Lehrumgebung, Begleitung der
Pilotstudien
- **Universität Ulm, Ulm**
Forschungspartner; Implementierung Lern-
umgebung, Konzeption Lehrmaterialien, Kosten-
konzept Schulungsmaßnahmen
- **Berlin Heart GmbH, Berlin**
Anwendungspartner; Pilotprojekt
- **Parametric Technology GmbH, Unterschleißheim**
Toolhersteller; Prozesskompetenz
- **Schaeffler Technologies AG & Co. KG,
Herzogenaurach**
Anwendungspartner; Pilotprojekt
- **Validas AG, München**
Anwendungspartner; Einführungsunterstützung,
Beratungsdienstleistungen
- **GPP Communication GmbH & Co. KG, Oberhaching**
Anwendungspartner; Schulung, Beratungsdienst-
leistungen



Eine neue Generation von Herzunterstützungssystemen entwickelt die Firma Berlin Heart GmbH.

Projekt	Software Platform Embedded Systems – Dissemination und Transfer (SPEDiT)
Koordination	Technische Universität München Herr Prof. Dr. Dr. h.c. Manfred Broy Arcisstraße 21 80333 München Tel.: 089 289-17309 E-Mail: broy@in.tum.de
Projektvolumen	6.547 Tsd. Euro (davon 4.373 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.01.2016 bis 31.12.2018
Projektlink	https://spedit.informatik.tu-muenchen.de/
Programm	IKT 2020
BMBF-Referat	Datenwissenschaft, Informationstechnologien; Industrie 4.0
Projektträger	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Projekträger Softwaresysteme und Wissens-technologien (DLR PT-SW)
Ansprechpartner	Herr Dr. Michael Weber Tel.: 030 67055-750 E-Mail: michael.weber@dlr.de

Kommunikationssysteme und IT-Sicherheit

Forschung zur industriellen Kommunikation der Zukunft für Industrie 4.0

Um das Ziel einer hochflexiblen, komplexen, arbeitsteiligen und geografisch verteilten Produktion zu realisieren, sind neue Wege der Vernetzung von Industrieanlagen notwendig. Mittels innovativer drahtloser Funktechnologien können Industrieanlagen schnell und kostengünstig modifiziert werden.

Mit dem Forschungsschwerpunkt „Zuverlässige drahtlose Kommunikation in der Industrie (ZDKI)“ adressiert das BMBF die Erforschung dieser Funktechnologien für industrielle Anwendungen, insbesondere im Kontext Industrie 4.0.

Zwei Aspekte stehen im Fokus der Forschungsaktivitäten. Einerseits muss die neuartige Funktechnologie den Übertragungsanforderungen der Regelsysteme genügen und dabei auf extrem geringe Latenzen bei gleichzeitig höchster Verfügbarkeit ausgelegt sein. Andererseits müssen zum Beispiel die Anforderungen für „Augmented

Reality“-Anwendungen, welche auf hohe Datenraten bei extrem geringer Latenz angewiesen sind, erfüllt werden.

Dazu bedarf es ganzheitlicher Forschungsansätze, die auch alle relevanten Sicherheits- und Interoperabilitätsaspekte im industriellen Umfeld berücksichtigen. Zudem müssen die drahtlosen Kommunikationssysteme einfach integrierbar sein; das heißt, dass Installation und Betrieb der drahtlosen Netzwerke in der Fabrik möglichst per Plug & Play funktionieren müssen. Je nach Anwendung ist auf die Energieeffizienz und Lokalisierungsmöglichkeiten zu achten, um auch die Einbindung frei beweglicher Sensoren zu ermöglichen.

Entsprechende Forschungsergebnisse können maßgeblich dazu beitragen, die Einschränkungen heutiger kabelgebundener Installationen zu überwinden und die Effizienz und Flexibilität von Steuerungen sowie Regelungsprozessen zu steigern. Für den Standort Deutschland hat dies neben wirtschaftlichen Vorteilen auch eine herausragende strategische Bedeutung: Mehr als 80 Prozent der Innovationen in den starken Branchen Automobil, Medizintechnik und Logistik sind hier IKT-getrieben.



Komplex, flexibel, arbeitsteilig und geografisch verteilt – um diese Art der Produktion zu realisieren, werden Forschungsarbeiten zur industriellen Kommunikation der Zukunft für Industrie 4.0 unterstützt.

Projektporät

Innovative Funktechnologien für die industrielle Automatisierung

Motivation

Zukünftige Industrieanlagen zeichnen sich durch eine komplexe Vernetzung von Sensoren und Aktoren, Maschinen sowie Steuer- und Regeleinheiten aus. Heutige Funksysteme bieten dafür gute Voraussetzungen, erfüllen aber noch nicht die hohen Anforderungen an Echtzeitfähigkeit und Determinismus, wie sie von der Industrie benötigt werden. Zur Anwendung von Funktechnologien in hochdynamischen Regelungsanlagen müssen die Kommunikationssysteme, die an der Interaktion unterschiedlicher Produktionssysteme beteiligt sind, in einem durchgängigen Design aufeinander abgestimmt sein. Die besondere Herausforderung besteht darin, eine flexible, modulare, mobile, dynamische und sichere Kommunikationsinfrastruktur zu entwickeln, die neuartige Automatisierungskonzepte in der industriellen Produktion ermöglicht.

Ziele und Vorgehen

Ziel des Vorhabens HiFlecs ist es, innovative Technologien für ein industrielles Funksystem zu erarbeiten, das neue Funktionalitäten und Eigenschaften für Regelungstechnische (Echtzeit-)Anwendungen bietet. Dabei werden neben den grundlegenden Neuent-

wicklungen auch Möglichkeiten zur Migration und partiellen Erweiterung von bestehenden Automatisierungssystemen berücksichtigt. Zudem wird im Projekt keine technologische Insellösung erarbeitet, sondern ein durchgängiges Gesamtkonzept. Entsprechend setzt das Vorhaben auf verschiedenen Ebenen an: Neben der reinen Datenübertragung wird auch das gesamte Ressourcen- und Netzwerkmanagement betrachtet. Die zentralen Aufgaben sind die Erforschung neuer Funkverfahren und Algorithmen und daran anschließend die geeignete Umsetzung für Automatisierungssysteme in der Fertigung.

Innovationen und Perspektiven

Die Erforschung integrativer Funktechnologien, die sowohl die einzelnen Komponenten als auch das Gesamtsystem im Blick haben, verspricht wesentliche Verbesserungen und eine weitere Verbreitung dieser Technologie. Die zentralen Innovationen des Vorhabens betreffen folgende Kerntechnologien: Es werden neue Zugriffsverfahren entwickelt, die die Anforderungen an kurze Latenzen erfüllen. Weiterhin wird an der Abstimmung der Knoten untereinander, dem sogenannten Koexistenz-Management, gearbeitet.

Wichtiger Bestandteil des Projektes ist die Integration von Sicherheitslösungen im System. Übergreifend wird die Gesamtkoordination und Steuerung der Anwendungsfunktionen erforscht.

Über den hier angestrebten ganzheitlichen Ansatz können branchenübergreifend neue Anwendungsfelder erschlossen werden. Das Themengebiet kann daher als ein wirtschaftlich wichtiges Forschungs- und Entwicklungsfeld im Bereich der industriellen Kommunikation und der Automatisierung angesehen werden.



HiFlecs Funkkanalmessungen in einer Maschinenhalle.

Projektpartner

- Universität Bremen, Bremen
- Götting KG, Lehrte/Röddensen
- Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Lemgo
- Institut für Automation und Kommunikation e.V. (ifak), Magdeburg
- IMST GmbH, Kamp-Lintfort
- Lenze Automation GmbH, Aerzen
- NXP Semiconductors Germany GmbH, Hamburg
- Technische Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern
- Universität Bremen, Bremen

Assoziierte Projektpartner

- Phoenix Contact Electronics GmbH
- Gerhard Schubert GmbH
- Siemens AG Industry

Projekt	Innovative Funktechnologien für die industrielle Automatisierung (HiFlecs)
Koordination	Universität Bremen Institut für Telekommunikation und Hochfrequenztechnik Herr Prof. Dr.-Ing. Armin Dekorsy Otto-Hahn-Allee 28359 Bremen E-Mail: dekorsy@ant.uni-bremen.de
Projektvolumen	6,52 Mio. Euro (davon 72 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.02.2015 bis 31.01.2018
Programm	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung für IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
BMBF-Referat	Kommunikationssysteme; IT-Sicherheit
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Frau Dr. Anne Parge E-Mail: anne.parge@bmbf.bund.de



TLM Verpackungsmaschine mit drahtlos vernetzten Transmodulen.

Projektporät

Die nächste Stufe für effiziente Industrieanlagen: schnelle, zuverlässige und flexible drahtlose Vernetzung

Motivation

Drahtlose Kommunikation ist ein zentraler Bestandteil der modernen vernetzten Welt. Dennoch wird in der Industrie bislang noch weitgehend auf eine kabelgebundene Vernetzung von Produktionsanlagen gesetzt, da die hohen Anforderungen an die Kommunikation von drahtlosen Systemen noch nicht erreicht werden. Eine verzögerte oder falsche Signalübermittlung könnte – beispielsweise bei der Steuerung eines Industrieroboters – schwerwiegende Folgen haben. Heute kommerziell verfügbare drahtlose Technologien sind entweder auf eine rasche Signalübermittlung oder auf geringe Fehleranfälligkeit hin entwickelt worden. Die Kombination aus beiden Anforderungen würde drahtlose Systeme im Produktionsumfeld als attraktive Alternative etablieren. Zudem müssen drahtlose Lösungen gegen sicherheitskritische Angriffe ausreichend abgesichert werden.

Ziele und Vorgehen

Im Verbundprojekt ParSec wird ein paralleles, zuverlässiges und sicheres Funksystem zur latenzoptimierten Fabrikautomatisierung entwickelt. Die technologische Innovation des Projekts ist ein spezielles Kodierungsverfahren, welches die gleichzeitige Ansteuerung von weit mehr als hundert Geräten durch eine einzige zentrale Steuereinheit erlaubt. Ein intelligentes Ressourcenmanagement sorgt dafür, dass die industriellen Anforderungen bezüglich der Datenübertragungsgeschwindigkeit und -zuverlässigkeit erfüllt werden: Durch eine dynamische Zuweisung der (Funk-)Ressourcen wird flexibel das Optimum sowohl bezüglich der maximalen Latenz pro Gerät als auch bezüglich der maximalen Datenrate bereitgestellt. Diese dynamische Zuweisung von Dienstgütern geht über die Möglichkeiten heutiger Systeme weit hinaus. Zudem werden unter Berücksichtigung dieser Anforderungen neue, effiziente kryptografische Verfahren



Eine flexible und verlässliche Funkvernetzung für Industrieanlagen erleichtert die Ansteuerung einzelner Komponenten von Fertigungszellen.

als Teil eines integrierten Sicherheitskonzepts realisiert. Das Konsortium beabsichtigt, die in ParSec entwickelte Funktechnologie im Rahmen einer realen Produktionsanwendung in einer Fabrik zu demonstrieren.

Innovationen und Perspektiven

Durch die Entwicklung des innovativen ParSec-Funkverfahrens wird eine Übertragungstechnologie entwickelt, die schnell und zuverlässig ist und die dabei auch gegen relevante IT-Angriffe geschützt ist. Mit einem derartigen Funksystem kann die Flexibilität und Effizienz in Aufbau und Betrieb von Industrieanlagen erheblich gesteigert und eine Grundlage für die Industrie 4.0 geschaffen werden.

Um diese ambitionierten Ziele zu erreichen, haben sich Expertinnen und Experten aus dem Gebiet der drahtlosen Kommunikationssysteme, Sicherheitstechnik sowie der industriellen Fertigung von Halbleiterbauteilen zusammengeschlossen. Mittelfristig planen die Projektpartner, dass die in ParSec entwickelten Technologien international standardisiert werden und so das System Einzug in die Produktionsabläufe vieler Industrieunternehmen erhalten kann.

Projektpartner

- IHP GmbH – Innovations for High Performance Microelectronics/Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik, Frankfurt (Oder)
- Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Cottbus
- Fachhochschule Bielefeld, Bielefeld
- Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin
- Technische Universität Dortmund, Dortmund
- Robert Bosch GmbH, Gerlingen-Schillerhöhe
- Bosch Rexroth Aktiengesellschaft, Lohr am Main
- escrypt GmbH Embedded Security, Bochum
- HARTING IT Software Development GmbH & Co. KG, Espelkamp
- IMST GmbH, Kamp-Lintfort
- lesswire GmbH, Berlin
- NXP Semiconductors Germany GmbH, Hamburg
- WAGO Kontakttechnik GmbH, Minden



Eine reale Fabrik hat viele Metallstrukturen und erzeugt eine äußerst komplizierte Funksignalausbreitung.

Projekt	Die nächste Stufe für effiziente Industrieanlagen: schnelle, zuverlässige und flexible drahtlose Vernetzung (ParSec)
Koordination	IHP GmbH – Innovations for High Performance Microelectronics/Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik Herr Prof. Dr. Rolf Kraemer Postfach 14 66 15204 Frankfurt (Oder) E-Mail: kraemer@ihp-microelectronics.com
Projektvolumen	9,60 Mio. Euro (davon 57 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.05.2015 bis 30.04.2018
Programm	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung für IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
BMBF-Referat	Kommunikationssysteme; IT-Sicherheit
Projekträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Frau Dr. Anne Parge E-Mail: anne.parge@bmbf.bund.de

Projektporät

Sichere drahtlose Funksysteme für Augmented Reality-Anwendungen

Motivation

In der Industrie steigen die Anforderungen an Flexibilität und Kosteneffizienz. Dies führt zu einem schnell wachsenden Interesse an Funktechnologien, die industrielle und andere professionelle Anwendungen mit ihren hohen Anforderungen an Sicherheit, Robustheit, Datenrate und kurzer Antwortzeit unterstützen können. Beispielsweise ist die Fernsteuerung von Robotern mit haptischem Feedback bei Montage- und Wartungsarbeiten in gefährlichen und unzugänglichen Umgebungen derzeit nur eingeschränkt möglich. Ebenso können kooperative Augmented-Reality-Anwendungen, bei denen Teams aus Technikern und Robotern zusammenarbeiten, nur schwer über etablierte Funktechnologien gesteuert werden, weil sie den hohen Anforderungen nicht genügen. Insbesondere bestehen beim Einsatz dieser Technologie Sicherheitsprobleme, die für professionelle Anwen-

dungen mit potenziellen Schäden für Mensch oder Maschine nicht akzeptabel sind.

Ziele und Vorgehen

Ziel des Projektes Professionelles Wireless Industrie LAN (PROWILAN) ist es, diese Lücke zu schließen und eine neuartige drahtlose Kommunikationslösung für professionelle und insbesondere industrielle Anwendungen zu entwickeln, die auch höchsten Anforderungen zukünftiger Anwendungen genügt. Als besonders kritisch werden dabei folgende Eigenschaften angesehen: eine geringe und schwankungsarme Latenz im Bereich von einer Millisekunde; die Unterstützung von aggregierten und stabilen Datenraten von 100 Mbit/s bis 1 Gbit/s; hohe Robustheit gegenüber Interferenzen und Störungen; hohe Sicherheit und Verfügbarkeit. Für viele Anwendungen sollen mobile Einheiten in der Lage sein, ihren Ort und die Orientierung im Raum zu bestimmen. Ebenso sollen die Anforderungen von Industrie 4.0 wie Nutzerfreundlichkeit und Flexibilität (Plug & Play/Plug & Trust) erfüllt werden. Die Systeme müssen dabei zuverlässig in der Lage sein, die Verfügbarkeit eines Kommunikationskanals zu bestimmen, um Anwendungen bei Ausfall warnen zu können (Selbstüberwachungsfähigkeit).

Innovationen und Perspektiven

Zu den notwendigen und geplanten Innovationen gehören unter anderem eine multibandfähige Funkschnittstelle, die sehr kurze Latenzen unterstützt und die hohen Bandbreiten des 60 GHz Bandes nutzt. Außerdem wird ein zweistufiges Lokalisierungskonzept erforscht, das sowohl in den Sender/Empfänger-Einheiten integriert ist als auch Kontextinformationen aus der Anwendung nutzt. Dazu werden die Funkzugangsknoten mit Computing-



Durch Augmented Reality unterstützte Wartungsarbeiten.



Schritt-für-Schritt Anleitung mit Augmented-Reality-Überlagerungen.

Ressourcen ausgestattet, welche die Ausführung von besonders zeitkritischen Anwendungen und Diensten erlauben. Eine Ende-zu-Ende-Sicherheitslösung mit Diagnosefunktionalität für eine zuverlässige Selbstüberwachung wird ebenfalls erforscht. Durch eine skalierbare Systemlösung aller Anwendungen sollen diese entsprechend kosteneffizient angeboten werden können, und durch gezielte Steuerung der gegenläufigen Anforderung „Stabilität“ und „geringe Latenz“ werden verschiedene Leistungsdimensionen ausgenutzt.

Projektpartner

- DFKI GmbH, Kaiserslautern
- ABB AG, Mannheim
- IHP GmbH, Frankfurt (Oder)
- IMST GmbH, Kamp-Lintfort
- NXP Semiconductors Germany GmbH, Hamburg
- Bosch Rexroth Aktiengesellschaft, Lohr am Main
- Robert Bosch GmbH, Gerlingen-Schillerhöhe
- Technische Universität Dresden, Dresden

Projekt	Sichere drahtlose Funksysteme für Augmented Reality-Anwendungen (PROWILAN)
Koordination	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH Herr Prof. Dr. Hans-Dieter Schotten Trippstadter Straße 122 67663 Kaiserslautern E-Mail: hans_dieter.schotten@dfki.de
Projektvolumen	7,2 Mio. Euro (davon 63 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.02.2015 bis 31.01.2018
Programm	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung für IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
BMBF-Referat	Kommunikationssysteme; IT-Sicherheit
Projekträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Frau Dr. Anne Parge E-Mail: anne.parge@bmbf.bund.de

Projektporät

Zuverlässige Funktechnologien für industrielle Steuerungen

Motivation

Nahezu alle Produktionsmaschinen, Bauteile und Ausgangsmaterialien können bereits heute mithilfe von intelligenten Werkzeugen, optimierter Software sowie mit kostengünstigen, miniaturisierten Prozessoren, Speichern, Sensoren und Sendern Informationen und Befehle austauschen. Die Fertigungsprozesse optimieren und steuern sich dabei weitgehend selbst. Allerdings machen die wachsende Zahl von teilnehmenden Sendern und Empfängern und die Flexibilisierung der Produktionswege für die Industrie 4.0 eine kabelgebundene Vernetzung oft unmöglich. Bestehende Funktechnologien, die so ein Kabelnetzwerk ersetzen können, sind dafür bis jetzt ungeeignet. Benötigt wird eine industrielle robuste Funktechnologie mit ultrakurzen Latenzzeiten. Im Projekt TreuFunk sollen dazu Technologien und Verfahren erforscht werden, die die technischen Anforderungen an Echtzeitfähigkeit und Zuverlässigkeit erreichen.

Ziele und Vorgehen

Ziel ist die Entwicklung eines hochintegrierten TreuFunk-Mikrochips, dessen spezielle Konfigurationen für unterschiedliche drahtlose Kommunikationslösungen in Industrieanwendungen geeignet sind und diese gleichzeitig sicher, schnell und zuverlässig machen. Dazu werden verschiedene Aspekte zur Integration des Chips in das Regelungsumfeld von bestehenden Funkbausteinen und hierfür notwendige neue Funktionen erforscht. Für die einfache Implementierung sowie für die Netzwerkzuordnung werden Near-Field-Communication-(NFC)-Bausteine in die Kommunikationssysteme integriert. Darüber hinaus werden System- und Integrationskonzepte für eine zukünftige Multiband-Funkschnittstelle erforscht, die eine flexible Anpassung der Funkübertragung an die schwierigen Bedingungen des industriellen Umfeldes vornehmen. Damit die Signale mit minimaler Verzögerung und ohne Informationsverlust arbeiten, werden darüber hinaus innovative Lösungen und Algorithmen für die Zugriffssteuerung erforscht. Die Zuverlässigkeit soll durch den Einsatz von Mehrantennen-systemen gewährleistet werden. Die Leistungsfähigkeit des im Projekt angestrebten Gesamtsystems wird durch drahtlos angebundene Akustiksensoren zur Analyse von Maschinengeräuschen in der Praxis demonstriert.

Innovationen und Perspektiven

Der hochintegrierte TreuFunk-Mikrochip wird die drahtlose Vernetzung für zeitkritische Anwendungen wie Regelkreise erst ermöglichen. Darauf hinaus lässt sich dieser Mikrochip aufgrund seiner flexiblen Konfigurierbarkeit für ein sehr großes Spektrum von Anwendungen (Internet der Dinge, Industrie 4.0) einsetzen.

Projektpartner

- Infineon Technologies AG, Neubiberg
- Siemens AG, Erlangen
- eesy-id GmbH, Erlangen
- InnoRoute GmbH, München
- RWTH Aachen, Aachen
- Universität Bielefeld, Bielefeld

Projekt	Zuverlässige Funktechnologien für industrielle Steuerungen (TreuFunk)
Koordination	Infineon Technologies AG Herr Dr. Wolfgang Dettmann Am Campeon 1–12 85579 Neubiberg E-Mail: wolfgang.dettmann@infineon.com
Projektvolumen	5,3 Mio. Euro (davon 54 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.01.2015 bis 31.12.2017
Programm	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung für IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
BMBF-Referat	Kommunikationssysteme; IT-Sicherheit
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Frau Dr. Anne Parge E-Mail: anne.parge@bmbf.bund.de



Sichere, vernetzte Produktionsanlagen ermöglichen flexible und kontinuierliche Produktion.

Forschung zur IT-Sicherheit für Industrie 4.0

Für Deutschland als weltweit führenden Industriestandort ist die Vernetzung der Produktion eine zentrale Zukunftschance der Digitalisierung. Zur Umsetzung der intelligenten Fabrik ist die Vernetzung aller Maschinen mit dem Internet notwendig. Dadurch überträgt sich die zunehmende Bedrohung von IT-Systemen durch Cyberangriffe automatisch auch auf die industriellen Anlagen.

Gerade Industrienetze sind ein attraktives Ziel für Cyberkriminelle. Immer häufiger werden vernetzte Industrieanlagen von Hackern mit kriminellen Motiven angegriffen. Aber auch für einen konkurrierenden Maschinenbauer kann es lohnenswert sein, in das Netz eines deutschen Mitbewerbers einzudringen und dort zielgerichtet Malware zu platzieren. Störungen oder Sabotage der Fertigung oder ein heimlicher Zugang zum Unternehmensnetz, über den sensible Geschäftsdaten abfließen, können zu erheblichen finanziellen Verlusten führen. Der deutschen Wirtschaft entsteht durch Industriespionage jährlich ein Gesamtschaden von ca. 4,2 Milliarden Euro. Bereits jedes dritte Unternehmen erlitt einen finanziellen Verlust aufgrund von Spionage. Über 50 % der materiellen Schäden traten dabei durch einen Ausfall, Diebstahl oder die Schädigung von IT- oder Telekommunikationsanlagen auf.

Der Schutz vor Wirtschaftskriminalität und Industriespionage wird für die Umsetzung von Industrie 4.0 so zu einem kritischen Faktor. Eine weitgehende Vernetzung von Produktionsanlagen über die gesamte Lieferkette hinweg ist nur denkbar, wenn diese Netze ausreichend gegen Angriffe und Manipulationen geschützt sind. Dafür sind neue Lösungen für die IT-Sicherheit und deren durchgängige Integration in die vertikalen und horizontalen Wertschöpfungsketten erforderlich. Im industriellen Umfeld ist jedoch die Heterogenität und Langlebigkeit von Maschinen und Anlagen eine große Herausforderung. Betriebszyklen verlaufen teilweise über Monate, Wartungsfenster stehen nur begrenzt zur Verfügung. Sicherheitslösungen sollten zudem, soweit möglich, standardisiert sein bzw. auf standardisierte Schnittstellen setzen, damit der Wettbewerb nicht behindert und kostengünstige Lösungen ermöglicht werden.

Die Erforschung und Entwicklung von IT-Sicherheitslösungen für Industrie 4.0 stärkt den Industriestandort Deutschland. Von entscheidender Bedeutung sind hier Lösungen, die auf eine Vielzahl von Anwendungsfällen übertragbar sind und in der Praxis demonstriert werden können. Das zeigt Unternehmen – insbesondere den KMU –, wie sichere Kommunikation in der Industrie 4.0 funktionieren kann.

Projektporät

Nationales Referenzprojekt zur IT-Sicherheit in Industrie 4.0

Motivation

Mit dem Begriff Industrie 4.0 wird die Vision einer intelligenten Fabrik beschrieben, die sich in kürzester Zeit dynamisch an neue Aufgaben anpasst. Industrie 4.0 ist damit eine zentrale Antwort auf die Herausforderungen, die mit der Digitalisierung der Wirtschaft einhergehen. Zur Umsetzung einer intelligenten Fabrik ist die Anbindung von beteiligten Maschinen an das Internet notwendig. Durch diese Vernetzung überträgt sich die zunehmende Bedrohung von IT-Systemen direkt auch auf die industriellen Anlagen. IT-Sicherheit wird so zum erfolgskritischen Faktor für die ausfallsichere Produktion und den Schutz vor Wirtschaftsspionage. Diese Entwicklung erfordert neuartige Sicherheitslösungen, die einen umfassenden Schutz der hochgradig vernetzten Strukturen sowie des Daten- und Informationsaustausches vor unbefugtem Zugriff, Manipulation und Missbrauch sicherstellen. Bisher

wurden Schutzmaßnahmen jedoch oft nur nachträglich und als Lösung von Teilspekten realisiert.

Ziele und Vorgehen

Das komplexe Themenfeld der Industrie 4.0 wird im Vorhaben in vier Anwendungsszenarien aufgeteilt, die zusammen ein repräsentatives Bild der Herausforderungen bei der Vernetzung der Industrieanlagen ergeben. Die Anwendungsszenarien sind in den Bereichen der Fernwartung von Produktionsanlagen, vernetzter visueller Produktionsleitstände, Handelsplattformen für Produktionsdaten und der auf individuellen Kundenwunsch produzierten Waren angesiedelt. Im letztgenannten Anwendungsszenario werden am Beispiel von Einbauküchen hochflexible Fertigungsstraßen erforscht. Die Produktion von individualisierten Möbelstücken, von der Bestellung bis zur Auslieferung, ist eine typische Industrie-4.0-Produktionslandschaft,



Durch zunehmende Vernetzung können auch die IT-Systeme industrieller Anlagen Bedrohungen ausgesetzt sein.

die es exemplarisch gegen Cyberangriffe zu schützen gilt. Dabei wird das Konzept eines „intelligenten Werkstücks“ verfolgt, dessen Weg durch die Produktionsstraße mit Fertigungsanlagen automatisch abgestimmt und abgefahren wird. Durch eine projektübergreifend abgestimmte Anforderungsanalyse wird ein einheitliches Gesamtbild von Industrie 4.0 erarbeitet. Eigenheiten und Gemeinsamkeiten werden in den vier Anwendungsszenarien bei der IT-Sicherheit herausgestellt. Darauf folgt eine bedarfsgerechte und für den jeweiligen Anwendungsfall spezifische Entwicklung und Demonstration passender Lösungsansätze. Abschließend werden die in den Anwendungsszenarien spezifizierten Werkzeuge und Modelle zur Erhöhung der IT-Sicherheit zusammengefasst und, wenn möglich, abstrahiert. Diese stellen eine nationale Referenzimplementierung für IT-Sicherheitslösungen in der Industrie 4.0 dar.

Innovationen und Perspektiven

Von den Verbundpartnern im Forschungsvorhaben werden innovative Schutzmaßnahmen für die intelligente Fabrik entwickelt und diese in einer Referenzinstallation demonstriert. Dabei wird die gesamte Wertschöpfungskette mit künftigen Anwendungsfällen aus den Bereichen Fernwartung, moderner Handelsplattformen, visueller Produktionssteuerung und der kundenindividuellen Produktion im Fokus des Vorhabens stehen. Die möglichst allgemein verwendbaren Lösungen sollen maßgeblich zur Verbesserung der IT-Sicherheit von Produktionsanlagen im Kontext von Industrie 4.0 beitragen und künftig in ähnlich gelagerten Anwendungsszenarien verwendet werden. Es entstehen erstmalig Vorlagen für die Umsetzung einer sicheren Industrie 4.0. Diese Basis ermöglicht insbesondere den beteiligten KMU, sich den Herausforderungen einer digitalen Wirtschaft im Bereich der Industrie 4.0 zu stellen, und lässt damit verbundene wirtschaftliche Risiken beherrschbar werden.

Projektpartner

- Homag Holzbearbeitungssysteme GmbH, Schopfloch
- Volkswagen AG, Wolfsburg
- Trumpf GmbH, Ditzingen
- WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe
- Siemens AG, München

- Infineon AG, München
- Phoenix Contact GmbH, Bad Pyrmont
- Robert Bosch GmbH, Stuttgart
- Escrypt GmbH, Stuttgart
- Bosch Rexroth AG, Erbach/Odenwald
- Bosch Software Innovations GmbH, Berlin
- Duravit AG, Schenkenzell
- Nobilia Werke, Verl
- Accessec GmbH, Groß-Bieberau
- Fraunhofer AISEC, München
- Fraunhofer SIT, Darmstadt
- Fraunhofer IESE, Kaiserslautern
- TU München, München
- TU Darmstadt, Darmstadt
- Universität Kassel, Kassel
- DFKI GmbH, Kaiserslautern

Projekt	Nationales Referenzprojekt zur IT-Sicherheit in Industrie 4.0 (IUNO)
Koordination	HOMAG Holzbearbeitungssysteme GmbH, Schopfloch Herr Ernst Esslinger-Wöhrle Homagstraße 3 72296 Schopfloch E-Mail: ernst.esslinger@homag.de
Projektvolumen	33 Mio. Euro (davon 63 % Förderanteil durch das BMBF)
Projektaufzeit	01.07.2015 bis 30.06.2018
Projektlink	www.iuno-projekt.de/
Programm	Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung für IT-Sicherheit „Selbstbestimmt und sicher in der digitalen Welt“
BMBF-Referat	Kommunikationssysteme; IT-Sicherheit
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Holger Bodag E-Mail: holger.bodag@bmbf.bund.de



Elektroniksysteme

Elektroniksysteme für Industrie 4.0

Die Mikroelektronik ist eine der zentralen Schlüsseltechnologien unserer heutigen Industriegesellschaft. Dies gilt insbesondere für Industrie 4.0 – ein Zukunftsvorhaben, das derzeit in aller Munde ist und das nur mit Mikroelektronik funktionieren kann. Denn mikroelektronische Systeme zur Erfassung, Verarbeitung und Kommunikation von Daten sowie zur Steuerung von Produktionsanlagen bilden die Basis für 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 komplex. 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.



Moderne Produktionsanlagen, wie beispielsweise Roboter, brauchen leistungsfähige sensorbasierte Elektroniksysteme. Nur so können sie sich präzise und effizient an aktuelle Bedingungen anpassen.

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.

Sensorbasierte Elektroniksysteme 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 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 neue 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 nationale 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. Diese Projekte fördert das BMBF-Referat 523 „Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren“ mit insgesamt mehr als 50 Millionen Euro.

Projektporät

Dezentral kooperierende, sensorbasierende Subsysteme für Industrie-4.0-Produktionsanlagen

Motivation

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet sich die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. Elektronik und Sensorik, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) in Deutschland zählen, spielen dabei eine Schlüsselrolle.

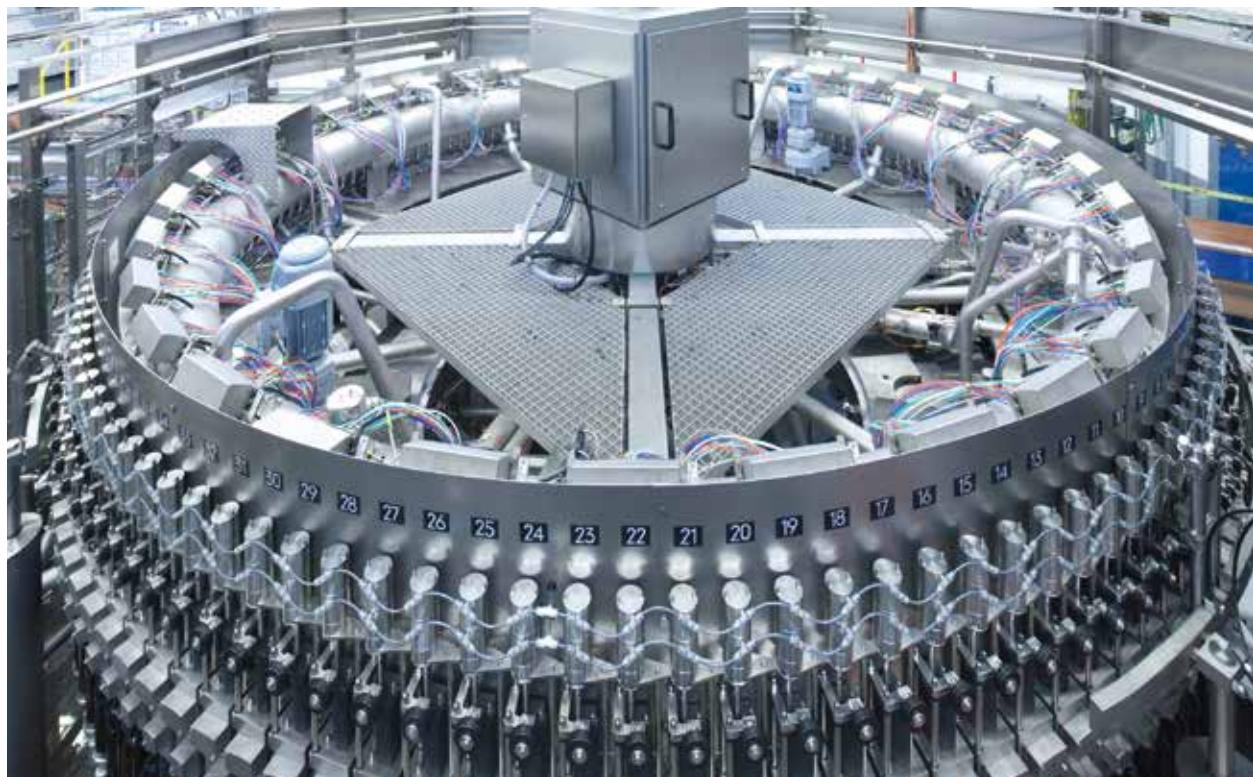
Ziele und Vorgehen

Das Ziel des Vorhabens ist es, die Grundlage für intelligente Industrie-4.0-fähige Produktionsanlagen zu legen, die sich schnell und flexibel auf veränderte Bedingungen bei deutlich höherer Verfügbarkeit einstellen können. Am Beispiel eines Abfüllprozesses für beliebige Flüssigkeiten soll das komplexe Zusammenspiel einzelner funktioneller Module bis hin zum Gesamtsystem dargestellt werden. Die Anlagen sollen

sich selbstständig auf das zu verarbeitende Produkt einstellen und dabei dessen Eigenschaften wie auch die Anlagenparameter berücksichtigen. Dafür werden vielfältige sensorische Funktionen sowie intelligente autonome Selbstdiagnosefähigkeiten der einzelnen Komponenten und Prozesse integriert. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Gewährleistung einer lückenlosen Datensicherheit gelegt.

Innovationen und Perspektiven

Dezentrale Steuerung ermöglicht beliebig sowie kurzfristig und kostengünstig kombinierbare Sensor-Aktor-Elektroniksysteme. Eine direkte Zugriffsmöglichkeit auf Sensordaten kann zudem einen Zusatznutzen haben, z. B. für die vorbeugende Instandhaltung. Neben der Nahrungsmittelbranche bieten sich weitere Anwendungen in der chemischen und pharmazeutischen sowie der Öl- und Gasindustrie an.



Die präzise und schnelle Abfüllung von Getränken ist ein komplexer Ablauf und wird über den zentralen Füllrechner gesteuert.

Projektpartner

- KROHNE Innovation GmbH, Duisburg
- Infineon Technologies AG, Neubiberg
- EPOS embedded core & power systems GmbH & Co. KG, Duisburg
- KHS GmbH, Bad Kreuznach
- Hochschule Ostwestfalen-Lippe, inIT, Lemgo
- Ruhr-Universität Bochum, ESIT, Bochum
- WIBU-SYSTEMS Aktiengesellschaft, Karlsruhe

Projekt	Dezentral kooperierende, sensorbasierende Subsysteme für Industrie-4.0-Produktionsanlagen (DnSPro)
Koordination	KROHNE Innovation GmbH Herr Dr. Christoph Spiegel Ludwig-Krohne-Straße 5 47058 Duisburg Tel.: 0234 58880-208 E-Mail: C.Spiegel@krohne.com
Projektvolumen	4,53 Mio. Euro (davon 61 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.11.2015 bis 31.10.2018
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester E-Mail: Sebastian.Jester@bmbf.bund.de



Der Bediener der Anlage hat das gesamte System im Blick.

Projektporät

Sensorsysteme zur Überwachung und Steuerung von Kunststoffverarbeitungsprozessen

Motivation

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet sich heute die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Resourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. Elektronik und Sensorik, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen in Deutschland zählen, spielen dabei eine Schlüsselrolle. Eine Echtzeitsteuerung ist heute jedoch noch nicht in allen Produktionsprozessen möglich: Beispielsweise existieren keine geeigneten Sensorsysteme und Methoden zur Datenauswertung, um die Herstellung von Kunststoffprodukten wie Rohren und Schaumplatten in kontinuierlichen Pressverfahren zu überwachen. Hierdurch wird die Effizienz in der

Produktion solcher Bauteile beeinträchtigt und die Qualitätskontrolle erschwert.

Ziele und Vorgehen

Ziel des Forschungsprojekts KontiSens sind drei verschiedene Sensorsysteme (akustisch, thermisch und dielektrisch), mit deren Hilfe die Eigenschaften von Kunststoffschäumen bereits während der Herstellung in Echtzeit überwacht werden können. Hierzu sollen neben den Sensoren selbst auch neuartige Algorithmen zur Fusion und Auswertung der Sensordaten untersucht werden, mit deren Hilfe eine Überwachung der Produktqualität ermöglicht wird. Die Daten sollen in die Anlagensteuerung einfließen und in Verbindung mit Prozessparametern zur Visualisierung und Kontrolle der Produktion verwendet werden.



Die Herstellung von Dämm- und anderen Kunststoffen soll künftig durch vernetzte Sensorsysteme überwacht werden.

Innovationen und Perspektiven

Die Ergebnisse des Projekts können wesentlich zur Umsetzung des Industrie-4.0-Modells in der Kunststoffverarbeitung beitragen und eignen sich auch für die Anwendung in ähnlichen Prozessen in der Lebensmittel- und Baustoffindustrie sowie in der Medizintechnik.

Projektpartner

- **Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Pfinztal-Berghausen**
- **Fraunhofer-Institut für Holzforschung – Wilhelm-Klauditz-Institut WKI, Braunschweig (assoziiert)**
- **ds automation GmbH, Schwerin**
- **HBH Microwave GmbH, Stutensee**
- **Ircam GmbH, Erlangen**
- **Boom Software GmbH, Visbek**
- **Knowtion UG (haftungsbeschränkt), Karlsruhe**
- **Schulz Systemtechnik GmbH, Visbek**

Projekt	Sensorsysteme zur Überwachung und Steuerung von Kunststoffverarbeitungsprozessen (KontiSens)
Koordination	Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT) Herr Florian Rapp Joseph-von-Fraunhofer-Straße 7 76327 Pfinztal-Berghausen Tel.: 0721 4640-862 E-Mail: florian.rapp@ict.fraunhofer.de
Projektvolumen	2,35 Mio. Euro (davon 65 % Förderanteil durch BMBF)
Projektlaufzeit	01.11.2015 bis 31.10.2018
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester E-Mail: Sebastian.Jester@bmbf.bund.de



Demonstrationslinie zur Inline-Untersuchung von geschäumten Kunststoffen.

Projektporät

Modulare Sensorsysteme für Echtzeit-Prozesssteuerung und smarte Zustandsbewertung

Motivation

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet sich heute die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. Elektronik und Sensorik, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) in Deutschland zählen, spielen dabei eine Schlüsselrolle. Eingebaut in Antriebe und Positionierungssysteme ermöglichen sie schnelle und präzise Fertigungsprozesse, deren Ablauf in Echtzeit überwacht und angepasst werden kann. Die Sensorsysteme müssen hierzu jedoch auf die genauen Anforderungen der Anwendung hin entworfen und aufgebaut werden.

Ziele und Vorgehen

Ziel des Forschungsprojekts MoSeS-Pro ist ein Baukasten aus Hard- und Softwaremodulen, der die Entwick-

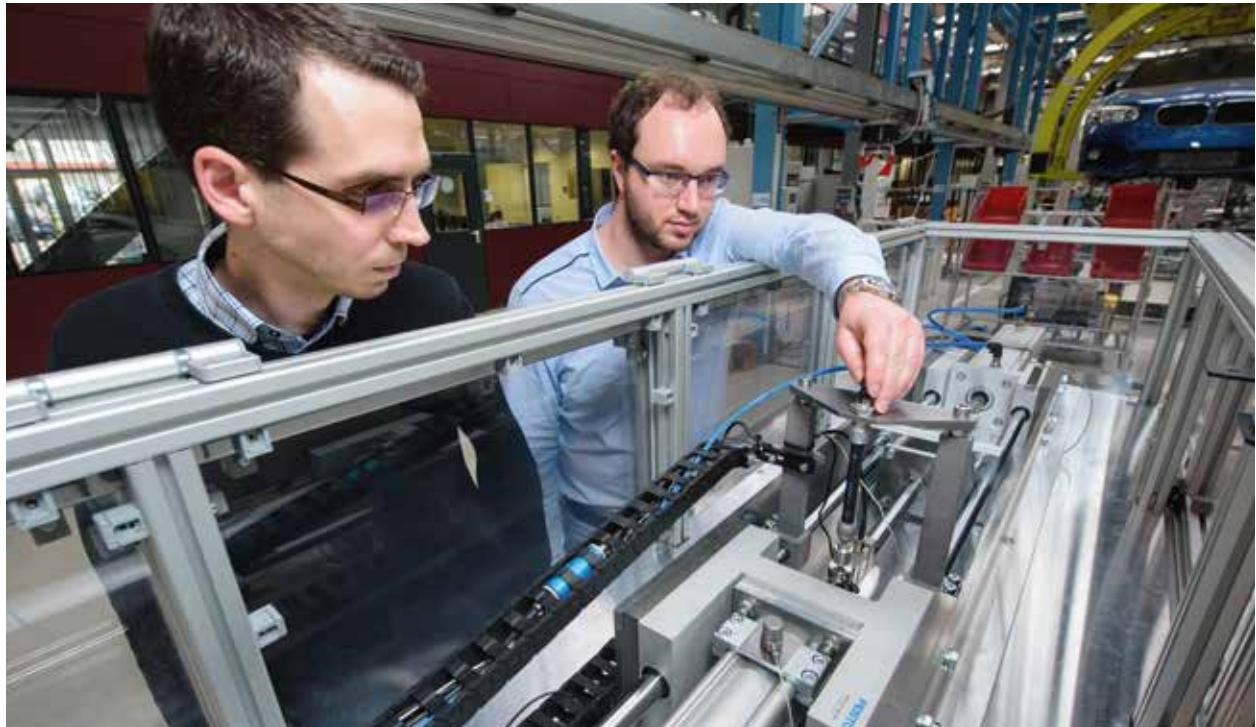
lung von Sensorsystemen für die Überwachung und Steuerung von Antrieben und Positionierungssystemen erleichtert. Die Systeme sollen eine höhere Auflösung und eine deutlich schnellere Signalverarbeitung bieten als derzeit verfügbare Sensoren und dabei energieautark und drahtlos vernetzbar sein. Eine hohe Signalverarbeitungskapazität soll die Zustands- und Prozessüberwachung in Echtzeit ermöglichen. Die Leistungsfähigkeit des Baukastens soll anhand von zwei verschiedenen Anwendungsfällen in der industriellen Produktion nachgewiesen werden.

Innovationen und Perspektiven

Das Baukastensystem ermöglicht es, auf einfacherem Wege echtzeitfähige Sensorsysteme zu realisieren, die durchgängig genutzt werden können. Dies beginnt bereits bei Herstellern von Antrieben und Positionierungssystemen, die die Sensoren zur Qualitätskontrolle der eigenen Ferti-



Sensorbasierte Elektroniksysteme können Maschinen und Anlagen lückenlos in Echtzeit überwachen.



Das Baukastensystem ermöglicht auf einfachem Wege durchgängig nutzbare intelligente Sensorsysteme, die individuell an die Applikation, wie hier die Zustandsbewertung elektromechanischer Zylinder, angepasst werden können.

gung einsetzen können. Bei den industriellen Anwendern der Antriebe ermöglichen die Sensoren die schnelle Inbetriebnahme und Anpassung von Fertigungsanlagen, die Echtzeit-Prozesssteuerung sowie die Zustandsbewertung und vorbeugende Instandhaltung. Hiervon profitieren Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, die Ausfallzeiten minimieren und Produktionsprozesse flexibilisieren und optimieren können.

Projektpartner

- **Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik gGmbH, Saarbrücken**
- **Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen, Duisburg**
- **TU Kaiserslautern, Kaiserslautern**
- **Lenord, Bauer & Co. GmbH, Oberhausen**
- **ESR Pollmeier GmbH, Ober-Ramstadt**
- **CANWAY Technology GmbH, Ostbevern**
- **Sensitec GmbH, Lahnau**
- **Festo AG & Co. KG, Werk St. Ingbert (assoziiert)**
- **Bosch Rexroth AG, Werk Homburg (assoziiert)**

Projekt	Modulare Sensorsysteme für Echtzeit-Prozesssteuerung und smarte Zustandsbewertung (MoSeS-Pro)
Koordination	ZEMA – Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik gGmbH Herr Prof. Dr. Andreas Schütze Gewerbepark Eschberger Weg, Geb. 9 66121 Saarbrücken Tel.: 0681 302-4663 E-Mail: schuetze@zema.de
Projektvolumen	3,1 Mio. Euro (davon 73 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.10.2015 bis 30.09.2018
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester E-Mail: Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporträt

Baugruppen mit eingebetteten Mikrosensorsystemen zur intelligenten Fertigung von Industrieelektronik

Motivation

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet sich heute die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. Elektronik und Sensorik, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) in Deutschland zählen, spielen dabei eine Schlüsselrolle. Für eine flexible und leistungsfähige Datenerfassung müssen Sensoren möglichst kompakt in Werkstücke und Anlagen integriert werden. Miniaturisierte Funksensorknoten bieten diese Möglichkeit, stellen in Herstellung und Integration derzeit jedoch noch eine große technische Herausforderung dar.

Ziele und Vorgehen

Ziel des Forschungsprojekts PCB 4.0 ist die Schaffung einer Technologieplattform für den Entwurf und die Herstellung von eingebetteten miniaturisierten Funksensorknoten sowie deren Integration in Produktionsprozesse. Neben Entwurfsmethoden sowie Modul- und Aufbaukonzepten werden die Partner hierzu Strategien für die Serienfertigung erarbeiten. Die Leistungsfähigkeit der entwickelten Technologien soll anhand von Funksensorschichten nachgewiesen werden, die, in Leiterplatten integriert, den Ist-Zustand in der Fertigung von Industrieelektronik in Echtzeit erfassen und verarbeiten. Hierbei erlauben Methoden der Selbstdiagnose eine lückenlose Zustandsbasierte Wartung des Produktionsprozesses.



Einbettung drahtloser Mikrosensorsysteme zur Überwachung von Produktionsprozessen.

Innovationen und Perspektiven

Bei Projekterfolg wird mithilfe der Einbettechnik ein bisher noch nicht erreichter Miniaturisierungsgrad von Funksensorik für Industrie-4.0-Anwendungen erreicht. Durch diesen Entwicklungsvorsprung können die Partner ihre Marktposition im Bereich der Industrieautomatisierung ausbauen und neue Anwendungsfelder erschließen. Der Aufbau einer Technologieplattform und die Festlegung geeigneter Schnittstellen vereinfachen dabei die Realisierung eingebetteter Funksensorik für zukünftige Anwendungen.

Projektpartner

- Siemens AG, Berlin
- EnOcean GmbH, Oberhaching
- Sensorik-Bayern GmbH, Regensburg
- WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe
- Hofmann GmbH, Regensburg
- Fraunhofer-Institut IZM, Berlin
- TU Berlin, Berlin

Projekt	Baugruppen mit eingebetteten Mikrosensorsystemen zur intelligenten Fertigung von Industrieelektronik (PCB 4.0)
Koordination	Siemens AG Herr Dr. Michael Niedermayer Siemensdamm 50 13629 Berlin Tel.: 030 38621 470 E-Mail: michael.niedermayer@siemens.com
Projektvolumen	4,8 Mio. Euro (davon 63 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.02.2016 bis 31.01.2019
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester E-Mail: Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporät

Modellbasierte Prüfverfahren mit 3D-Sensorik für flexible Produktionsprozesse

Motivation

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet sich heute die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. Elektronik und Sensorik, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen in Deutschland zählen, spielen dabei eine Schlüsselrolle. Sie kommen bereits heute in der Qualitäts sicherung zum Einsatz. Für die flexible Herstellung individualisierter Produkte sind jedoch neue Ansätze erforderlich, da etablierte Qualitätssicherungsmethoden auf gleichartige Produkte hin optimiert sind.

Ziele und Vorgehen

Ziel des Forschungsprojekts Scrutinize3D ist ein Prüfsystem, mit dem die Position und Ausrichtung von Einzelbauteilen während der Produktion überwacht werden können. Dies verringert Schäden beim Zusammenfügen und erlaubt im Fehlerfall ein Gegensteuern der Anlage. Verfolgt wird dabei ein modellbasierter Ansatz, bei dem Daten aus der Produktion mittels Kameras dreidimensional erfasst und mit den Konstruktionsdaten abgeglichen werden. Da diese in der Regel für alle Bauteile zur Verfügung stehen, kann auch bei

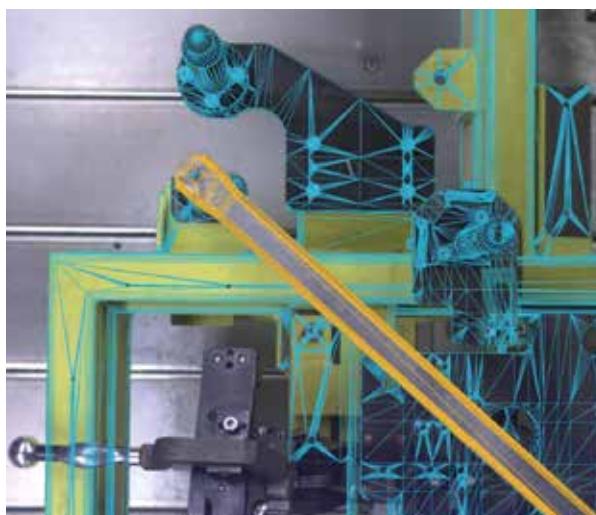
häufig wechselnden und individualisierten Produkten eine zuverlässige Prüfung erfolgen. Kern der Arbeiten sind hochauflösende optische 3D-Sensoren, die sich automatisch konfigurieren und für die Vernetzung ausgelegt sind. Ihre Leistungsfähigkeit soll anhand von einzelnen Schritten in der Automobilproduktion nachgewiesen werden.

Innovationen und Perspektiven

Das zu entwickelnde Prüfsystem ermöglicht eine automatisierte Herstellung individualisierter Produkte in kleinen Stückzahlen und kann so wesentlich zur Flexibilisierung der Produktion in der Automobilindustrie und darüber hinaus beitragen.

Projektpartner

- Fraunhofer IGD, Darmstadt
- Daimler AG, Böblingen
- Matrix Vision GmbH, Oppenweiler



Optisches 3D-Bilderfassungssystem zur modellbasierten Prüfung von Produkt- und Produktionsmittelmanifesten.

Projekt	Modellbasierte Prüfverfahren mit 3D-Sensorik für flexible Produktionsprozesse (Scrutinize3D)
Koordination	Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD) Herr Dr. Ulrich Bockholt Fraunhoferstraße 5 64823 Darmstadt Tel.: 06151 155-277 E-Mail: ulrich.bockholt@igd.fraunhofer.de
Projektvolumen	1,72 Mio. Euro (davon 63 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.10.2015 bis 31.03.2018
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester E-Mail: Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporät

Selbstadaptierende Sensorsysteme für eine akustische Zustandsüberwachung in Industrie 4.0-Anwendungen

Motivation

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet sich heute die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe

zu heben. Elektronik und Sensorik, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) in Deutschland zählen, spielen dabei eine Schlüsselrolle. Für eine flexible und leistungsfähige Datenerfassung müssen Sensoren möglichst kompakt in Werkstücke und Anlagen integriert werden.



Hardware- und Softwareentwurf einer Industrie 4.0-Sensorplattform.

Ziele und Vorgehen

Im Vorhaben soll ein selbstadaptierendes Sensorsystem entwickelt werden, das Industrie-4.0-Produktionssysteme in Echtzeit durch akustische Messungen überwacht. Anders als derzeitige Körperschall-Messsysteme wird das zu entwickelnde System den Luftschall messen und kann somit Komponenten und Umgebung gleichzeitig überwachen. Sensoren, Prozessoren und eine Signalübertragung mit autarker Energieversorgungseinheit werden in ein effizientes System integriert. Im Gegensatz zu derzeitigen Speziallösungen ist eine variable Verwendung zur Adressierung von vielschichtigen Problemstellungen geplant. Im Vorhaben soll das System nicht nur entwickelt, sondern auch in zwei Anwendungsbereichen demonstriert werden. Zum einen sollen bei Infineon Technologies unerwünschte Mikrorisse in Mikrochips in Echtzeit erkannt werden, zum anderen werden bei Bosch Rexroth hergestellte Komponenten für Steuerungs- und Antriebsmaschinen mit dem Ziel einer zuverlässigeren Produktion überwacht.



Steuerung von Sensorsystemen

Innovationen und Perspektiven

Mit ACME 4.0 wird eine offene Sensorplattform geschaffen, deren Sensoren ihr näheres Umfeld wahrnehmen können. Darüber hinaus können sie zu einem größeren Netzwerk verbunden werden. So entsteht eine Basis für neuartige Systeme, die sich selbst und ihre Umwelt intelligent überwachen und die Zuverlässigkeit sowie Sicherheit von Anlagen deutlich erhöhen. Dies ermöglicht eine verbesserte Qualitätssicherung, mit breiten Anwendungsmöglichkeiten in vielen Produktionszweigen.

Projektpartner

- OFFIS – Institut für Informatik, Oldenburg
- Bosch Rexroth AG, Horb
- Fraunhofer IDMT, Oldenburg
- Fraunhofer IIS/EAS, Dresden
- Infineon Technologies AG, Neubiberg
- CoSynth GmbH & Co. KG, Oldenburg (Unter-auftragnehmer)

Projekt	Selbstadaptierende Sensorsysteme für eine akustische Zustandsüberwachung in Industrie 4.0-Anwendungen (ACME 4.0)
Koordination	OFFIS – Institut für Informatik Herr Dr. Domenik Helms Escherweg 2 26121 Oldenburg Tel.: 0441 9722-284 E-Mail: domenik.helms@offis.de
Projektvolumen	3,45 Mio. Euro (davon 67 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.02.2016 bis 31.01.2019
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester E-Mail: Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporät

Mikro-elektromechanisches Elektroniksystem zur Zustandsüberwachung in der Industrie 4.0

Motivation

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet sich heute die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. Elektronik und Sensorik, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) in Deutschland zählen, spielen dabei eine Schlüsselrolle. Durch die Einbettung in Produktionsanlagen und Produkte werden die Potenziale der Mikroelektronik und der Digitalisierung für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 nutzbar gemacht und die Innovationsdynamik der deutschen Industrie gestärkt.

Ziele und Vorgehen

Im Vorhaben wird ein Sensorsystem zur Erfassung von Vibrationen in Produktionsanlagen entwickelt, um durch kontinuierliche Zustandsüberwachung ungeplante Ausfallzeiten zu vermeiden. Die Sensoren sind

hochintegriert, vernetzt, energieautark und mit einer selbstlernenden intelligenten Auswertung ausgestattet. Sie detektieren Unterschiede zwischen gemessenen und gespeicherten Körperschallprofilen und reagieren auf Änderungen, die auf einen Defekt hindeuten. Zentrale Themen der Entwicklung sind die Energieerzeugung im Sensor selbst sowie die Datensicherheit und die Robustheit des Gesamtsystems unter realistischen Bedingungen.

Innovationen und Perspektiven

Das neuartige System wird robuste, selbstlernende, vernetzte Sensoren ohne externe Energieversorgung oder Batterien umfassen, die durch Aufnahme von Körperschall den Betriebszustand von Maschinen überwachen und bei potenziellen Defekten eine Warnung ausgeben. So werden Datenverkehr und Energieverbrauch minimiert. Die Teilergebnisse, insbesondere die Energieautarkie, lassen sich auch auf andere Probleme im Bereich vernetzter Sensoren übertragen.



Überwachung des Betriebszustandes von Maschinen mit AMELI4.0-Sensorsystem.



Industrie 4.0 verbindet Menschen und digital gesteuerte Maschinen mit dem Internet, auch über Ländergrenzen hinweg

Foto: Bosch

Projektpartner

- Robert Bosch GmbH, Gerlingen-Schillerhöhe
- Siemens AG, Erlangen
- Hahn-Schickard-Gesellschaft, Villingen-Schwenningen
- Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechniken IPK, Berlin
- Binder-Elektronik, Höpfingen-Waldstetten
- Schaudt Mikrosa, Leipzig
- Stackforce, Heitersheim

Projekt	Mikro-elektromechanisches Elektroniksystem zur Zustandsüberwachung in der Industrie 4.0 (AMELI 4.0)
Koordination	Robert Bosch GmbH Herr Ricardo Ehrenfordt Postfach 10 60 50 70049 Stuttgart Tel.: 0711 811-6158 E-Mail: ricardo.ehrenfordt@de.bosch.com
Projektvolumen	6,95 Mio. Euro (davon 55 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.12.2015 bis 30.11.2018
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester E-Mail: Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporät

Drahtlose intelligente Sensorsysteme zur produktbasierten Steuerung industrieller Produktionsanlagen

Motivation

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet sich heute die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. Elektronik und Sensorik, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) in Deutschland zählen, spielen dabei eine Schlüsselrolle. Anwendungen in der Industrie 4.0 erfordern vielfältige Sensorsysteme. Der Trend zur flexiblen Anpassung an Anwendungs- und Kundenanforderungen bei minimalen Stückzahlen erfordert hier neue Konzepte.

Ziele und Vorgehen

Ziel im Projekt ist die Entwicklung eines drahtlosen, intelligenten Sensorsystems, das den Produktionsprozess auf Einzelstückbasis steuert. Damit kann ein „intelligentes Werkstück“ individuelle Fertigungsdaten übergeben sowie Prozessdaten erfassen und deren Auswertung an die Anlagensteuerung weiterleiten. Die daraus folgende Flexibilität erlaubt eine für jedes Produkt individuelle Fertigung und eine sehr modulare Anlagenkonzeption. Gleichzeitig ermöglicht die Echtzeitüberwachung und Dokumentation des gesamten Produktionsprozesses eine umfassende Qualitätskontrolle. Das System wird bis zum Projektende in drei unterschiedlichen Produktionsanlagen demonstriert, z.B. in einer Förderanlage für Fertigungsstraßen.

Innovationen und Perspektiven

Das intelligente Sensormodul soll drahtlos mit Energie versorgt werden, wozu das Modul hinsichtlich der Energieeffizienz optimiert werden muss. Bei der Energieversorgung wird ein neuartiges Konzept umgesetzt. Das fertige Sensorsystem kann aufgrund seiner Konzeption branchenübergreifend in bestehende und neue Produktionsanlagen integriert werden.

Projektpartner

- **Siemens AG – Corporate Technology, München**
- **MSF-Vathauer Antriebstechnik, Detmold**
- **tagIttron, Salzkotten**
- **Ulrich Rotte Anlagenbau & Fördertechnik, Salzkotten**
- **Venjakob Maschinenbau, Rheda-Wiedenbrück**
- **Universität Paderborn, Paderborn**
- **FhG Institut für Elektronische Nanosysteme, Paderborn**

Projekt	Drahtlose intelligente Sensorsysteme zur produktbasierten Steuerung industrieller Produktionsanlagen (DiSSproSiP)
Koordination	Siemens AG – Corporate Technology Herr Dr. Stefan Schwarzer Otto-Hahn-Ring 6 81739 München Tel.: 089 636-45489 E-Mail: schwarzer.stefan@siemens.com
Projektvolumen	3,64 Mio. Euro (davon 65 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.02.2016 bis 31.01.2019
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projekträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester E-Mail: Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporät

Lichtsensor-basierte Ortungs- und Navigationsdienste für autonome Systeme

Motivation

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet sich heute die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. Elektronik und Sensorik, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) in Deutschland zählen, spielen dabei eine Schlüsselrolle. In Verbindung mit Ortungs- und Navigationsdiensten ermöglichen sie autonomen Systemen wie mobilen Robotern und fahrerlosen Transportsystemen, sich in hochgradig vernetzten Produktionsumgebungen schnell und zuverlässig zu bewegen.

Ziele und Vorgehen

Ziel des Forschungsprojekts LiONS ist ein neuartiges System zur Ortung und Navigation in Industriebauten. Dazu wird ein Gesamtsystem aus LED-Leuchten, Sensoren und Softwarediensten in einem vernetzten System konzipiert, ausgearbeitet und demonstriert, das anhand von lichtbasierter Steuerung und neuartiger Sensorik die Positionsinformation aufnimmt, verarbeitet und so die präzise Navigation auf dem Hallenboden ermöglicht. Die Anwendbarkeit des neuen Ortungs- und Navigationsprinzips soll anhand eines Szenarios in der Logistik eines Lagers mit fahrerlosen Transportsystemen nachgewiesen werden.



Sensorbasierte Ortungs- und Navigationssysteme ermöglichen die autonome Organisation von Transportprozessen in der Industrie 4.0.

Innovationen und Perspektiven

Bei Projekterfolg können vorhandene LED-Leuchten, die ohnehin zur energiesparenden Beleuchtung in Industriehallen eingesetzt werden, zu einem wichtigen Infrastrukturknotenpunkt für Industrie 4.0 werden. Im Vergleich zu derzeitigen funkbasierten Ansätzen bietet das neue Ortungsprinzip hohe Flexibilität, einfache Adaptierbarkeit, deutlich reduzierte Funkemissionen und hohe Skalierbarkeit. Die zusätzliche Funktionalität ermöglicht nicht nur die Navigation, sondern eröffnet mittels Datenübertragung auch vielfältige weitere Anwendungsmöglichkeiten.

Projektpartner

- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT, Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik, Paderborn
- OSRAM GmbH, München
- Götting KG, Lehrte/Röddensen
- KEB Automation KG, Barntrup

Projekt	Lichtsensor-basierte Ortungs- und Navigationsdienste für autonome Systeme (LiONS)
Koordination	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik Herr Thorsten Westermann Zukunftsmeile 1 33102 Paderborn Tel.: 05251 5465-101 E-Mail: thorsten.westermann@ipt.fraunhofer.de
Projektvolumen	3,30 Mio. Euro (davon 57 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.10.2015 bis 30.09.2018
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester E-Mail: Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporät

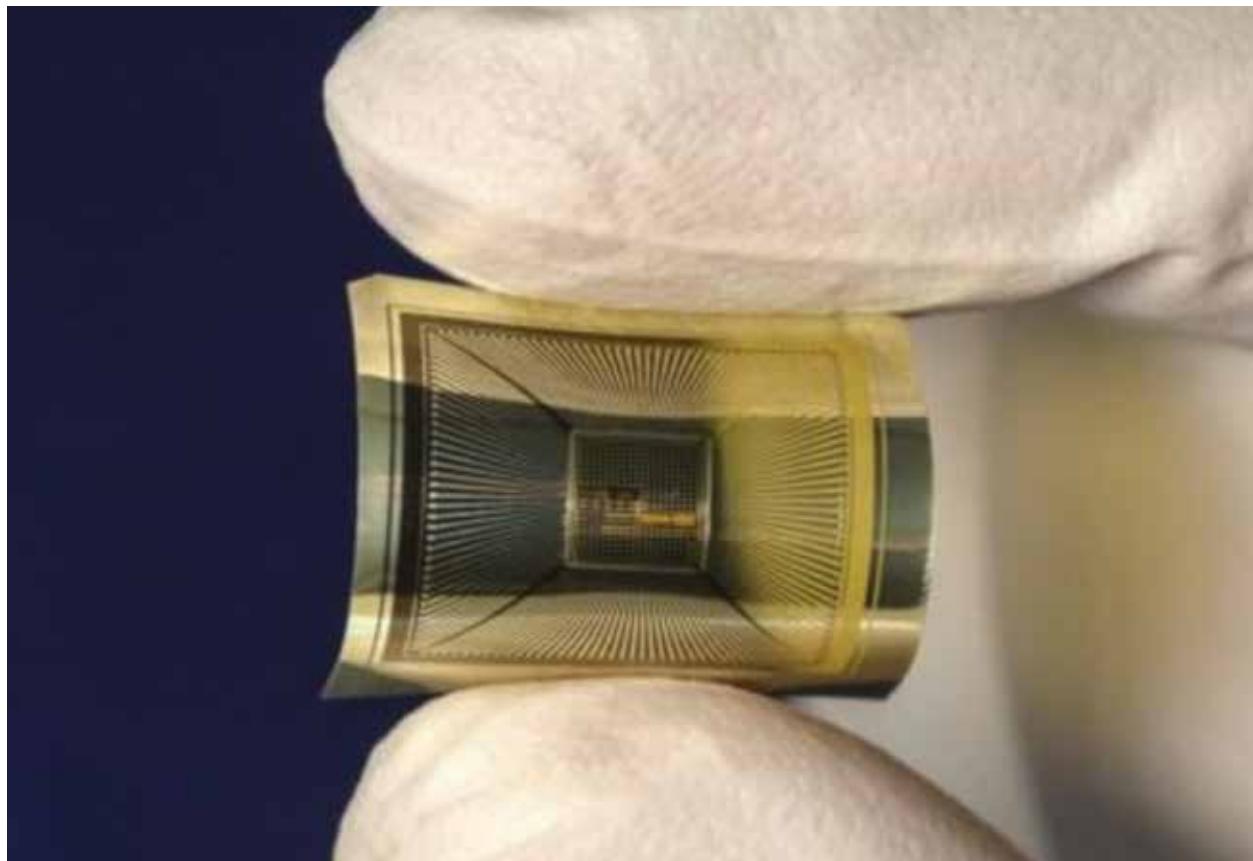
Produktfähige autarke und sichere Foliensysteme für Automatisierungs-lösungen in Industrie 4.0

Motivation

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet sich heute die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. Elektronik und Sensorik, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) in Deutschland zählen, spielen dabei eine Schlüsselrolle. Die Integration dieser Schlüsselkomponenten in Produktionsanlagen und Produkte ermöglicht eine dynamische und dezentrale Überwachung und Steuerung von Fertigungsabläufen. Um dieses enorme Potenzial effektiv nutzen zu können, bedarf es jedoch leicht integrierbarer und kostengünstiger Systeme.

Ziele und Vorgehen

Ziel des Forschungsprojekts ParsiFAL40 ist die Realisierung und Umsetzung hybrider Sensorik- und Elektroniksysteme in dünnen Folien, um daraus beispielsweise „intelligente“ Etiketten herzustellen. Diese enthalten verschiedene sehr flache und flexible Sensor- und Schaltungselemente, die mittels spezieller Chip-Rückdünnsverfahren hergestellt werden. Neben ihren vielfältigen Einsatzmöglichkeiten in Sensoranwendungen (z. B. zur Vibrationsüberwachung oder Verformungsmessung) sollen die Foliensysteme drahtlos abhörsicher kommunizieren sowie Informationen verarbeiten und speichern können.



Foliengestützte Elektroniksysteme zur Erfassung, Verarbeitung und drahtlosen Kommunikation von Daten ermöglichen eine kostengünstige intelligente Automatisierung in Industrie 4.0.



Intelligente Smart-Sensor-System-Labels für die vorausschauende Wartung und Analyse von Prozessdaten im Betrieb.

Innovationen und Perspektiven

Mithilfe folienbasierter, intelligenter, sensorischer Elektroniksysteme lassen sich Produkte, Verpackungen und Produktionsanlagen bereit für Industrie 4.0 machen. So kann ein erheblicher Beitrag zur Optimierung, Flexibilisierung und Beschleunigung von automatisierten Fertigungsprozessen geleistet werden. Die einfache und kostengünstige Integrierbarkeit in bestehende Anlagen bietet dabei insbesondere KMU die Möglichkeit, ihre Marktposition im Umfeld von Industrie 4.0 nachhaltig zu verbessern.

Projektpartner

- Festo AG & Co. KG, Esslingen
- Robert Bosch GmbH, Waiblingen
- Hahn-Schickard-Gesellschaft, Villingen-Schwenningen
- Institut für Mikroelektronik Stuttgart (IMS), Stuttgart
- Infineon Technologies AG, Neubiberg
- Micronas GmbH, Freiburg
- RoodMicrotec GmbH, Stuttgart
- Stackforce GmbH, Heitersheim
- Würth-Elektronik GmbH & Co. KG, Rot am See

Projekt	Produktfähige autarke und sichere Foliensysteme für Automatisierungslösungen in Industrie 4.0 (ParsiFAl40)
Koordination	Festo AG & Co. KG Herr Stefan Saller Abteilung CR-FM, Research Microsystems Ruiter Straße 82 73734 Esslingen Tel.: 0711 347-50705 E-Mail:stsl@de.festo.com
Projektvolumen	7,7 Mio. Euro (davon 57 % Förderanteil durch BMBF)
Projektlaufzeit	01.11.2015 bis 30.10.2018
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester E-Mail: Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporät

Fördersysteme für sich selbst organisierende Warenströme und Produktionsprozesse

Motivation

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet sich heute die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. Elektronik und Sensorik, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) in Deutschland zählen, spielen dabei eine Schlüsselrolle. Durch die Einbettung in Produktionsanlagen und Produkte werden die Potenziale der Mikroelektronik und der Digitalisierung für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 nutzbar gemacht und die Innovationsdynamik der deutschen Industrie gestärkt.

Ziele und Vorgehen

Ziel im Projekt ist die Entwicklung eines „intelligenten“ Förderrollensystems und eines frei auf dem Boden beweglichen autonomen Transportsystems für zahlreiche Anwendungen in Produktionsanlagen und Logistik-

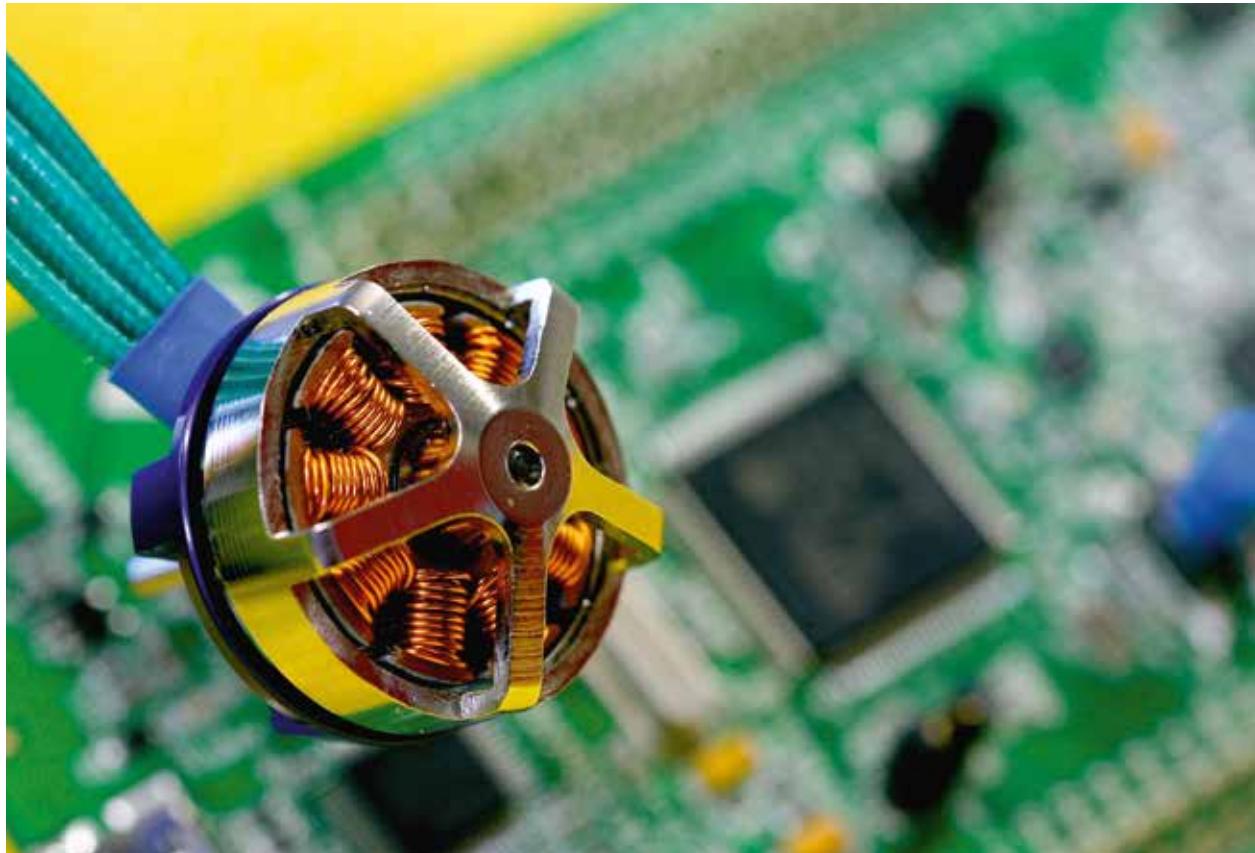
zentren. Als Lösungsansätze werden ein Motoransteuerverfahren, bei dem Aktoren zugleich Motor-, Generator-, Sensor- und Selbstdiagnoseeigenschaften aufweisen, eine neue Generation von kompakten Mikrocontrollern mit integrierter Leistungselektronik und ein Netzbetriebssystem für die lastabhängige Bearbeitung von Aufgaben in verteilten „intelligenten“ Systemen verfolgt. Die Ergebnisse münden in einem Feldversuch in einem Logistikzentrum.

Innovationen und Perspektiven

Energieeffiziente und hochfunktionale Servoantriebe mit integrierter Ansteuerung und Echtzeitkommunikationsfähigkeit werden durch das Projekt zu wesentlich geringeren Kosten als derzeit am Markt verfügbar sein. Entwicklungen wie das intelligente Förderrollensystem sowie das autonome Transportsystem bieten auch für KMU hervorragende Chancen, ein breites Marktpotenzial im Kontext Industrie 4.0 zu heben.



Mit intelligenten Transportsystemen lassen sich Energieverbrauch und Ausfallwahrscheinlichkeit in Produktion und Logistik optimieren.



Das sensorlos arbeitende Direct Flux Control (DFC) Verfahren ermöglicht eine hochpräzise und effiziente Motoransteuerung und liefert darüber hinaus optional Daten für eine vorausschauende Wartung.

Projektpartner

- Wellgo Gerätetechnik GmbH, Nohfelden
- Micronas GmbH, Freiburg
- HighTec EDV-Systeme GmbH, Saarbrücken
- Universität des Saarlandes, Saarbrücken
- Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, Saarbrücken

Projekt	Fördersysteme für sich selbst organisierende Warenströme und Produktionsprozesse (ROLLE)
Koordination	Universität des Saarlandes Herr Prof. Dr.-Ing. Matthias Nienhaus Campus, E2 9 66123 Saarbrücken Tel.: 0681 30271-681 E-Mail: nienhaus@lat.uni-saarland.de
Projektvolumen	4,20 Mio. Euro (davon 60 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.11.2015 bis 31.10.2018
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester E-Mail: Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporät

Robuste Multisensorik zur Zustandsüberwachung in Industrie-4.0-Anwendungen

Motivation

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet sich heute die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. Elektronik und Sensorik, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) in Deutschland zählen, spielen dabei eine Schlüsselrolle. Anwendungen in der Industrie 4.0 erfordern vielfältige Sensorsysteme. Damit auch KMU ohne unmittelbaren Zugang zur Halbleiter-Technologieentwicklung Sensoren entwickeln und in kleinerer Stückzahl herstellen können, sind standardisierte, aber flexibel einsetzbare Prozesse notwendig.

Ziele und Vorgehen

Ziel des Forschungsprojekts RoMulus ist die Entwicklung und Erprobung neuer Verfahren, mit deren Hilfe Multisensorsysteme auch in begrenzten Stückzahlen effizient entworfen und produziert werden können. Dabei stehen Robustheit und Energieeffizienz der Systeme im Mittelpunkt. Hierzu werden neue rechnergestützte Entwurfsmethoden und industrielle Herstelltechnologien erarbeitet. Qualifizierte Standardprozesse sind das Ziel für die spätere Fertigung der Sensorsysteme.



RoMulus soll mittelständischen Unternehmen die Entwicklung intelligenter Sensorsysteme erleichtern.



In der Industrie 4.0 werden Maschinen und Werkstücke zunehmend mit intelligenten Sensorsystemen ausgestattet. So kann jedes Produkt seinen Bauplan, Fertigungszustand und die Produktions- und Maschinenparameter melden. Auf Basis dieser Daten organisiert und überwacht sich die Produktion selbst.

Innovationen und Perspektiven

Bei Projekterfolg können insbesondere KMU der Sensorik-Branche integrierte Multisensorsysteme für Industrie-4.0-Anwendungen schneller, sicherer und wirtschaftlicher als bisher entwickeln und vermarkten. Auch Halbleiterhersteller und Dienstleister entlang der Wertschöpfungskette können über die neuen Methoden und Prozesse ihre Marktposition verbessern.

Projektpartner

- **IMMS gGmbH, Ilmenau**
- **Robert Bosch GmbH, Reutlingen**
- **X-FAB Semiconductor Foundries AG, Erfurt**
- **Technische Universität München, München**
- **Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen (IIS), Dresden**
- **Carl Zeiss SMT GmbH, Oberkochen**
- **microsensys GmbH, Erfurt**
- **TETRA GmbH, Ilmenau**
- **Universität Bremen, Bremen**
- **Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg**
- **Hochschule Reutlingen, Reutlingen**

Projekt	Robuste Multisensorik zur Zustandsüberwachung in Industrie-4.0-Anwendungen (RoMulus)
Koordination	Hochschule Reutlingen Herr Prof. Dr. Eckhard Hennig Alteburgstraße 150 72762 Reutlingen Tel.: 07121 271-0 E-Mail: eckhard.hennig@reutlingen-university.de
Projektvolumen	6,65 Mio. Euro (davon 68 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.10.2015 bis 30.09.2018
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester E-Mail: Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporät

Sensor- und Elektroniksystem zur markierungsfreien Einzelteilverfolgung in der Produktion

Motivation

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet sich heute die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. Elektronik und Sensorik, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen in Deutschland zählen, spielen dabei eine Schlüsselrolle. Durch die Einbettung in Produktionsanlagen und Produkte werden die Potenziale der Mikroelektronik und der Digitalisierung für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 nutzbar gemacht und die Innovationsdynamik der deutschen Industrie gestärkt.

Ziele und Vorgehen

Für die automatisierte Qualitätssicherung ist es notwendig, jedes Bauteil in der Produktion identifizieren zu können. Bei sehr kleinen Bauteilen, aus hygienischen oder Reinheitsgründen lässt sich eine herkömmliche Markierung jedoch nicht einsetzen. Ziel des Vorhabens ist daher ein Identifikationsverfahren, das Bauteile an ihrer mikroskopischen Oberflächenstruktur erkennt. Diese ist für jedes Bauteil einmalig – ähnlich dem menschlichen Fingerabdruck. Kern der Innovation ist ein Sensorsystem mit einem anwendungsspezifisch programmierten Chip. Dieser soll aus der Oberflächenstruktur in Echtzeit eine Signatur errechnen, die zur Identifikation geeignet ist. Das Verfahren soll in verschiedenen Produktionsumgebungen erprobt werden, darunter in der Gussfertigung von Metall- und Kunststoffteilen.



Das T4Q-System soll Bauteile über den gesamten Produktionsprozess hinweg ohne zusätzliche Markierung identifizieren können.



Nahezu alle Bauteile lassen sich anhand von Oberflächenstrukturen eindeutig identifizieren – auch ohne zusätzliche Markierung. Eine Kamera (rechts im Bild) erkennt Mikrostrukturen der Schraubenoberfläche. Eine Software generiert daraus die eindeutige Bauteil-ID.

Innovationen und Perspektiven

Die markierungsfreie Einzelteilverfolgung ist ein wichtiger Baustein für Industrie 4.0. Im Erfolgsfall kann das T4Q-System dies von der Produktion bis zum Recycling gewährleisten. Hierdurch ergeben sich nicht nur bei den Herstellern, sondern auch bei den Anwendern des T4Q-Systems vielseitige Verwertungschancen: zum Beispiel in hochreinen und Präzisions-Fertigungsverfahren in der Mikrotechnik, Optik oder Medizintechnik.

Projektpartner

- **Fraunhofer IPM, Freiburg**
- **Otto Klumpp GmbH, Balingen**
- **Seuffer GmbH & Co KG, Calw**
- **Georg Fischer Automobilguss GmbH, Singen**
- **Hahn-Schickard, Institut für Mikroaufbautechnik, Stuttgart**
- **Sensopart Industriesensorik, Gottenheim (assoziiert)**

Projekt	Sensor- und Elektroniksystem zur markierungsfreien Einzelteilverfolgung in der Produktion (Track-4-Quality, T4Q)
Koordination	Fraunhofer-Institut für physikalische Messtechnik Herr Dr. Daniel Carl Heidenhofstraße 8 79110 Freiburg Tel.: 0761 8857549 E-Mail: daniel.carl@ipm.fraunhofer.de
Projektvolumen	1,7 Mio. Euro (davon 71 % Förderanteil durch BMBF)
Projektlaufzeit	01.12.2015 bis 31.05.2018
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester E-Mail: Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporät

Hochauflösende Magnetfeld-Positionssensoren zur präzisen Steuerung von Produktionsanlagen

Motivation

Messsysteme für Industrieanwendungen der Zukunft müssen vielfältigen Anforderungen gerecht werden, wie z. B. der Steigerung der Prozessgeschwindigkeit und -präzision oder einer drahtlosen Datenübertragung. Diese Merkmale sichern nicht nur die individuelle Anwendung der Systeme, sondern ermöglichen außerdem die Vernetzung von Anlagen in einer Industrie-4.0-Umgebung.

Ziele und Vorgehen

In dem Projekt soll ein magnetoresistives (MR)-Sensorsystem zur präzisen Steuerung von Anlagen innerhalb einer intelligenten Produktion entwickelt werden. Um eine höhere Genauigkeit als derzeit möglich zu erreichen, sollen hochauflösende Tunnel-MR-Sensoren und neuartige hartmagnetische Maßverkörperungen erforscht und kombiniert werden. Durch Miniaturisierung des Messsystems wird zudem die Integration in kompakte Werkzeuge und Anlagenkomponenten ermöglicht. Weitere Forschungsziele sind die Energiegewinnung aus der Umgebung für einen autarken Betrieb und die drahtlose Kommunikation von Messdaten. Das im Projekt entwickelte Messsystem soll in ausgewählten Industrieanwendungen (Linearführungssystem, mikroskopisch und Ausbohrwerkzeug) getestet werden.

Innovationen und Perspektiven

Das neue Messsystem eignet sich für alle Anwendungen, bei denen der Platzbedarf kritisch ist, und erlaubt darüber hinaus eine höhere Positioniergenauigkeit.



Durch hochauflösende Positionssensoren lassen sich Produktionsanlagen präziser und effizienter steuern.

Dies ist in vielen Industrieanwendungen von entscheidender Bedeutung für Effizienzsteigerungen. Der energieautarke, kabellose Betrieb verringert den Installations- und Wartungsaufwand erheblich und erhöht zudem die Designfreiheit in der Geräte- und Anlagenentwicklung.

Projektpartner

- **Sensitec GmbH, Lahnau**
- **Schneeberger GmbH, Höfen**
- **Sandvik Tooling Deutschland GmbH, Schmal kalden**
- **Märzhäuser Wetzlar GmbH & Co. KG, Wetzlar**
- **Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel**
- **FH Kaiserslautern, Zweibrücken**
- **Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Berlin**
- **Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT, Itzehoe**

Projekt	Hochauflösende Magnetfeld-Positionssensoren zur präzisen Steuerung von Produktionsanlagen (AQUILA)
Koordination	Sensitec GmbH Herr Dr. Johannes Paul Georg-Ohm-Straße 11 35633 Lahnau Tel.: 06131 90621-21 E-Mail: johannes.paul@sensitec.com
Projektvolumen	3,75 Mio. Euro (davon 77 % Förderanteil durch BMBF)
Projektlaufzeit	01.01.2015 bis 31.12.2017
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporät

Ein Baukasten für den Einsatz intelligenter Funksensorsysteme in Produktionsumgebungen

Motivation

Elektronik und Sensorik spielen in der Automatisierung der produzierenden Industrie bereits heute eine Schlüsselrolle. Sie zählen zu den besonderen Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen in Deutschland. Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet nun die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Resourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. Ein wichtiger Schlüssel für eine solche flexible Produktion sind Funksensorsysteme, die Anlagen und Werkstücke überwachen und drahtlos vernetzen und in einer an die Anwendung angepassten Form günstig verfügbar sind.

Ziele und Vorgehen

Ziel von FreiForm ist ein modularer Hardware- und Softwarebaukasten für formangepasste, miniaturisierte und energieautarke Sensorsysteme, die in Produktionsanlagen und Werkstücken eingesetzt werden können. Neben einem Auswahlsystem mit Komponenten für Sensorik, Datenverarbeitung und Kommunikation werden die Projektpartner hierzu zuverlässige Aufbau- und Verbindungstechnologien sowie Verfahren und Werkzeuge zum beschleunigten Entwurf von 3D-Elektronikmodulen untersuchen. Zur Validierung der Ergebnisse sollen an eine konkrete Anwendung angepasste Sensorsysteme entworfen, aufgebaut und in einem werkstückgesteuerten Fertigungsprozess für Maschinenelemente wie z. B. Lager, Achsen oder Wellen eingesetzt werden.



© Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Über Sensorik generierte und mit Anwendungs-Knowhow ausgewertete Daten ermöglichen eine präzisere Steuerung des Produktionsprozesses und eine optimierte, vorausschauende Wartung. Die zukünftige Integration intelligenter Funksensorsysteme wird Werkstücke und Werkzeuge miteinander vernetzen und zu mehr Flexibilität im Produktionsprozess führen.

Innovationen und Perspektiven

Die neu entwickelte Technologieplattform ermöglicht es, leicht integrierbare intelligente Funksensorsysteme für die Produktion in beliebiger Form kostengünstig herzustellen. Solche Systeme bilden die Basis einer intelligenten Prozessüberwachung im Sinne der Industrie 4.0.

Projektpartner

- **Schaeffler Technologies AG & Co. KG, Herzogenaurach**
- **microTEC GmbH, Duisburg**
- **Lust Hybrid-Technik GmbH, Hermsdorf**
- **Nanotron Technologies GmbH, Berlin**
- **GED GmbH, Ruppichteroth-Winterscheid**
- **AMIC, Berlin**
- **Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Berlin**
- **Technische Universität Berlin, Berlin**

Projekt	Ein Baukasten für den Einsatz intelligenter Funksensorsysteme in Produktionsumgebungen (FreiForm)
Koordination	Schaeffler Technologies AG & Co. KG Herr René Grünke Industriestraße 1–3 91074 Herzogenaurach Tel.: 09132 82-6210 E-Mail: rene.gruenke@schaeffler.com
Projektvolumen	4,46 Mio. Euro (davon 67 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.05.2015 bis 30.04.2018
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporät

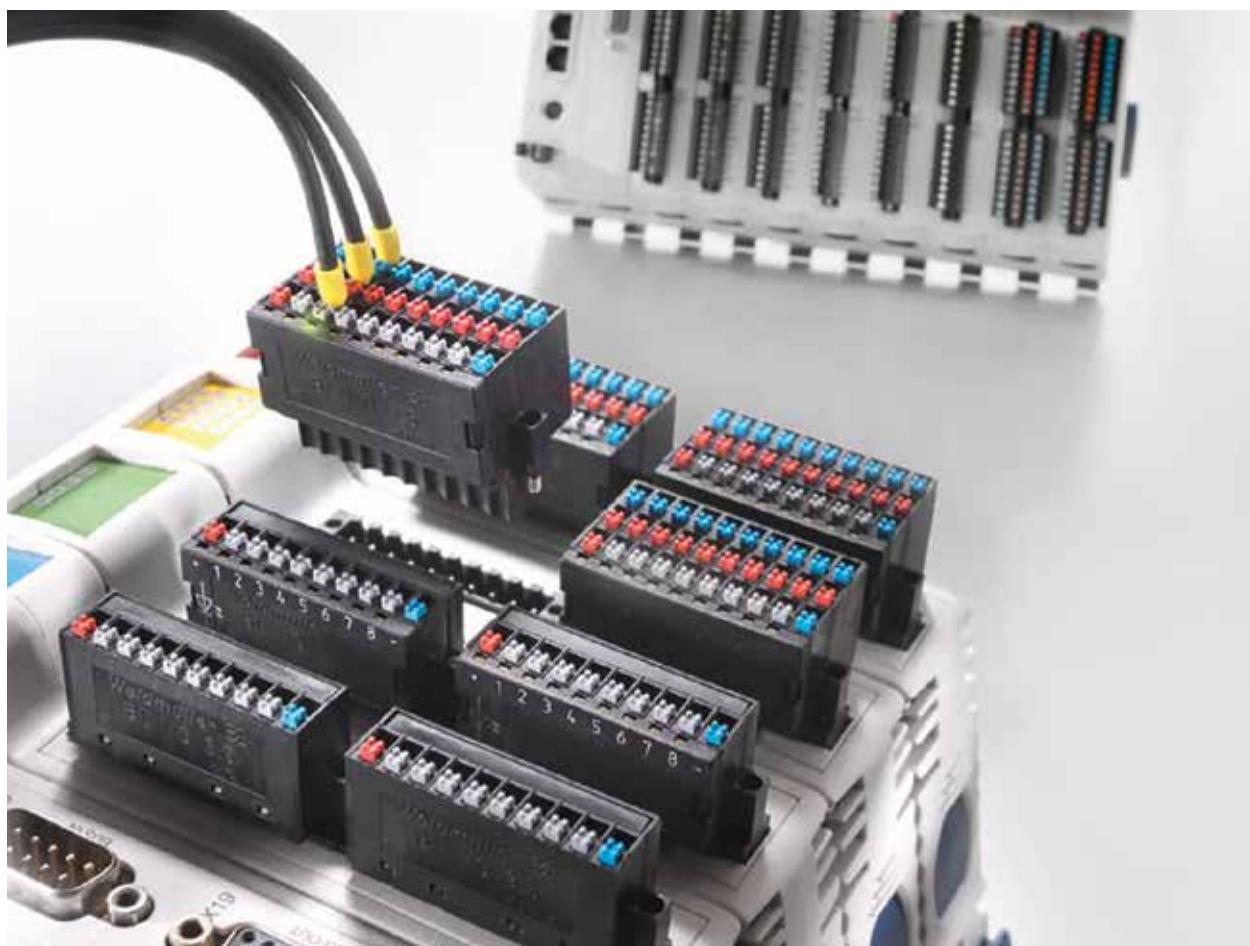
Intelligente elektrische Steckverbinder und Anschlusstechnologien mit elektronischer Signalaufbereitung

Motivation

Steckverbinder und elektrische Anschlusstechnologien spielen eine zentrale Rolle in der Vernetzung der Produktion von morgen. Sie sind die Hauptschnittstelle zwischen Maschinen, Steuerungen und Datenverarbeitungsanlagen und bilden somit die Grundlage für Funktionalität, einfache Handhabung und Zuverlässigkeit der Automatisierungstechnik. Die Integration innovativer Funktionen in die Verbindungstechnik ermöglicht wesentliche Effizienzsteigerungen bei der Installation und Inbetriebnahme und beim zuverlässigen Betrieb von Maschinen und Anlagen. Darüber hinaus wird eine optimale Verfügbarkeit und Stabilität der Produktionsprozesse gewährleistet.

Ziele und Vorgehen

Im Projekt ISA soll die Produktionsvernetzung für wesentliche Bereiche der Automatisierungstechnik entscheidend verbessert werden. Dazu werden neue Verbindungstechnologien und Integrationstechniken erforscht, um intelligente Steckverbinder für Sensoren und Aktuatoren umzusetzen. Damit wird ein weiterer Grundstein zur Verwirklichung der Industrie 4.0 und zur Schaffung cyber-physicaler Systeme gelegt. Die Entwicklungsergebnisse werden auch als Standardisierungs- und Normungsvorschläge in die entsprechenden nationalen wie internationalen Gremien eingebracht.



Beispiel für einen Gerätesteckverbinder mit integrierten Elektronik-Funktionen.



Die transparente Fabrik Detmold als Beispiel für eine energieeffiziente Fabrikhalle auf Basis von Industrie-4.0-Technologien.

Innovationen und Perspektiven

Intelligente Steckverbinder, die durch die Entwicklung neuer kontaktloser Übertragungstechnologien und die Integration von Elektronik realisiert werden können, sind ein wichtiger Baustein für die intelligente Fabrik der Zukunft, in der Geräte und Maschinen über das Internet kommunizieren – so wird die nahtlose Verknüpfung der virtuellen und physikalischen Welt ermöglicht.

Projektpartner

- Weidmüller Interface GmbH & Co. KG, Detmold
- ERNI Production GmbH & Co. KG, Adelberg
- Finke Elektronik GmbH, Waldkirch
- Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Berlin
- Siemens AG, Berlin

Projekt	Intelligente elektrische Steckverbinder und Anschlusstechnologien mit elektronischer Signalaufbereitung (ISA)
Koordination	Weidmüller Interface GmbH & Co. KG Herr Dr. Jan Stefan Michels Klingenbergsstraße 16 32758 Detmold Tel.: 05231 14-0 E-Mail: JanStefan.Michels@weidmueller.de
Projektvolumen	4,2 Mio. Euro (davon 58 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.01.2015 bis 31.12.2017
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporträt

Nahfeldlokalisierung von Systemen in Produktionslinien

Motivation

Für zukünftige Produktionssysteme nach den Anforderungen von Industrie 4.0 wird die lokale intelligente Kommunikations- und Lokalisierungstechnik immer wichtiger. Existierende Lösungen können aufgrund ihrer Größe nicht unmittelbar in Werkzeuge oder Fertigungssysteme integriert werden. Mit der Entwicklung eines entsprechend miniaturisierten Systems soll eine neuartige Kommunikations- und Lokalisierungslösung geschaffen werden.

Ziele und Vorgehen

Ausgehend von modularisierbaren und hochleistungsfähigen elektronischen Lokalisierungssystemen sollen durch modernste Aufbau- und Verbindungstechniken (AVT), wie der 3D-Integration, neue Realisierungs- und Anwendungsvarianten eröffnet werden. Unter Einsatz neuer, anwendungsspezifischer integrierter Schaltungen (ASICs) wird eine universelle Sensorplattform entwickelt, die durch minimale Anpassungen in unterschiedlichen Industrieanwendungen eingesetzt werden kann. Die Forschungsergebnisse sollen abschließend in Form von Demonstratoren im Industrieeinsatz überprüft werden.

Innovationen und Perspektiven

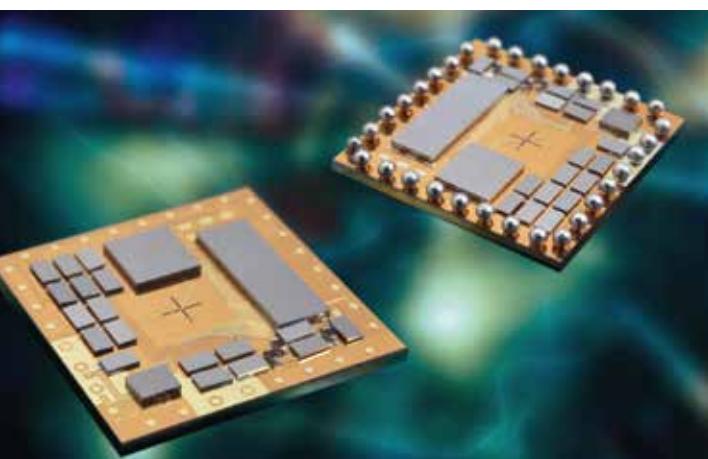
Die Zusammenarbeit von Lokalisierungseinheiten unterschiedlicher Intelligenz unter Nutzung einer gemeinsamen Infrastruktur ermöglicht den Übergang von bestehenden Insellsolutions zu einheitlichen Lösungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Neue wissenschaftliche Ergebnisse werden auf dem Gebiet der sich autonom konfigurierenden Systeme, im Bereich der flexiblen Funkprotokolle und der verteilten Positionsrechnung erwartet, wodurch die deutsche

Produktions- und Automatisierungstechnik einen Innovationsvorsprung erlangt.

Projektpartner

- SYMEO GmbH, München
- IMST GmbH, Kamp-Lintfort
- DEPRAG SCHULZ GMBH u. CO., Amberg
- GloMic GmbH, Berlin
- Eesy-IC, Nürnberg
- Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Berlin
- Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen
- Technische Universität Berlin, Berlin
- Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik, Berlin

Projekt	Nahfeldlokalisierung von Systemen in Produktionslinien (NaLoSysPro)
Koordination	SYMEO GmbH Herr Dr. Peter Gulden Professor-Messerschmitt-Straße 3 85579 München Tel.: 089 6607796-300 E-Mail: peter.gulden@symeo.com
Projektvolumen	5,4 Mio. Euro (davon 79 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.02.2015 bis 31.01.2018
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester Sebastian.Jester@bmbf.bund.de



Zukünftige vernetzte intelligente Produktionssysteme basieren auf komplexen hochintegrierten Elektroniksystemen mit drahtloser Datenkommunikation.

Projektporät

Sichere und interaktive Steuerung von Produktionsanlagen durch vernetzte Umfeldsensoren

Motivation

Industrie 4.0 soll Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Dabei spielt das dynamische Reagieren von Produktionseinrichtungen auf wechselnde Anforderungen und Umgebungseinflüsse eine zentrale Rolle. Für die Umsetzung sind tief greifende Interaktionen zwischen Werkstücken, Maschinen, Robotern und Menschen in automatisierten Fertigungsprozessen unumgänglich.

Ziele und Vorgehen

Das Projekt zielt auf die Absicherung und Positionierung beweglicher Anlagenteile wie beispielsweise Roboter. Mittels einer virtuellen Schutzhülle um den Roboter zur Kollisionsvermeidung und einer hochauflösten, dreidimensionalen Bauteilerfassung soll dieser adaptiv auf sich ändernde Umgebungsbedingungen oder Produktionsaufgaben reagieren. Somit wird eine Echtzeitinteraktion zwischen Mensch und Maschine bzw. zwischen Maschinen ermöglicht. Der Roboter soll während seiner Bewegung Ziele erkennen und anfahren, wobei er auf Hindernisse reagiert und ihnen ausweicht. Zum Erreichen dieser Ziele werden neuartige Sensoren hochintegriert aufgebaut. Durch die Verschaltung mehrerer Sensoren zu einem cyber-physischen Gesamtsystem kann die Umgebung dreidimensional und hochauflösend erfasst werden.

Innovationen und Perspektiven

Das im Projekt angestrebte situationsabhängige Reagieren von Robotern auf ihre Umgebung ebnet den Weg zu einer flexiblen und sicheren Produktion mit Interaktionen zwischen Menschen und Maschinen.

Projektpartner

- InnoSenT GmbH, Donnersdorf
- Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen
- Siemens CT, München
- Schnaithmann Maschinenbau GmbH, Remshalden

Projekt	Sichere und interaktive Steuerung von Produktionsanlagen durch vernetzte Umfeldsensoren (NetGuard6P)
Koordination	InnoSenT GmbH Herr Thilo Lenhard Am Roedertor 30 97499 Donnersdorf Tel.: 09528 951851 E-Mail: thilo.lenhard@innosent.de
Projektvolumen	3,8 Mio. Euro (davon 68 % Förderanteil durch BMBF)
Projektlaufzeit	01.01.2015 bis 31.12.2017
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester Sebastian.Jester@bmbf.bund.de

Projektporät

Der multisensorische Werkzeughalter

Motivation

Werkzeugmaschinen wie die im Verbundprojekt Sense4Tool untersuchten Fräsmaschinen bilden das Rückgrat der industriellen Produktion. Ihre Leistungsfähigkeit beruht im Wesentlichen auf hoch entwickelten elektromechanischen Baugruppen wie Motoren, Getrieben, Werkzeughaltern und Werkzeugen, mit deren Hilfe Rohteile bearbeitet werden. Eine integrierte Online-Prozessüberwachung – notwendige Voraussetzung für eine durchgehend autonome Produktion nach dem Industrie-4.0-Prinzip – weisen heutige Werkzeugmaschinen nicht auf. Die Ausstattung von Werkzeughaltern mit intelligenten Sensorsystemen kann den Weg für autonome Produktionsprozesse ebnen.

Ziele und Vorgehen

Das Projekt Sense4Tool zielt darauf ab, ein Multisensor- system (Kraft, Drehmoment, Körperschall und Temperatur) in Kombination mit Komponenten zur Datenerfassung, Datenverarbeitung und Datenübertragung in einen Werkzeughalter zu integrieren. Die Einbettung eines solchen miniaturisierten Systems in unmittelbarer Nähe des Fertigungsprozesses soll durch modernste 3D-integrierte Elektroniksysteme realisiert werden. Auf diese Weise ermöglicht das System eine echtzeitfähige Prozess- und Maschinenüberwachung im Sinne einer intelligenten Produktion.



Eine spanende Werkzeugmaschine mit Werkzeug und Werkzeughalter im typischen Arbeitseinsatz.



Transparente Vernetzung der multisensorischen Messdaten.

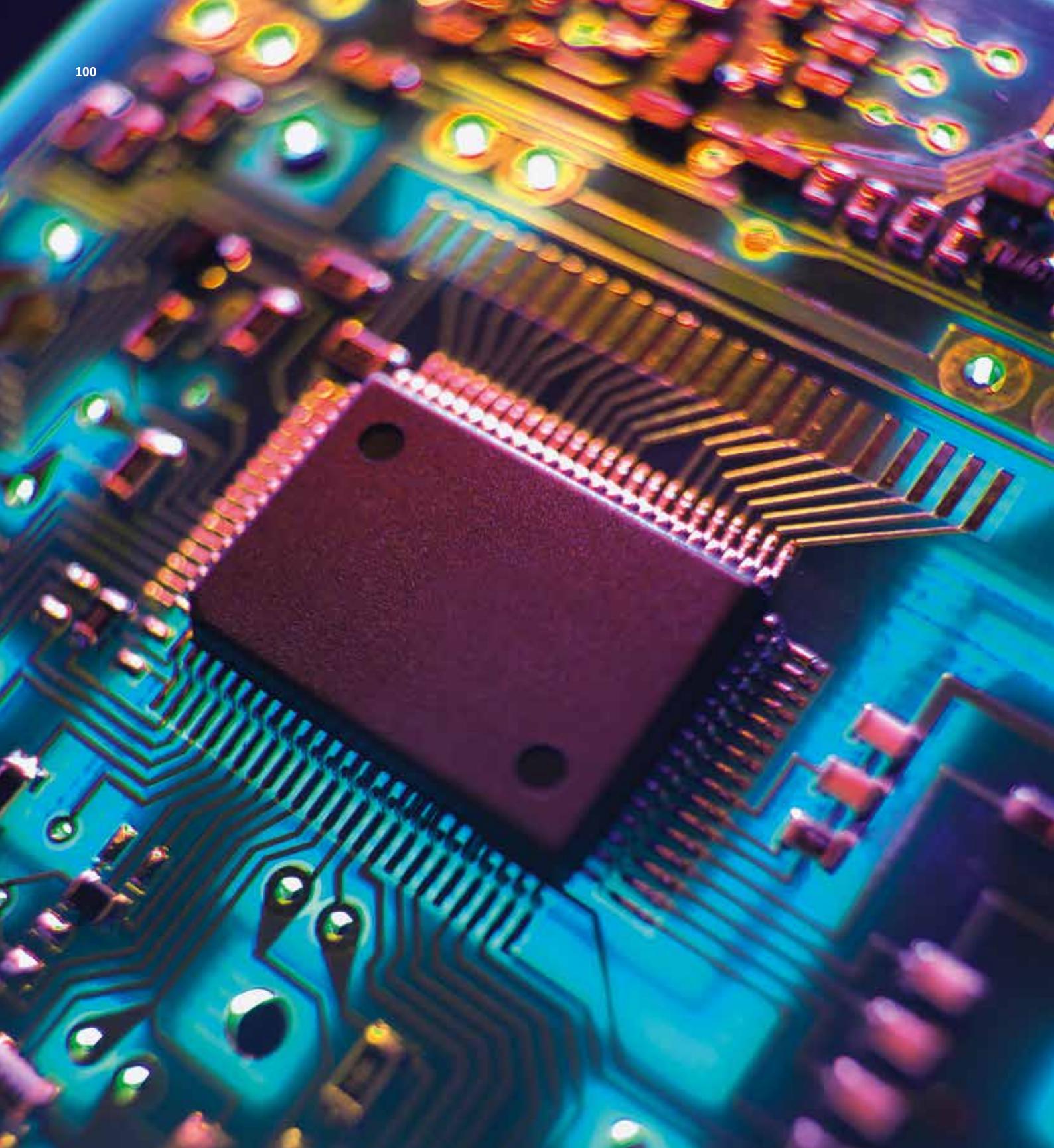
Innovationen und Perspektiven

Ein im Werkzeughalter integriertes elektronisches Multisensorsystem wird eine eigenständige Verarbeitung und Interpretation von Messdaten vornehmen können, um die Werkzeugmaschine in Echtzeit mit wichtigen Prozessinformationen, z. B. zu Werkzeugverschleiß oder Materialfehlern im Bauteil, zu versorgen. Dadurch wird der Grundstein für eine intelligente Prozessüberwachung und -regelung in der Produktion gelegt.

Projektpartner

- **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT, Aachen**
- **Montronix GmbH, Oberstenfeld**
- **Häcker Automation, Schwarzhäusen**
- **EDC Chemnitz GmbH, Chemnitz**
- **MAPAL Dr. Kress KG, Aalen**
- **Chiron-Werke GmbH & Co. KG, Tuttlingen (assoziiert)**

Projekt	Der multisensorische Werkzeughalter (Sense4Tool)
Koordination	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT Herr Matthias Brozio Steinbachstraße 17 52074 Aachen Tel.: 0241 8904335 E-Mail: matthias.brozio@ipt.fraunhofer.de
Projektvolumen	1,68 Mio. Euro (davon 69 % Förderanteil durch BMBF)
Projektraufzeit	01.03.2015 bis 28.02.2018
Programm	IKT 2020 – Forschung für Innovationen
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Ansprechpartner	Herr Dr. Sebastian Jester Sebastian.Jester@bmbf.bund.de



KMU-innovativ: Industrie für den Mittelstand

KMU-innovativ – Schritte zur Industrie 4.0 für den Mittelstand

Gute Ideen, aus denen in Deutschland neue Produkte und Dienstleistungen entwickelt werden, sind weltweit gefragt. Die Stärke des deutschen Innovationsmodells beruht auf der Vielfalt kleiner, mittlerer und großer Unternehmen.

Mittelständische Unternehmen zeichnen sich nicht nur durch einen hohen Anteil an Beschäftigtenzahl und Umsatz am Wirtschaftsstandort Deutschland aus, sondern auch durch ein eigenes Selbstverständnis. Zu ihren traditionellen Stärken gehören Flexibilität, Kunden- und Marktnähe. Das Erfolgsgeheimnis liegt in der Kooperation in Zulieferer- und Wertschöpfungsnetzwerken, der Langfristigkeit in den Firmenstrategien und der wandlungsfähigen Aufstellung im internationalen Wirtschaftsgeschehen. Dies wird nicht zuletzt auch durch die Firmenkultur eigentümergeführter Unternehmen und die Leistungen der Facharbeiter ermöglicht.

Bislang fehlen in vielen Bereichen speziell auf KMU zugeschnittene Ansätze zur intelligenten Vernetzung von Produkten, Maschinen und Anlagen sowie für den Einsatz cyber-physischer Systeme. Dabei dürfen jedoch die geforderte Wirtschaftlichkeit wie auch die Vorteile ihrer etablierten Arbeitsstrukturen nicht aufgegeben werden. Zudem muss dem steigenden Qualifikationsbedarf und der erweiterten Verantwortung der Beschäftigten im Rahmen der neuen Aufgaben begegnet werden.

Nun gilt es, die zunehmende Komplexität innerhalb der Produktion sowie die erhöhte Wandlungsfähigkeit von Produktionsanlagen und Prozessen im Zuge von Industrie 4.0 zu beherrschen. Die Einführung der Industrie 4.0 in KMU wird sich dabei sowohl mit konkreten technologischen Fragestellungen befassen als auch mit den organisatorischen Konsequenzen aus dem Einsatz der neuen Technologien. Hier gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern besondere Aufmerksamkeit, aber auch dem für Mittelständler so entscheidenden Werterhalt bereits installierter Produktionssysteme.

Zur Erarbeitung praktikabler Lösungen wird mit der Hightech-Strategie der Bundesregierung im Rahmen der Förderinitiative KMU-innovativ in den Themenbereichen „Produktionsforschung“, „Informations-

und Kommunikationstechnologien“ und „Elektroniksysteme, Elektromobilität“ eine enge Vernetzung zwischen Forschungseinrichtungen und produzierenden KMU gestärkt und alle notwendigen Akteure zusammengebracht, um den Weg in die Anwendung zu verbessern.

In den vier Produktionsforschungsprojekten ELBA4KMU, JobNet, MiMiK4.0 und SEMAfusion werden je nach Forschungsbedarf in den Firmen Einzelschritte hin zum Einsatz von cyber-physischen Systemen erforscht und prototypisch erprobt. Es werden sowohl die besonderen F&E-Anforderungen der Anwender der Industrie 4.0 untersucht als auch die erforderlichen Anpassungsentwicklungen bei mittelständischen Technologieausrüstern und IT-Anbietern. Die Machbarkeit mit vorhandenen Unternehmensressourcen wird berücksichtigt.

Mit Softwareunterstützung komplexe Produktionsprozesse zu planen und zu optimieren ist das Ziel der IT-Forschungsprojekte MontAss, FlexAEM und Production-Intelligence. Bei Production-Intelligence steht die datengetriebene Analyse von Produktionsfehlern und deren Ursachen mittels BigData-Technologien im Mittelpunkt, um Produktqualität und Prozessstabilität zu steigern.

Usability ist das Thema des Vorhabens PEBeMA. In WarehouseSpotter geht es um die Logistik bei Lagerung und Transport von Waren. Um Waren und Warentransportmittel wie Gabelstapler durchgängig zu orten, werden standardisierte passive UHF-RFID-Tags, Transponder ohne eigene Energieversorgung, mit Systemen zur Echtzeitlokalisierung gekoppelt.

Elektronik- und Sensorikanwendungen in der Industrie 4.0, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) in Deutschland zählen, spielen eine Schlüsselrolle in den drei Projekten CMS-VI, MSSpinCrash und ready4I. Die Integration dieser Komponenten in Produktionsanlagen und Produkte ermöglicht eine dynamische und dezentrale Überwachung und Steuerung von Fertigungsabläufen. Über eine intelligente Steuerung und Vernetzung werden Flexibilität, Energie- und Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe gehoben.

Weitere Informationen unter: www.kmu-innovativ.de

Projektporät

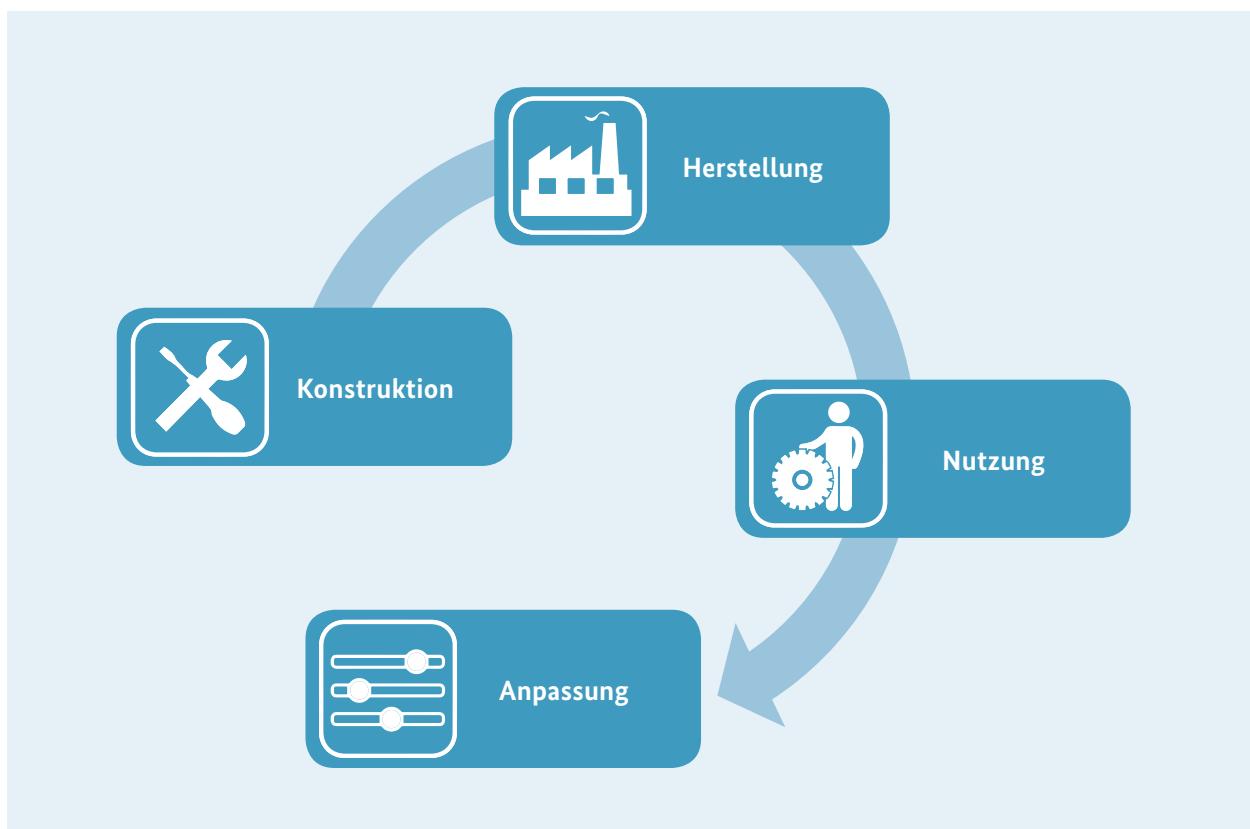
Wandlungsfähigkeit auch für KMU

Die zunehmende Komplexität innerhalb der Produktion sowie eine erhöhte Wandlungsfähigkeit von Produktionsanlagen und Prozessen sind Aspekte, die es im Zuge von Industrie 4.0 zu beherrschen gilt. Die erforderliche Informationstechnologie sowie der Umgang mit Daten und Informationen stellen produzierende KMU in diesem Zusammenhang vor große Herausforderungen. Zwar werden ihnen dadurch Chancen eröffnet, beispielsweise die Wandlungsfähigkeit ihrer Produktion zu erhöhen, es fehlen jedoch speziell auf produzierende KMU zugeschnittene Ansätze. Dies gilt insbesondere für den an fast allen Industriebranchen beteiligten mittelstandsdominierten Werkzeug- und Formenbau, der am Markt sowohl als Produzent als auch als Anwender von zunehmend flexibler Produktionsausrüstung agiert. Zwar existieren bei allen produzierenden KMU in der Produktion generell

Simulations- und Planungssysteme, z. B. zum Materialhaushalt, jedoch können diese Systeme aufgrund fehlender Prozess- und Informationsintegration nicht optimal eingesetzt werden. Dies führt dazu, dass trotz vorhandener technischer Ausrüstung Wandlungspotenziale nicht ausgenutzt werden und bei der Produktionsplanung weiterhin nur auf die Mindestvoraussetzungen, wie z. B. die Termintreue, fokussiert wird.

Aufgaben und Ziele

Ziel des KMU-innovativ-Projekts ELBA4KMU ist es, auf Basis geeigneter softwarebasierter Informationsgrundlagen und Methoden ein lebenszyklusoptimiertes Betreiben kostenintensiver modularer Werkzeuge zu unterstützen. Dabei sollen auch Kooperationen von Werkzeug- und Formenbauern mit der kundenseitigen Produktentwicklung in den nachfolgenden



Vernetzung der Wertschöpfungsstufen im Werkzeug- und Formenbau.

Phasen Produktion, Wartung und Service unterstützt werden. Damit wird eine frühzeitige flexibilitäts-, produktivitäts- und qualitätsoptimale Auslegung (Entwicklung, Instandhaltung, Anpassung) der Werkzeuge für neue oder sich ändernde Aufträge unterstützt.

Technologie und Methodik

Hierfür wird ein digitales Fabrikdatenmodell aufgebaut, welches als Grundlage für den Datenaustausch sowie für die Analyse- und Planungsmethoden dient. Auf Basis eines einheitlichen Referenzmodells wird eine standardisierte Lösung für Unternehmen im Werkzeug- und Formenbau erarbeitet. Durch softwaregestützte analytische Methoden werden die zur Verfügung stehenden technischen und prozessbezogenen Daten zur Bewertung und Anpassung der modularen Werkzeuge verwendet und in die Produktionsplanung und Steuerung eingebracht. Im Projekt wird damit ein integriertes, unternehmensübergreifendes (Produzent und Anwender) Softwarewerkzeug prototypisch entwickelt und validiert. Die Lösung soll auch zur Erbringung produktnaher Dienstleistungen erprobt werden.

Anwendungen und Ergebnisse

Die entstehenden Ergebnisse werden die Wandlungsfähigkeit produzierender KMU deutlich verbessern sowie die lebenszyklusoptimierte Nutzung modularer Werkzeuge ermöglichen. Beides wird die Produktivität der Unternehmen deutlich verbessern. Die Ergebnisse können branchenübergreifend eingesetzt werden, beispielsweise auch im Sondermaschinenbau und bei Komponentenherstellern.

Projektpartner und -aufgaben

- 3RS-Software GmbH & Co. KG, Malsch**
Systemhaus: Methodenentwicklung, prototypische Realisierung
- Gloss Matrix GmbH, Wurmburg**
Werkzeugbau und Spritzgusstechniker: Anforderungen, Gesamtkonzept
- Klaus Baier Werkzeugbau und Stanztechnik GmbH & Co. KG, Pfronten**
Werkzeugbau Stanz- und Umformtechniker: Prototypische Realisierung und Validierung

Projekt	Effiziente lebenszyklusoptimierte Bereitstellung wandlungsfähiger Betriebsmittel durch PLM-integrierte Asset Management Systeme für KMU (ELBA4KMU)
Koordination	3RS-Software GmbH & Co. KG Herr Josef Gramespacher Daimlerstraße 27 76316 Malsch Tel.: 07246 9455-55 E-Mail: jgr@3rs.de
Projektvolumen	1.067 Tsd. Euro (davon 640 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.11.2014 bis 31.12.2016
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/ELBA4KMU
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dipl.-Ing. Andreas Gäßler Tel.: 0721 608-24240 E-Mail: andreas.gaessler@kit.edu

Projektporät

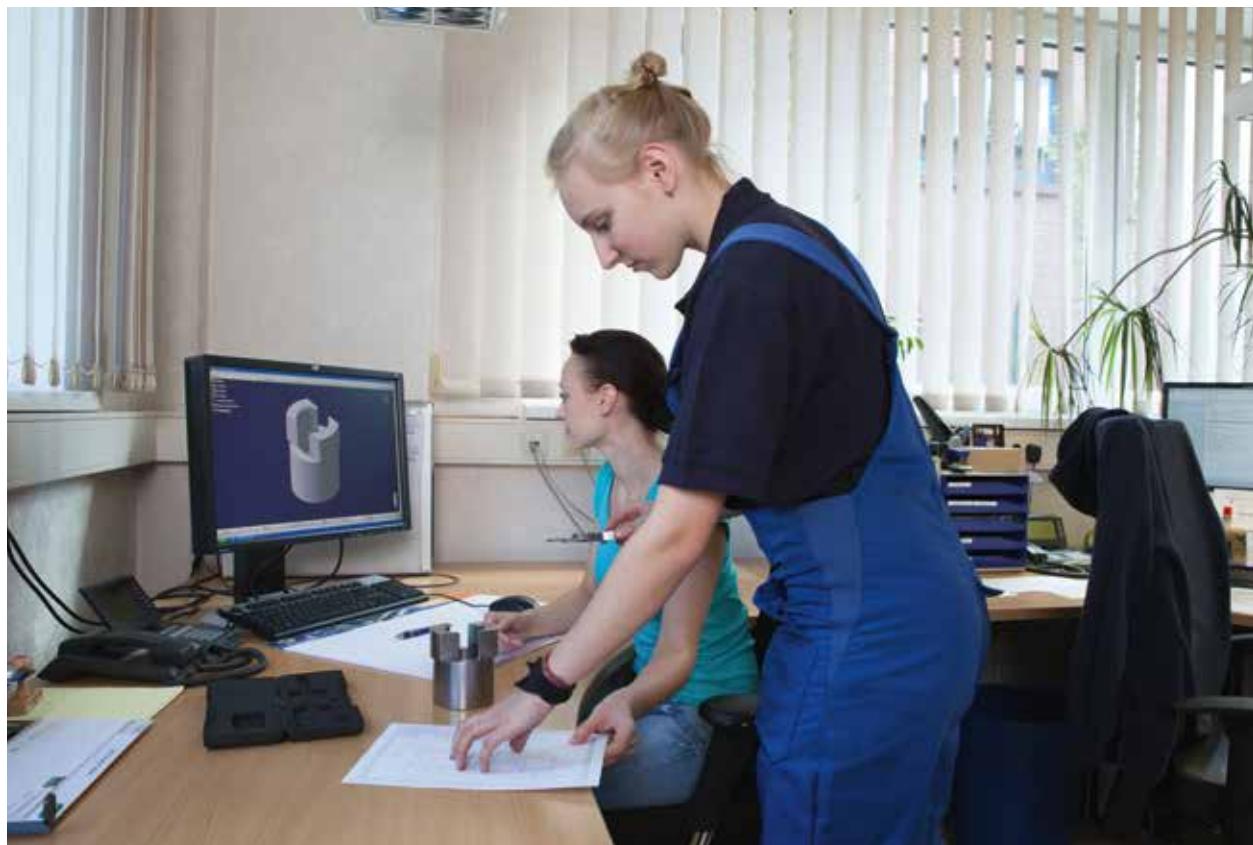
Erfolgreich produzieren in dynamischen Auftragsnetzen

Insbesondere in der Luftfahrtbranche sind kleine und mittlere Unternehmen mit hohen Anforderungen an ihre Produktionsplanung und -steuerung (PPS) konfrontiert. Dies liegt vornehmlich daran, dass sowohl bei den Flugzeugherstellern als auch bei den Zulieferern viele Aufträge an andere Unternehmen weitervergeben werden. Dies sind häufig sogenannte Lohnfertiger, die selbst für kleinere Aufträge Angebote abgeben müssen und dadurch eine noch höhere Flexibilität benötigen, um die Bedarfsschwankungen der Kunden auszugleichen. Daher muss die PPS flexibel auf neue Auftragslagen reagieren können. Jedoch sind in kleinen und mittelgroßen Unternehmen heutzutage vorwiegend zentral orientierte PPS-Systeme im Einsatz. Die Feinplanung erfolgt durch Prioritätsregeln und einfache Berechnungsmethoden. Danach erfolgen Eingriffe in die Arbeitsabläufe nur noch manuell

durch Produktionsplaner, die zentral am Leitstand auf Basis der Betriebs- und Maschinendatenerfassung ggf. abweichende Steuerungsentscheidungen treffen. Eine flexible Reaktion auf Auftragsschwankungen ist somit systemseitig nur sehr begrenzt möglich.

Aufgaben und Ziele

Ziel des KMU-innovativ-Projekts JobNet40 ist die Entwicklung und Erprobung eines Entscheidungstools für die situationsgerechte Auswahl von Planungs- und Steuerungsverfahren für kleine und mittlere Lohnfertiger. Die Grundidee besteht in der kontinuierlichen Anpassung der zugrunde gelegten Entscheidungsregeln zur Produktionsplanung, abhängig von der jeweiligen Auftragssituation. Dadurch können zukünftig neue Potenziale in der PPS, z. B. kürzere Durchlaufzeiten oder eine höhere Liefertermintreue, erschlossen werden.



Entscheidungstool für eine optimierte Produktionsplanung und -steuerung.

Technologie und Methodik

Zur Erreichung der Zielstellung werden auf Basis der vorliegenden Auftragsszenarios verschiedene PPS-Verfahren anhand eines Anforderungskatalogs qualitativ bewertet, um potenziell geeignete Verfahren auszuwählen. Diese werden dann simulativ an realen Produktionsprozessen sowie den unternehmensspezifischen Anforderungen, wie z. B. logistische Zielerreichung, überprüft und detailliert bewertet. Anschließend wird mithilfe der durch Simulation gewonnenen Erkenntnisse das Entscheidungstool konzeptioniert und entwickelt. Zur Evaluierung wird das Entscheidungstool während des laufenden Betriebs parallel zum bestehenden System erprobt.

Anwendungen und Ergebnisse

Ergebnis des Projekts ist ein softwareunterstütztes Instrument zur situationsgerechten Auswahl von Planungs- und Steuerungsverfahren. Mit dem Entscheidungstool können Unternehmen, insbesondere Lohnfertiger, dynamisch und flexibel geeignete PPS-Verfahren in Abhängigkeit der jeweils vorliegenden Auftragssituation auswählen. Das Entscheidungstool wird dabei modular gestaltet, sodass durch die Erweiterung einzelner Module auch eine Branchenübertragbarkeit, wie z. B. auf Lohnfertiger im Maschinen- und Anlagenbau sowie im Automobilbau, möglich ist.

Projektpartner und -aufgaben

- **BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Bremen**
Forschungseinrichtung: Innovative PPS-Methoden, Entwicklung des simulationsbasierten Entscheidungstools
- **Quast Präzisionstechnik GmbH, Hamburg**
Komponenten- und Anlagenbauer: Bewertung adaptiver PPS-Verfahren aus Sicht eines mittelgroßen Unternehmens
- **FMM Finkenwerder Metall- und Maschinenbau OHG, Hamburg**
Metall- und Maschinenbauer: Bewertung adaptiver PPS-Verfahren aus Sicht eines KMU



Einsatz des Entscheidungstools in realen Produktionsprozessen.

Projekt	Entscheidungstool zur adaptiven Gestaltung von PPS-Methoden für Lohnfertiger in dynamischen Auftragsnetzen der Luftfahrtbranche (JobNet 4.0)
Koordination	BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH Herr Dennis Lappe Hochschulring 20 28359 Bremen Tel.: 0421 218-50121 E-Mail: lap@biba.uni-bremen.de
Projektvolumen	768 Tsd. Euro (davon 447 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.06.2015 bis 30.09.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/JobNet40
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Frau Dipl.-Des. Christiane Peters Tel.: 0721 608-25277 christiane.peters@kit.edu

Projektporät

Industrie 4.0 für kleine Elektronikzulieferer

Der Paradigmenwechsel in der Produktion stellt neue Anforderungen an Automatisierung und Flexibilisierung, die durch eine intelligente Vernetzung von Produkten, Maschinen und Anlagen sowie den Einsatz cyber-physicaler Systeme erfüllt werden können. Bislang wurde im Diskurs zum Thema „Industrie 4.0“ aber nicht berücksichtigt, wie zukünftig eine intelligente Einbindung von KMU-Zulieferern in derartige Produktionssysteme erfolgen kann, ohne dabei die Vorteile der von kleinen und mittelständischen Unternehmen geprägten inner- und überbetrieblichen Arbeitsstrukturen aufzugeben. Durch den wachsenden Automatisierungsgrad steigen die Anforderungen an die Qualifikation der Beschäftigten sowie an das technische Umfeld der Unternehmen. Es stellt sich die grundlegende Frage: Inwieweit können die typischen von KMU geprägten Zulieferstrukturen in dieses Konzept übernommen werden?

Aufgaben und Ziele

Im KMU-innovativ-Projekt MiMiK40 soll am Beispiel der Elektronikindustrie untersucht werden, wie diesen besonderen Anforderungen in einer Wertschöpfungskette mit kleinen Zulieferern begegnet werden kann. Ziel ist die Umstellung von geplanten Transaktionen hin zur ereignisgesteuerten unternehmensübergreifenden

den Kommunikation, um mit Störgrößen und kritischen Faktoren im Produktionsprozess besser umzugehen und geeignet zu reagieren. Das bislang kaum genutzte Flexibilitätspotenzial soll durch optimale Kooperationsbeziehungen erhöht werden.

Technologie und Methodik

Zum einen werden unter arbeitswissenschaftlicher Begleitung innovative Organisationsstrukturen und Planungsmethoden geschaffen. Dadurch können die Mitarbeiter, als wichtigste Produktionsfaktoren im Mittelstand, ertüchtigt werden, Arbeitsabläufe selbstorganisiert und eigenständig umzusetzen. Die Werker werden in diese Aufgaben direkt eingebunden und deren Verfügbarkeit, wie auch ihr Bedarf an Weiterqualifizierung im Projekt, mitbetrachtet. Zum anderen werden KMU-gerechte technische Rahmenbedingungen und Informations- und Kommunikationsschnittstellen entwickelt, um die Informationswege und Reaktionszeiten bei Planänderungen und Produktionsanpassungen in der kompletten Wertschöpfungskette zu minimieren. Es sollen mehrere Kommunikationswerkzeuge mit hoher Transparenz und einfacher, schneller Handhabung entwickelt werden. Die unstrukturierte Information wird damit kontextbezogen aufbereitet und mit Suchalgorithmen ausgestattet, sodass alle Mitarbeiter schnell und zielgerichtet agieren und die Daten gleichzeitig auf allen Ebenen der Wertschöpfungskette verwalten können.



Verständliche Informationsstrukturen und einfache Tools zur automatischen Kommunikation.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch diese Lösungen werden die KMU-Zulieferer in der Lage sein, sich mit hochautomatisierten Großunternehmen zu vernetzen. Die Informations- und Kommunikationswerkzeuge wie auch medial aufbereitete Erfolgsgeschichten eignen sich für eine breite Nutzung in mittelständischen Fertigungsbetrieben und Wertschöpfungsnetzwerken anderer Branchen.

Projektpartner und -aufgaben

- **Introbest GmbH & Co. KG, Fellbach**
Bauteilhersteller: Neuartige Produktionsplanungsmethoden zur Flexibilitätssteigerung bei Mitarbeitern
- **Intronic GmbH & Co., Waiblingen**
Leiterplattenhersteller: Erfahrungswissensbasierte Organisationsformen
- **PR-Tronik Elektronik-Handels GmbH, Karlsbad**
Elektronikbauteil-Lieferant: Neuartige Zuliefererkonzepte mit Flexibilität in der Materialanlieferung
- **UNITRO-Fleischmann Störmeldesysteme, Backnang**
System-Endhersteller: Erprobung neuer Produktionsplanungsmethoden
- **Syslog GmbH, Asperg**
Informationstechnikdienstleister: Informations- und Kommunikationslösung für die Produktionsplanung

Projekt	Der Mensch im Mittelpunkt des KMU-Netzwerks im Kontext der Industrie 4.0 (MiMiK40)
Koordination	Introbest GmbH & Co. KG Herr Dipl.-Ing. Thomas Lacker Hohenstraße 17 70736 Fellbach Tel. 0711 520480-11 E-Mail: lacker@introbest.de
Projektvolumen	1.289 Tsd. Euro (davon 774 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektlaufzeit	01.05.2014 bis 30.06.2016
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/MiMiK40
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Frau Martina Kühnapfel, M.A. Tel.: 0721 608-24979 E-Mail: martina.kuehnnapfel@kit.edu

Projektporät

Fehler in Produktionsanlagen effizient erkennen

Produktionsmaschinen bestehen aus einer Vielzahl von Komponenten und sind oft komplex aufgebaut. Der Ausfall einer einzigen Komponente kann zum Stillstand der Maschine und dem damit vernetzten Produktionsbereich führen. Im Fehlerfall hat das Wartungsteam gerade bei mechanischen Fehlern bislang nur die Möglichkeit, viele Teilkomponenten der Reihe nach zu prüfen, um den Fehler zu lokalisieren. Angesichts eng getakteter und auf Effizienz ausgelegter Fertigungsprozesse kommt es dadurch zu einem hohen Fertigungsausfall. Eine zielgenaue Fehleridentifikation würde diese Ausfallzeiten reduzieren.

Aufgaben und Ziele

Im KMU-innovativ-Projekt SEMAfusion wird ein sensorbasiertes Diagnoseverfahren entwickelt, das den Zustand einer Produktionsmaschine kontinuierlich

überwacht. Damit wird es in Zukunft möglich sein, Fehlerquellen schnellstmöglich zu erkennen und Fehlerursachen entweder effizient zu beheben oder sogar präventiv zu vermeiden.

Technologie und Methodik

Die Basis dazu bilden mehrere an der Maschine systematisch anzubringende Sensoren, die zu einer ganzheitlichen Sensordatenauswertung vernetzt werden. Hierbei kommt das neuartige SEMAfusion-Prinzip zum Einsatz. Dieses basiert auf einer algorithmischen Auswertung der Signale, welche auf die an der Maschine verteilten Sensoren zugreift. Durch Kombination der Signale aller am SEMAfusion-System angeschlossenen Sensoren kann so eine vollständige Zustandssignatur der Maschinendaten abgeleitet werden. Damit lassen sich Fehler einzelner Teilkomponenten lokalisieren



Baugruppe, hydrostatische Drehplattform, eines PKW-Achsprüfstandes. Die Bauteile, Ober- und Unterteil, werden zueinander eingeschabt, sodass der Ölspalt der Lagerung bei mechanischer Belastung perfekt zueinander passt.

und herauslesen. Beispielsweise soll ein Prototyp entwickelt werden, welcher einen innerhalb der Maschine unrund laufenden hydraulischen Stellmotor am Schwingungsverhalten erkennt. Darüber hinaus sollen auch entfernte, fehlerhafte Maschinenrahmenteile sowie Druck- und Temperaturkennwerte im Hydraulikkreislauf der Maschine erfasst werden.

Anwendungen und Ergebnisse

Bei erfolgreicher Umsetzung können Wartungsmaßnahmen beim Betrieb von Maschinen rechtzeitig eingeleitet und möglichst störungsfrei durchgeführt werden. Maschinenzustände werden in Echtzeit erfasst und minimieren das Gefahrenpotenzial für an den Maschinen arbeitende Menschen. Laut einer VDMA-Marktabschätzung von 2012 könnten rund 6.000 Maschinenhersteller, wie z. B. für Drehmaschinen, Kompaktpressen und Bohrcenter, von einer derartigen Lösung in Deutschland profitieren.

Projektpartner und -aufgaben

- JELBA Werkzeug und Maschinenbau GmbH & Co KG, Hauzenberg**
Maschinen- und Anlagenbauer: Entwicklung und Konstruktion, Aufbau, Vor-Ort-Installation und Inbetriebnahme

Projekt	Selbstlernendes Maschinendiagnosesystem auf Basis einer universellen Sensordatenfusion (SEMAfusion)
Koordination	JELBA Werkzeug und Maschinenbau GmbH & Co KG Herr Wolfgang Bauer Brünstraße 6 94051 Hauzenberg Tel.: 08586 9638-41 E-Mail: wolfgang.bauer@jelba.de
Projektvolumen	383 Tsd. Euro (davon 230 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.10.2014 bis 30.09.2016
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/ Semafusion
Programm	Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dipl.-Ing. Andreas Gäßler Tel.: 0721 608-24240 E-Mail: andreas.gaessler@kit.edu

Projektporät

Optimierte Auftragsplanung für die variantenreiche Serienproduktion

Unternehmen organisieren sich immer intensiver in internationalen Produktionsnetzwerken, um besser auf Markt- und Nachfrageveränderungen reagieren zu können. Zugleich verursacht die Globalisierung aber auch stärkeren Konkurrenzdruck und zum Teil große Schwankungen in der Produktnachfrage. Nur durch Produktindividualisierung, Lieferzeitverkürzung und Termintreue können die Unternehmen sich auch auf zunehmend gesättigten Märkten im Wettbewerb durchsetzen.

Verbunden mit diesen komplexen und weiterhin steigenden Leistungsanforderungen ergibt sich aber eine derart hohe Planungskomplexität, dass Softwarelösungen nach derzeitigem Stand der Technik an prinzipielle

Grenzen stoßen. Eine neuartige, tragfähige Lösung ist nur durch Erweiterung der mathematisch-logischen Grundlagen und Erforschung darauf aufbauender, innovativer Softwarekonzepte möglich.

Aufgaben und Ziele

Vor diesem Hintergrund zielt FlexAEM auf eine neuartige Softwarelösung für das Lösen von Optimierungsproblemen mit mehreren Zielen (multikriterielle Optimierung) in der Produktionsprogrammplanung. Für eine algorithmenbasierte Planungsdurchführung und -optimierung werden in FlexAEM die mathematisch-logischen Grundlagen für die datentechnische Abbildung der (zeitvariablen) Produkt-, Produktionsstruktur und weiteren relevanten Randbedingungen erforscht.



Prognosen auf Fahrzeug- und Ausstattungsebene sind die Basis der Planauftrags-Generierung.



Varianz und Komplexität im Automobilbau steigen kontinuierlich.

Technologie und Methodik

Darauf aufbauend wird eine prototypische Softwarelösung erarbeitet, mit der erstmals die dynamische Auftragsplanung und -bearbeitung automatisiert und in direkter Abstimmung mit vorhandenen ERP-Systemen (Software zur Ressourcenplanung) bedarfsoorientiert abgewickelt und optimiert werden kann. Die angestrebte Lösung ermöglicht damit erstmals eine optimierte, zuverlässige Planung trotz hoher Auftragsvolatilität und enorm komplexer Randbedingungen.

Projekt	Multikriteriell optimierte Auftragseinplanung für die variantenreiche Serienproduktion in globalen Netzwerken bei volatilem Kundenkaufverhalten (FlexAEM)
Koordination	flexis AG Herr Hansjörg Tutsch Schockenriederstraße 46 70565 Stuttgart Tel.: 0711 782380-82 E-Mail: hansjoerg.tutsch@flexis.de
Projektvolumen	722 Tsd. Euro (davon 509 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.04.2015 bis 30.09.2017
Projektlink	www.wbk.kit.edu/wbkintern/Forschung/Projekte/FlexAEM/
Programm	IKT 2020, KMU-innovativ: IKT
BMBF-Referat	Datenwissenschaft, Informationstechnologien; Industrie 4.0
Projektträger	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Projektträger Softwaresysteme und Wissenstechnologien (DLR PT-SW)
Ansprechpartner	Herr Dr. Dirk Franke Tel.: 030 67055-755 E-Mail: Dirk.Franke@dlr.de

Anwendungen und Ergebnisse

Die Ergebnisse sollen nach Projektabschluss und anwendungsnaher Weiterentwicklung sowohl in Form einer vollständigen Softwarelösung verwertet als auch in Form abgegrenzter Funktionsmodule in bestehende Softwarelösungen der flexis AG integriert werden.

Projektpartner und -aufgaben

- **flexis AG, Stuttgart**
Projektkoordination, Erforschung der Abbildung von Produkt- und Produktionsstrukturen, softwaretechnische Implementierung, Einbindung der Lösung in eine Planungsplattform
- **Karlsruher Institut für Technologie (KIT), wbk Institut für Produktionstechnik, Karlsruhe**
Wissenschaftspartner, Modellierung, Optimierung eines Produktionsnetzwerks mithilfe mathematischer Verfahren

Projektporät

Planungsprozesse handhabbar und reaktionsschnell gestalten

Immer kürzere Fertigungszyklen und die zunehmende Individualisierung ihrer Produkte stellen Automobilhersteller vor immer neue Herausforderungen, um im internationalen Wettbewerb bestehen zu können. Aus diesem Grund müssen auch die Planungsprozesse der Fertigung unter den Bedingungen zunehmender Komplexität und kürzerer Produktlebenszyklen handhabbar und reaktionsschnell gestaltbar sein.

Die Eintaktung von Montagevorgängen auf einer Montagelinie, auf der die unterschiedlichen Varianten eines Fahrzeugmodells hergestellt werden, umfasst mehrere Tausend Arbeitsvorgänge und dauert aktuell rund ein Jahr. Die Produktionsplanung spezifiziert die notwendigen konstruktiv bedingten Arbeitsvorgänge, die für den Aufbau des Fahrzeugmodells notwendig sind. Im Anschluss daran regelt die Prozessplanung die standortspezifische Eintaktung der Arbeitsvorgänge für ein Fahrzeugmodell. Diese Planung wird derzeit so durchgeführt, dass auf ein etabliertes Montagekonzept eines bereits produzierten Fahrzeugmodells zurückgegriffen

und dieses angepasst wird. Im Zeitalter Industrie 4.0 kann ein Planer mit seinem Erfahrungswissen allein eine solche Abstimmung von dynamischen Arbeitsprozessen nicht mehr zufriedenstellend durchführen und beherrschen.

Aufgaben und Ziele

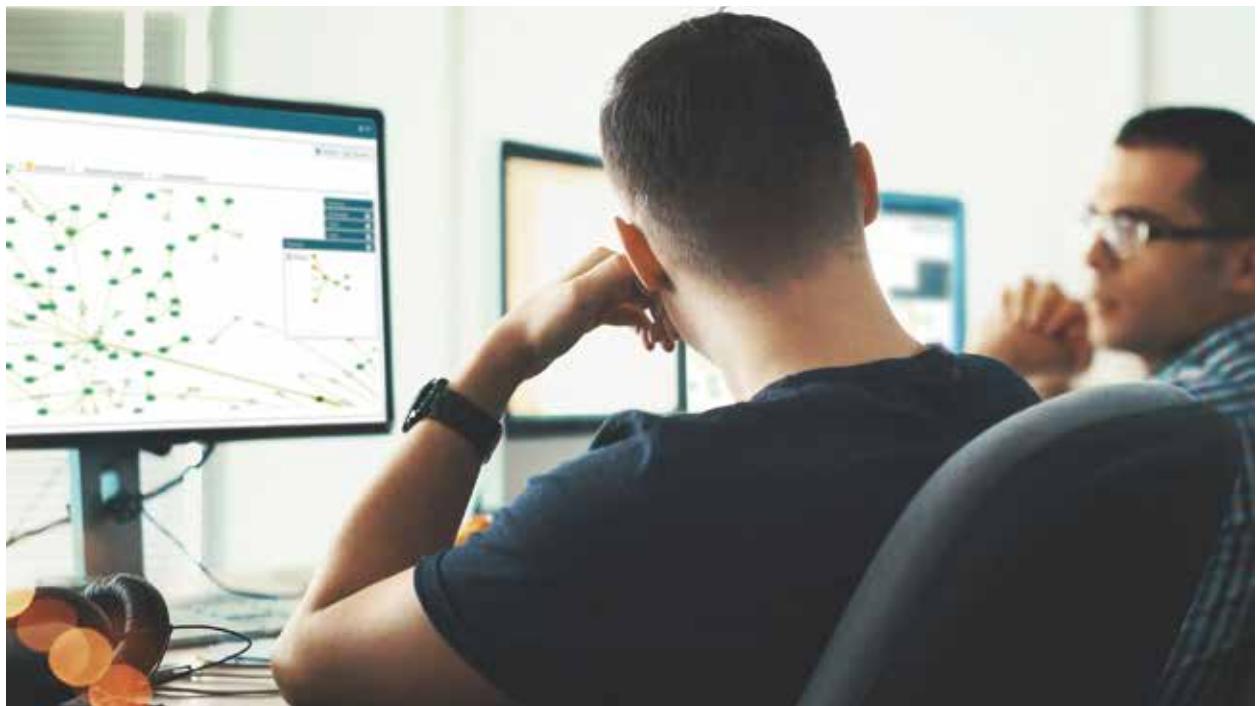
Mit dem Assistenten MontAss wird dem Planer ein Tool für das automatisierte Eintakten von Montagevorgängen an die Hand gegeben, die dem technologischen Fortschritt von Produktion, Produkt und IT gerecht werden. Für das Erzeugen und Darstellen wird ein planungsprozessgerechtes Assistenzsystem entwickelt.

Technologie und Methodik

Es wird eine Methode zur verteilten Modellierung der Arbeitsvorgänge entworfen, um eine kompetenzorientierte Planung zu ermöglichen. Ausgehend von der Zielstellung und dem Modell der Arbeitsvorgänge wird ein Algorithmus entwickelt, der automatisiert Lösungen sucht und hinsichtlich Zielvorgaben evaluiert.



Planung und Beherrschung von komplexen industriellen Arbeitsabläufen mittels webbasiertem Assistenzsystem.



Automatisierte, kollaborative und iterative Taktung von Montagelinien für smarte Produktion und innovative Produkte.

Anwendungen und Ergebnisse

Dadurch können ausgewählte Lösungen durch den Planer hinsichtlich Güte und Realisierbarkeit bewertet werden. Neue Produkte mit neuen Features lassen sich somit innerhalb kurzer Zeit automatisiert eintakten. Erstmalig kann auch eine Aussage zur Güte von Neuplanungen und Mixfertigungen getroffen werden. Dies befähigt Unternehmen, schneller und angemessen auf wachsende Anforderungen zu reagieren.

Projektpartner und -aufgaben

- MVI Proplant Süd GmbH, München**

Projektkoordination; Definition der Nutzer- und Werkzeuganforderungen, Entwicklung des Informationsmanagementkonzepts, Usability-Konzept und Werkzeugentwicklung, Prototypevaluation

- Technische Universität Chemnitz, Chemnitz**

Forschungs- und Entwicklungspartner; Entwicklung eines Lösungskonzepts für das kollaborative Planungsvorgehen und Entwurf des adaptiven Lösungsalgorithmus

Projekt	Assistenzsystem zur kollaborativen Modellierung und automatisierten regelgerichteten Einplanung von Arbeitsvorgängen selbstständiger intelligenter Akteure (MontAss)
Koordination	MVI PROPLANT Süd GmbH Herr Silvio Wagner Candidplatz 11 81543 München Tel.: 0163 3174746 E-Mail: silvio.wagner@proplant-mvi.com
Projektvolumen	811 Tsd. Euro (davon 614 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.09.2015 bis 30.04.2017
Programm	IKT 2020, KMU-innovativ: IKT
BMBF-Referat	Datenwissenschaft, Informationstechnologien; Industrie 4.0
Projekträger	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Projekträger Softwaresysteme und Wissenstechnologien (DLR PT-SW)
Ansprechpartner	Herr Roland Mader Tel.: 030 67055-701 E-Mail: roland.mader@dlr.de

Projektporät

Maschinenbedienung leicht gemacht: Innovative Benutzerschnittstellen für die Produktionstechnik

Die Individualisierung von Maschinen und Anlagen ist ein wesentlicher Trend in der Branche, um kundenspezifischen Anforderungen der Anlagenbetreiber gerecht zu werden. Von den Herstellern wird damit zunehmend eine Innovationsfähigkeit in Bereichen erwartet, die nicht zu ihren unmittelbaren Kernkompetenzen zählen. Dazu gehören beispielsweise die Entwicklung von Software und hier insbesondere auch die Realisierung der Schnittstellen zur Bedienung von Maschinen und Anlagen (auch als „Human-Machine-Interfaces“ bzw. „HMIs“ bezeichnet). Diese Bereiche bieten ein erhebliches Potenzial für Innovationen bei der Um-

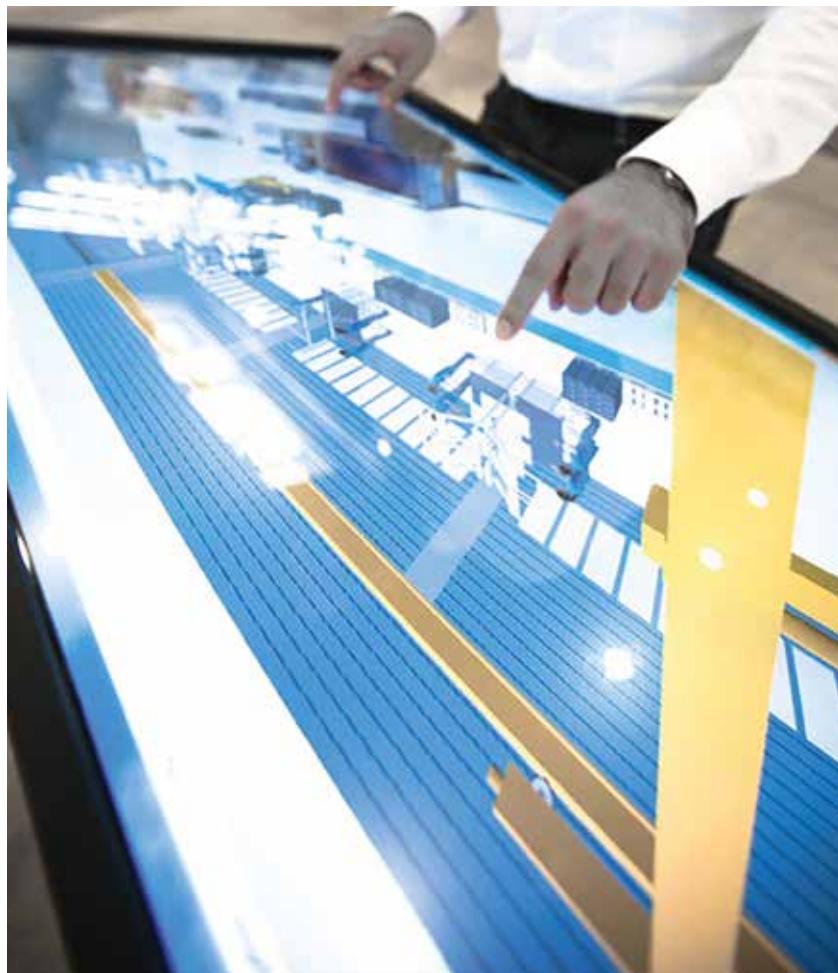
setzung individueller Anforderungen hinsichtlich Ergonomie und effizienter Maschinenbedienung. Die Integration innovativer HMI-Technologien in die eigenen Produkte und Entwicklungsprozesse wird damit in den kommenden Jahren zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor werden.

Aufgaben und Ziele

Das Forschungsvorhaben PEBeMA hat sich zum Ziel gesetzt, für den Maschinen- und Anlagenbau eine Methodik zur effizienten Integration von HMI-Entwicklungsaufgaben in bestehende Entstehungsprozesse für die gesamte Maschine bzw. Anlage zu erarbeiten. Dazu werden Gestaltungsregeln und Bedienkonzepte für Benutzerschnittstellen im Einsatzgebiet der Produktionstechnik mithilfe innovativer Technologien (z. B. Multi-Touch und Augmented Reality) erarbeitet.

Technologie und Methodik

Ausgehend von einer eingehenden Analyse der Anforderungen und spezifischen Randbedingungen werden in PEBeMA aktuelle HMI-Konzepte und -Technologien sowie Methoden zu deren Integration in mechatronische Produkte einer vergleichenden Bewertung unterzogen. Darauf aufbauend werden geeignete Architekturkonzepte und entsprechende Methodenbaukästen zur Gestaltung modernerer Benutzerschnittstellen erarbeitet. Im Rahmen mehrerer industrieller Anwendungsszenarien werden die Lösungen evaluiert, um einen effizienten Transfer der Forschungsergebnisse in die mittelstandsgeprägte, industrielle Praxis sicherzustellen.



Multi-Touch-Bedienung einer Produktionsanlage.

Anwendungen und Ergebnisse

PEBeMA adressiert hierbei aktuelle Forschungsfragen aus den Bereichen „Usability/Gebrauchstauglichkeit“, „IT-Anwendungen in der Produktion“ sowie „Simulation, Virtual und Augmented Reality“. Aufgrund der angestrebten breiten Anwendbarkeit der Projektergebnisse wird eine Effizienzsteigerung bei der Entwicklung innovativer Bedienschnittstellen erwartet und damit die Möglichkeit zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Maschinen- und Anlagenbauer.

Projektpartner und -aufgaben

- **ITQ GmbH, Garching b. München**

Projektkoordination; Softwareentwicklung für den Maschinen- und Anlagenbau, Ermittlung von Anforderungen und prototypische Softwareentwicklung für innovative Bedienschnittstellen

- **Centigrade GmbH, Saarbrücken**

Entwicklungspartner, Expertise im Bereich Usability, Design und Realisierung von innovativen Bedienschnittstellen im Maschinen- und Anlagenbau

- **Fraunhofer Gesellschaft für angewandte Forschung e.V. – IWU, Augsburg**

Forschungspartner, Entwicklung von Vorgehensmodellen und Konzepten zur besseren Verzahnung der Entwicklung von Bedienschnittstellen mit dem Gesamtentwicklungsprozess von Maschinen und Anlagen

- **OPTIMA nonwovens GmbH, Schwäbisch Hall**

Anwendungspartner (Sondermaschinen- und Anlagenbau), Ermittlung von Anforderungen (Entwicklungsprozess, operativer Maschinenbetrieb) und Evaluation der erarbeiteten Lösungen

- **KAPP Werkzeugmaschinen GmbH (ab 11/2015), Coburg**

Anwendungspartner (Werkzeugmaschinenbau Spezialschleifmaschinen), Ermittlung von Anforderungen (Entwicklungsprozess, operativer Maschinenbetrieb) und Evaluation der erarbeiteten Lösungen

Projekt	Phasenübergreifende Entwicklung von Benutzerschnittstellen im Maschinen- und Anlagenbau (PEBeMA)
Koordination	ITQ GmbH Herr Konstantin A. Magg Parkring 4 85748 Garching b. München Tel.: 089 321981-70 E-Mail: magg@itq.de
Projektvolumen	1.400 Tsd. Euro (davon 840 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.07.2015 bis 30.06.2017
Programm	IKT 2020, KMU-innovativ: IKT
BMBF-Referat	Datenwissenschaft, Informationstechnologien; Industrie 4.0
Projektträger	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Projekträger Softwaresysteme und Wissenstechnologien (DLR PT-SW)
Ansprechpartner	Herr Uwe Böttge Tel.: 030 67055-769 E-Mail: Uwe.Boettge@dlr.de

Projektporät

„Big Data Mining“ zur Verbesserung der Produktion

In produzierenden Unternehmen fällt aus Produktions-, Mess- und Steueranlagen, aus der Qualitätssicherung, aber auch aus Wareneingang oder Kundenreklamationen eine stetig wachsende Datenmenge an, die aktuell nur selektiv und in begrenztem Umfang ausgewertet und genutzt werden kann. Durch eine Zusammenführung und gemeinsame Auswertung können bisher nicht erkannte Zusammenhänge als Ursachen bspw. für Produktionsfehler oder Qualitätsmängel aufgedeckt werden und damit die Ermittlung geeigneter Korrekturmaßnahmen unterstützen. Die Herausforderung liegt in einer effizienten Verarbeitung der umfangreichen Datenmengen – insbesondere im Umfeld von KMU mit beschränkten Rechenressourcen.

Aufgaben und Ziele

Im Vorhaben soll eine Rechenarchitektur entwickelt werden, die es erlaubt, die während der Produktions-

prozesse erfassten umfangreichen Daten unterschiedlicher Herkunft und Struktur in Echtzeit im Hinblick auf Produktionsfehler zu analysieren und semiautomatisch deren Ursachen zu ermitteln. Auf Basis einer stetig weiterentwickelten Wissensbasis sollen Vorschläge zu ihrer Vermeidung gegeben werden. Damit soll auch eine direkte Einflussnahme auf den Produktionsprozess ermöglicht werden. Durch die Auswertung von Messwerten und Kennzahlen über einen Zeitraum hinweg können auch vorausschauende Aussagen in Bezug auf Verschleiß und anstehende Wartungsmaßnahmen von Produktionsanlagen getroffen werden.

Technologie und Methodik

Für die Umsetzung sollen erprobte Konzepte zur Geschäftszahlenanalyse aus dem Bereich von Business Intelligence auf die Anwendung im Produktionsumfeld adaptiert und im Zusammenspiel mit Big-Data-



Echtzeit-Analyse von Produktionsdaten zur automatischen Rückkopplung in den Produktionsprozess.



Steigerung der Produktqualität und Prozessstabilität durch die Datenanalyse der Produktionsprozesse.

Technologien, wie bspw. einer leistungsfähigen In-Memory-Datenbank, genutzt werden. Die Datenbank soll zudem auf die Beschleunigung durch Grafikprozessoren zurückgreifen und so eine massiv parallele Datenverarbeitung zu äußerst günstigen Konditionen ermöglichen. Das steigert die Attraktivität der Lösung insbesondere für Anwender aus dem KMU-Umfeld. Eine Kombination verschiedener Algorithmen des maschinellen Lernens unterstützt die automatisierte Fehlerklassifikation. Weiterhin sollen im Vorhaben Schnittstellen zu den vorhandenen Systemen der Produktionsdatenerfassung und Produktionssteuerung sowie weiterer Systeme zum Qualitätsmanagement (auch in Richtung Lieferanten und Kunden) realisiert werden.

Anwendungen und Ergebnisse

Die Evaluation der entwickelten Lösung erfolgt am Beispiel von zwei Demonstrationsszenarios – der Oberflächenbearbeitung von hochwertigen Aluminium-Zierleisten für Kfz und der Halbleiterproduktion.

Projektpartner und -aufgaben

- Jedox AG, Freiburg**
Projektkoordination, Entwicklungspartner, Konzeption und Realisierung der Production-Intelligence-Software (Prototyp)

- Fischer IMF GmbH & Co KG, Endingen**
Anwendungspartner aus dem Bereich der Produktion von Kfz-Zierleisten, Anforderungsdefinition und Evaluation der Softwareprototypen und des Oberflächeninspektionssystems (Messsystem)
- Carl Zeiss OIM GmbH, Wangen**
Entwicklungspartner, Konzeption und Realisierung eines Systems zur Oberflächeninspektion (Messsystem)
- Fraunhofer-Gesellschaft e.V. – IPM, München**
Forschungspartner, Konzeption eines echtzeitfähigen, kamerabasierten Systems zur Oberflächeninspektion (Messsystem)
- Micronas GmbH (assoziiert), Freiburg**
Assoziierter Anwendungspartner, Ermittlung von Anforderungen und Evaluation der Softwareprototypen im Kontext der Halbleiterproduktion

Projekt	Datengetriebene Echtzeitanalyse und Optimierung komplexer automatisierter Produktionsprozesse sowie Prognose kritischer Werkzeugtoleranzen (Production-Intelligence)
Koordination	Jedox AG Herr Peter Strohm Bismarckallee 7a 79098 Freiburg Tel.: 0761 15147-246 E-Mail: peter.strohm@jedox.com
Projektvolumen	1.767 Tsd. Euro (davon 1.008 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.03.2015 bis 31.08.2017
Programm	IKT 2020, KMU-innovativ: IKT
BMBF-Referat	Datenwissenschaft, Informationstechnologien; Industrie 4.0
Projektträger	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Projekträger Softwaresysteme und Wissenstechnologien (DLR PT-SW)
Ansprechpartner	Herr Uwe Böttge Tel.: 030 67055-769 E-Mail: Uwe.Boettge@dlr.de

Projektporät

Kostengünstige RFID-basierte Ortung für Lagerware und Flurförderzeuge

Die durchgängige Ortung von Waren ist eine Grundvoraussetzung und zugleich ein wichtiger Baustein im Technologieportfolio für Industrie 4.0. In der industriellen Praxis existieren schon heute investitionsintensive Hochregalläger, bei denen jede Ein- und Auslagerung automatisch erfasst wird und der Lagerplatz jeder Ware genau bestimmt werden kann. Daneben gibt es viele Bereiche, bei denen die durchgängige Ortung noch nicht effizient gelöst ist. Verbreitet ist die Etikettierung mit Barcodelabel. Durch Scanner erfolgt damit beim Warenein- und -ausgang die Identifikation. Die Warenposition im Lager wird dabei jedoch nur erfasst, wenn auch jeder Lagerplatz mit Barcode oder Prüfziffer gekennzeichnet und bei jeder Umlagerung gescannt wird. Aufwand und Fehleranfälligkeit sind dabei sehr hoch. Neue Möglichkeiten ergeben sich dadurch, dass Waren herstellerseitig zunehmend auch mit RFID-Tags gekennzeichnet werden. Dabei kommen passive Transponder ohne eigene Energieversorgung zum Einsatz, die im Frequenzbereich 300 MHz bis 3 GHz, also im UHF-Frequenzband (Ultra High Frequency), arbeiten.

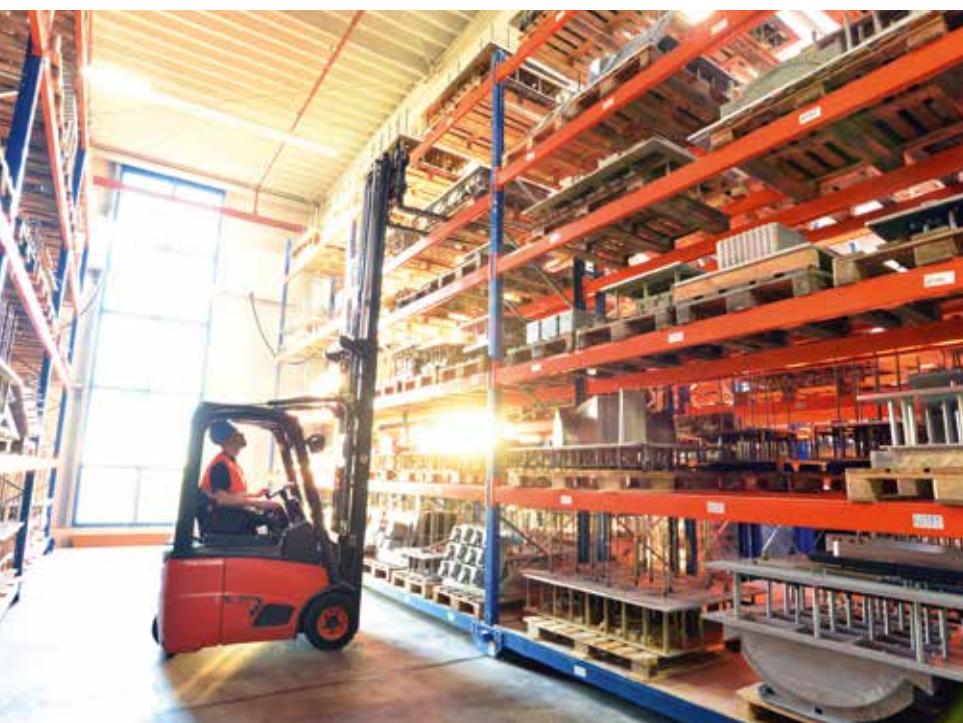
Bislang werden zum Auslesen allerdings meist mobile Handlesegeräte eingesetzt, was wiederum hohen Aufwand bedingt. Werden statische RFID-Lesepunkte oder RFID-Gates genutzt, ist die räumliche Zuordnung der Ware nur über das ungenaue Netz der Lesepunkte möglich. Die flächendeckende RFID-Versorgung, einem WLAN-Netz vergleichbar, ist nur mit sehr leistungssstarken Transpondern und Lesegeräten möglich. Diese Variante zur Bestimmung des Lagerorts ist jedoch sehr kostenintensiv.

Aufgaben und Ziele

Das Projekt WarehouseSpotter zielt auf eine neuartige Lösung für die Nutzung standardisierter passiver UHF-RFID-Tags zur Warenortung im Lager ab. Die Vision ist eine Ortungskomponente für Flurförderzeuge (FFZ, Transportmittel für horizontalen Transport von Waren, z. B. Stapler). Damit sollen das FFZ selbst sowie getagte Waren und Paletten mit im Umkreis von bis zu 10 Metern und einer Genauigkeit von weniger als 50 Zentimeter lokalisiert werden.

Technologie und Methodik

Der Ansatz sieht vor, bestehende Echtzeitlokalisierungssysteme (RTLS) zur Positionsbestimmung des FFZ und weitere Fahrzeugsensorik mit einem RFID-Reader zur Messung und Auswertung der RFID-Daten auf dem Fahrzeug zu koppeln. Zur Ortung sollen unterschiedliche Ansätze evaluiert werden, z. B. die elektronische Anpassung des Antennenprofils (Beamforming), Leistungs- und damit Reichweitenvariation sowie Winkel- bzw. Abstandsbestimmung. Auf Basis der softwaretechnisch zusammengeführten RTLS-, FFZ- und RFID-Daten wird schließlich die absolute Warenposition bestimmt und an das Lagerverwaltungssystem übergeben werden können.



Eine Ortungskomponente für Flurförderzeuge soll zur besseren Warenortung im Lager beitragen.

Anwendungen und Ergebnisse

Die Vision ist eine bislang unbekannte Flexibilität und Durchgängigkeit bei der Warenortung bei zugleich günstigen Installations- und Wartungskosten. Die Ergebnisse werden nach Projektende zum Produkt weiterentwickelt. Da jährlich ca. 1 Million FFZ ausgeliefert werden, existiert ein relevanter Markt einer solchen Lösung für Hersteller und Systemintegratoren. Das Projekt leistet einen wesentlichen Beitrag für eine flexiblere Produktion und höhere Automatisierung in der Intralogistik und schafft mit einer automatischen und stellplatzgenauen Warenortung die Basis für darauf aufsetzende autonome Konfigurations- und Optimierungsprozesse.

Projektpartner und -aufgaben

- **INDYON GmbH, Pöcking**
Projektkoordination, Entwicklungspartner; Projektmanagement, Anforderungsdefinition, Auswertung der Sensorsignale des Staplerfahrzeugs, Grafisches User Interface, Datenschnittstelle zum Grafischen User Interface, Anbindung an das Lagerverwaltungssystem, Integration der Module, Verifikation am Demonstrator
- **Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS), Nürnberg**
Forschungs- und Entwicklungspartner; Staplerlokalisierung, Sensorfusion zur Warenortung, Qualitätswerte zur Ermittlung der Validität der Daten, Orientierungsschätzung und Optimierung für Fremdortungssysteme
- **TU München, Fachgebiet Höchstfrequenztechnik, München**
Forschungspartner, RFID-basierte Winkelmessung, Qualitätswerte zur Ermittlung der Validität der Daten

• Kathrein Sachsen GmbH, Mühlau

Entwicklungspartner; Hardware und Software für RFID-Reader, RFID-Simulation, Integration mit den Ergebnissen der TU München

• LINDIG Fördertechnik GmbH, Krauthausen

Anwendungspartner, Anforderungsdefinition, Hardwareintegration im Staplerfahrzeug, Evaluation des Prototypen aus Anwendersicht

Projekt	Optimierte Ortung für Lagerware und Flurförderzeuge mittels RFID und anschließender Sensorfusion (WarehouseSpotter)
Koordination	INDYON GmbH Herr Dr. Andreas Plettner Schafflergraben 3 82343 Pöcking Tel.: 08157 9036-35 E-Mail: andreas.plettner@indyon.de
Projektvolumen	1.298 Tsd. Euro (davon 863 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektlaufzeit	01.05.2015 bis 30.04.2017
Programm	IKT 2020, KMU-innovativ: IKT
BMBF-Referat	Datenwissenschaft, Informationstechnologien; Industrie 4.0
Projektträger	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Projektträger Softwaresysteme und Wissenstechnologien (DLR PT-SW)
Ansprechpartner	Herr Henry Sende Tel.: 030 67055-692 E-Mail: Henry.Sende@dlr.de

Projektporät

Ein Baukasten für Sensorsysteme zur intelligenten und vernetzten Zustandsüberwachung in der effizienten Produktion der Zukunft

Motivation

Elektronik und Sensorik spielen für die Automatisierung der produzierenden Industrie eine Schlüsselrolle. Sie bieten die Chance, Produktionsprozesse effizienter und sicherer zu gestalten, und zählen zu den besonderen Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen in Deutschland. Sensorbasierte Condition-Monitoring-Systeme (CMS), die über eine lückenlose Überwachung relevanter Prozessparameter eine optimale Produktionssteuerung ermöglichen, müssen momentan jedoch noch mit hohem technischem Aufwand an den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden. Dies bedeutet für neue Anwender eine Einstiegsbarriere.

Ziele und Vorgehen

Ziel des Forschungsprojekts CMS-VI ist die Entwicklung einer offenen, flexiblen und modularen Plattform, die nach dem Baukastenprinzip den Entwurf und den Einsatz von CMS erleichtert. Ihr zentraler Bestandteil sind sensorbasierte Elektroniksysteme, die neben einer Messwertaufnahme auch eine dezentrale Datenverarbeitung ermöglichen. Die gewonnenen Informationen sollen in einer virtuellen Umgebung zu einem Gesamtbild verschmelzen, das mittels etablierter Kommunikationschnittstellen zur Visualisierung und Anwenderinteraktion ausgewertet werden kann. Die Leistungsfähigkeit der Plattform soll im Projekt anhand der Überwachung stark beanspruchter Axialkolbenmaschinen in Betonpumpen, Pressen und Walzen nachgewiesen werden.



Die geplante Plattform ermöglicht kleinen und mittleren Unternehmen, maßgeschneiderte Condition-Monitoring-Systeme für ein effizientes Qualitäts- und Instandhaltungsmanagement zu entwickeln.

Innovationen und Perspektiven

Die geplante Plattform ermöglicht insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen, maßgeschneiderte Condition-Monitoring-Systeme zu entwickeln und über eine komponentenübergreifende Datenauswertung ein umfassendes Qualitäts- und Instandhaltungsmanagement zu verwirklichen. Damit wird der Schritt hin zu einer effizienten und zukunftsweisenden Industrieproduktion im Sinne der Industrie 4.0 erleichtert.

Projektpartner

- **GEMAC-Gesellschaft für Mikroelektronikanwendung Chemnitz mbH, Chemnitz**
- **digitronic computersysteme GmbH, Chemnitz**
- **Bosch Rexroth AG, Horb am Neckar**
- **Fraunhofer Gesellschaft, Institut für Integrierte Schaltungen, Dresden**

Projekt	Ein Baukasten für Sensorsysteme zur intelligenten und vernetzten Zustandsüberwachung in der effizienten Produktion der Zukunft (KMU-innovativ-CMS-VI)
Koordination	GEMAC-Gesellschaft für Mikroelektronikanwendung Chemnitz mbH Herr Stefan Schunke Zwickauer Straße 227 09116 Chemnitz Tel.: 0371 3377-265 E-Mail: schunke@gemac-chemnitz.de
Projektvolumen	1,75 Mio. Euro (davon 64 % Förderanteil durch BMBF)
Projektaufzeit	01.08.2015 bis 31.01.2018
Programm	IKT 2020, KMU-innovativ: IKT
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Projektporät

Sensorsystem zur Überwachung von Werkzeugmaschinen mit rotierenden Spindeln

Motivation

Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet die Chance, durch intelligente Steuerung und Vernetzung Produktionsprozesse flexibler und effizienter zu gestalten als bislang möglich. Elektronik und Sensorik spielen dabei eine Schlüsselrolle. Beide Technologien zählen zu den Stärken gerade kleiner und mittlerer Unternehmen in Deutschland. Anwendungen in der Industrie 4.0 erfordern vielfältige Sensoren beispielsweise in Fertigungsprozessen. Mit Sensoren lassen sich nicht nur kritische Situationen, sondern auch Betriebs- und Abnutzungsprozesse in Werkzeugmaschinen erfassen.

Ziele und Vorgehen

Im Projekt wird ein Sensorsystem entwickelt, das sich in Werkzeugmaschinen mit schnell drehenden Spindeln integrieren lässt. Es erfasst die Drehzahl, Vibrationen, Beschleunigung und Crashereignisse mit bisher unerreichter Genauigkeit in großen Messbereichen und mit hohen Abtastraten. Außerdem wird ein intelligentes Monitoringsystem entwickelt, das auf

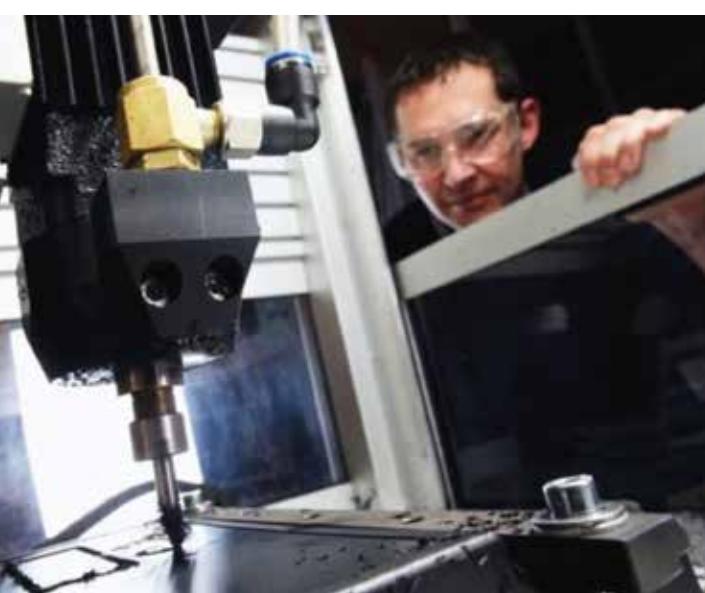
Basis der Sensordaten innerhalb einer Millisekunde die Notabschaltung einleitet, falls der Maschinenzustand kritisch wird. Darüber hinaus ermöglicht es die laufende Verschleißüberwachung von Maschinen und Werkzeugen.

Innovationen und Perspektiven

Die Ergebnisse des Vorhabens tragen wesentlich dazu bei, gefährliche und kostspielige Havarien von Werkzeugmaschinen zu vermeiden. Die Fähigkeit des Systems, Prozesse in Echtzeit zu überwachen, ermöglicht perspektivisch auch die Übertragung in andere Bereiche, wie z. B. Windkraftanlagen. Das Projekt trägt zur Realisierung der Industrie-4.0-Vision bei.

Projektpartner

- Lenord, Bauer & Co. GmbH, Oberhausen
- GEMAC-Gesellschaft für Mikroelektronikanwendung Chemnitz mbH, Chemnitz
- Technische Universität Chemnitz, Chemnitz



Werkzeugmaschinen sollen künftig mit intelligenten Systemen in Echtzeit überwacht werden.

Projekt	Sensorsystem zur Überwachung von Werkzeugmaschinen mit rotierenden Spindeln (KMU-innovativ-MSSpinCrash)
Koordination	Lenord, Bauer & Co. GmbH Herr Burkhard Stritzke Dohlenstraße 32 46145 Oberhausen Tel.: 0208 9963-171 E-Mail: bstritzke@lenord.de
Projektvolumen	2,6 Mio. Euro (davon 63 % Förderanteil durch BMBF)
Projektlaufzeit	01.02.2016 bis 31.01.2019
Programm	IKT 2020, KMU-innovativ: IKT
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Projektporät

Neuartige Sensorsysteme für Großwerkzeugmaschinen in der Industrie 4.0

Motivation

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 bietet sich heute die Chance, über eine intelligente Steuerung und Vernetzung die Flexibilität, die Energie- und die Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen auf eine neue Stufe zu heben. Elektronik und Sensorik, die zu den Stärken gerade auch kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) in Deutschland zählen, spielen dabei eine Schlüsselrolle. Die Integration dieser Schlüsselkomponenten in Produktionsanlagen und Produkte ermöglicht eine dynamische und dezentrale Überwachung und Steuerung von Fertigungsabläufen. Um dieses enorme Potenzial effektiv nutzen zu können, bedarf es jedoch leicht integrierbarer und kostengünstiger Systeme.

Ziele und Vorgehen

Im Projekt ready4i wird erstmalig ein miniaturisiertes, intelligentes und untereinander kommunizierendes Sensorsystem für Großwerkzeugmaschinen entwickelt. Dieses wird es ermöglichen, Verformungen von Maschinenelementen in Echtzeit zu erkennen und den Produktionsprozess entsprechend zu modifizieren. Genutzt wird hochpräzise Messtechnik, die mithilfe von Elektroniksystemen sowie mit zugehöriger Auswertere- und Kommunikationselektronik kombiniert wird. Diese Kombination ermöglicht eine kosten- und zeiteffektivere Nutzung der Werkzeugmaschine sowie eine größere Genauigkeit auf den zu fertigenden Bauteilen, um den steigenden Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeit gerecht zu werden. Durch die Verwendung von offenen Schnittstellen wird der Technologietransfer in artverwandte Industrien ermöglicht.

Innovationen und Perspektiven

Das im Vorhaben zu entwickelnde Sensorsystem wird die Kompensation thermisch und lastbedingter Ausdehnung von Großwerkzeugmaschinen ermöglichen. So kann ein erheblicher Beitrag zur Optimierung, Flexibilisierung und Beschleunigung von automatisierten Fertigungsprozessen geleistet werden. Das System wird dazu beitragen, die Großwerkzeugmaschinenproduktion auf die Stufe

Lückenlose Überwachung und automatische Prozessanpassung einer Großwerkzeugmaschine.

von Industrie 4.0 heben. Die einfache und kostengünstige Integrierbarkeit in bestehende Anlagen bietet dabei insbesondere KMU die Möglichkeit, ihre Marktposition im Umfeld von Industrie 4.0 deutlich zu verbessern.

Projektpartner

- **KONUX GmbH, München**
- **Teichert Systemtechnik GmbH, Lilienthal**
- **Fraunhofer IPT, Aachen**
- **SHW Werkzeugmaschinen, Aalen (assozierter Partner)**

Projekt	Neuartige Sensorsysteme für Großwerkzeugmaschinen in der Industrie 4.0 (KMU-innovativ-ready4i)
Koordination	KONUX GmbH Herr Vlad Lata Nymphenburger Straße 107a 80636 München Tel.: 0159 0417-9691 E-Mail: vlad.lata@konux.de
Projektvolumen	1,6 Mio. Euro (davon 72 % Förderanteil durch das BMBF)
Projektlaufzeit	01.03.2016 bis 28.02.2018
Programm	IKT 2020, KMU-innovativ: IKT
BMBF-Referat	Elektronik; Autonomes elektrisches Fahren
Projektträger	VDI/VDE Innovation + Technik GmbH





Spitzencluster it's OWL

Spitzencluster „Intelligente Technische Systeme OstWestfalen-Lippe“ – it's OWL

Unter dem Motto „Deutschlands Spitzencluster – Mehr Innovation. Mehr Wachstum. Mehr Beschäftigung.“ startete das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 2007 den Spitzencluster-Wettbewerb. Im Mittelpunkt der Spitzencluster stehen technologische Entwicklungen zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen (Klima/Energie, Gesundheit, Sicherheit, Mobilität, Kommunikation). Bis 2012 wurden in insgesamt drei Wettbewerbsrunden 15 Spitzencluster ausgewählt, die jeweils über fünf Jahre mit bis zu 40 Mio. Euro gefördert werden. Der Cluster „Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe it's OWL“ wurde in der dritten Wettbewerbsrunde im Januar 2012 als Spitzencluster ausgezeichnet und gilt mittlerweile als die größte geförderte Initiative im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 der Bundesregierung.

Intelligente technische Systeme

Intelligente technische Systeme sind komplexe Produkte, die auf dem Zusammenspiel von Informatik und Ingenieurwissenschaften beruhen. Softwarekomponenten werden in Maschinen und Anlagen integriert, um Steuerung, Regelung und Datenverarbeitung zu übernehmen. Sie verleihen technischen Systemen eine maschinelle Intelligenz.

Vier zentrale Eigenschaften zeichnen Intelligente Technische Systeme aus:

- **adaptiv:** Sie interagieren mit ihrer Umgebung und passen sich dieser selbstständig an.
- **robust:** Sie bewältigen auch unerwartete und vom Entwickler nicht berücksichtigte Situationen in einem sich stetig ändernden Umfeld.
- **vorausschauend:** Sie antizipieren auf der Basis von Erfahrungswissen die Wirkungen unterschiedlicher Einflüsse.
- **benutzerfreundlich:** Sie berücksichtigen das unterschiedliche Verhalten von Anwendern und passen sich diesem selbstständig an.

Intelligente technische Systeme eröffnen Unternehmen neue Perspektiven und bilden die Grundlage für eine Vielzahl von Innovationen. Immer mehr Funktionen und die stärkere Vernetzung von Produkten und Produktionssystemen bieten viele Vorteile für Anwender, stellen gleichzeitig aber auch hohe Anforderungen an die Entwicklung.

Technologiekonzept von it's OWL

Das Technologiekonzept des Clusters erläutert den Aufbau und die Funktion eines intelligenten technischen Systems. Der Schlüssel zur Intelligenz liegt dabei in der Informationsverarbeitung.

Intelligente technische Systeme bestehen aus den vier Einheiten Grundsystem, Sensorik, Aktorik und Informationsverarbeitung. Die Informationsverarbeitung nimmt eine zentrale Rolle ein, denn sie vermittelt durch ein Kommunikationssystem zwischen der Sensorik und der Aktorik. Während die Sensorik die notwendigen Informationen der Umgebung wahrnimmt, führt die Aktorik im Zusammenspiel mit einem Grundsystem eine physische Aktion aus. Beim Grundsystem handelt es sich in diesem Zusammenhang um mechanische Strukturen, wie z. B. Maschinen oder Anlagen.

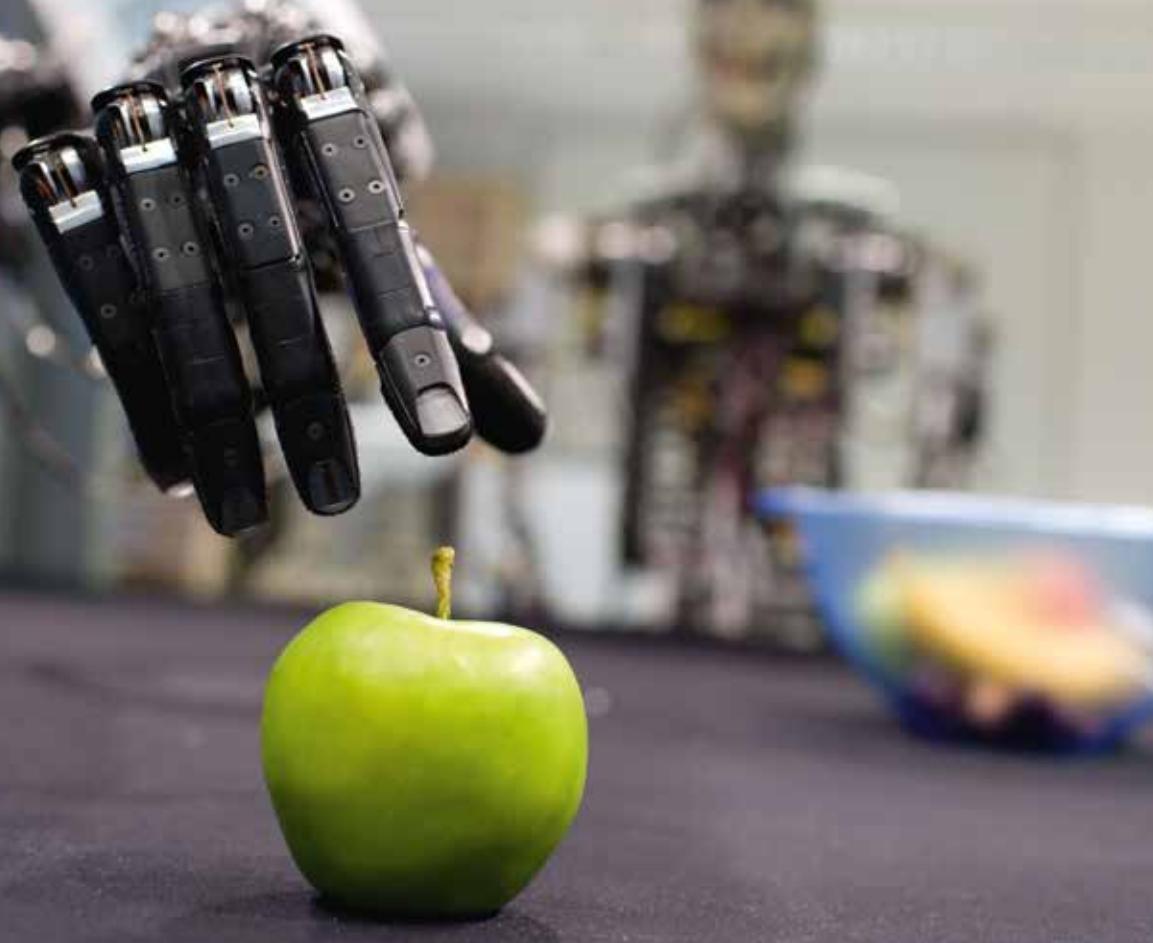
Treffen alle vier Einheiten in einem System zusammen, wird dieses als Teilsystem bezeichnet. Beispiele für Teilsysteme sind Antriebe oder Automatisierungskomponenten. Kombiniert man mehrere Teilsysteme zu einem Verbund, wie z. B. in einem Fahrzeug oder einer Werkzeugmaschine, spricht man von einem System. Wenn Systeme miteinander kommunizieren und kooperieren, unabhängig von räumlicher Trennung, erhält man ein vernetztes System.

Hauptziele

Der Spitzencluster it's OWL soll eine führende Rolle im globalen Wettbewerb für intelligente technische Systeme spielen. In Kooperation von Technologieführern und Spitzforschungseinrichtungen entsteht eine Technologieplattform, die für Wachstum und Beschäftigung in der Region sorgt und einen Beitrag zur Sicherung der Produktion am Standort Deutschland leistet.

Die Forschungsprojekte

Im Rahmen von it's OWL werden insgesamt 48 Projekte mit einem Gesamtvolumen von ca. 87 Mio. Euro



Intelligentes Greifen

umgesetzt. Drei Arten von Projekten wurden definiert: 5 Querschnittsprojekte, 33 Innovationsprojekte und 10 Nachhaltigkeitsmaßnahmen. Dabei werden die individuellen Kompetenzen übergreifend zusammengeführt.

Querschnittsprojekte

In den Querschnittsprojekten entwickeln die Hochschulen und Forschungseinrichtungen neue Technologien für intelligente technische Systeme. Diese beinhalten z. B. Methoden, Werkzeuge, Softwarebausteine und prototypische Lösungen. Sie werden von den Unternehmen in den Innovationsprojekten eingesetzt, um marktfähige Produkte und Produktionssysteme zu entwickeln. Darüber hinaus bilden sie die Grundlage für den Transfer der Projektergebnisse in die Breite. Folgende Themen werden in den Querschnittsprojekten bearbeitet: Selbstoptimierung, Mensch-Maschine-Interaktion, Intelligente Vernetzung, Energieeffizienz und Systems Engineering.

Innovationsprojekte

In Innovationsprojekten entwickeln Unternehmen in Kooperation mit Forschungseinrichtungen neue Produkte, Technologien und Anwendungen. Sie setzen dabei die neuen Technologien und Methoden ein, die

in den Querschnittsprojekten entwickelt wurden. Dabei werden die Innovationsprojekte in drei aufeinander aufbauende Kategorien eingeteilt: Teilsysteme, Systeme und vernetzte Systeme.

Teilsysteme sind die Basis eines intelligenten technischen Systems und setzen sich aus den vier Einheiten mechanisches Grundsysteem, Sensorik, Aktorik und Informationsverarbeitung zusammen. Beispiele sind intelligente Sensoren, Antriebe oder Automatisierungskomponenten.

Systeme bestehen aus mehreren zusammenwirkenden Teilsystemen. Beispiele sind intelligente Produktionsmaschinen, Hausgeräte oder auch Geldautomaten.

Vernetzte Systeme setzen sich aus mehreren Systemen zusammen, die teilweise geografisch verteilt sind und miteinander kommunizieren. Beispiele sind selbstoptimierende Produktionsanlagen, Großwäschereien oder vernetzte Geldkreisläufe.

Nachhaltigkeitsmaßnahmen

Familiengeführte Unternehmen und ein breiter Mittelstand bilden die Basis des Spaltenclusters. Auch Firmen, die kein eigenes Innovationsprojekt umsetzen, haben

großes Interesse an den im Cluster entstehenden Technologien. Die Nachhaltigkeitsmaßnahmen erfüllen hier eine wichtige Funktion als Bindeglied dieser Firmen zum Spaltencluster, sichern die Entwicklungsdynamik über die Förderungsdauer hinaus und stärken die Wettbewerbsfähigkeit der Region. In einer Reihe von Projekten werden zentrale Themen der Nachhaltigkeit in technologischen Netzwerken adressiert, von Fragen der Aus- und Weiterbildung, Technologieakzeptanz, Marktorientierung, Vorausschau, Prävention gegen Produktpiraterie über Unternehmensgründung, Internationalisierung, Technologietransfer bis hin zur Zukunft der Arbeit in Zeiten der Digitalisierung.

Technologietransfer

Die Nachhaltigkeitsmaßnahme Technologietransfer hat es sich zur Aufgabe gemacht, insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen Zugang zu den entwickelten Methoden, Verfahren und Werkzeugen zu ermöglichen. Ziel ist es, interessierte Unternehmen für die Anwendung dieses Wissens zu qualifizieren und Kooperationen mit regionalen Forschungsinstituten zu unterstützen. Die zwei zentralen Instrumente des Technologietransfers sind Erfahrungsaustauschgruppen und ca. 170 fokussierte Transferprojekte. Bis zu 8 Mio. Euro der Clusterförderung sind für den Technologietransfer vorgesehen, um das in der Technologieplattform gebündelte Wissen zur Entwicklung intelligenter technischer Systeme den Unternehmen in der Spaltenclusterregion zur Verfügung zu stellen.

Die sehr positive Zwischenevaluierung des Clusters in 2014 bestätigte den Fortschritt der Strategie von it's OWL und die gute Zusammenarbeit der 33 Projekte, die in der ersten Förderphase durchgeführt wurden. Folgende 15 neue Projekte starteten planmäßig in der zweiten Förderphase und laufen bis Ende der geförderten Laufzeit des Clusters in 2017:

Innovationsprojekte

- Effizienzsteigerung von Standardbearbeitungsmaschinen (itsOWL-efa)
- Intelligenter Wärmetransport für effiziente Elektrofahrzeuge (itsOWL-Heatpipe)
- Elektronische Umfelderkennung bei Erntemaschinen (itsOWL-EUE)

- Hochkomakte Ladegeräte für Elektrofahrzeuge (itsOWL-HLE)
- Intelligente Werkzeugmaschinen für individualisierte Produktion (itsOWL-iWZM)
- Elektrifizierung von Nebenaggregaten in Nutzfahrzeugen (itsOWL-ImWR)
- Innovative Hard- und Softwarearchitekturen durch Industrial IT (itsOWL-InnoArchIT)
- Intelligenter Separator (itsOWL-Separatori40)
- Elektronikmotor mit rotierender Antriebselektronik (itsOWL-HERA)
- Flexible Montage mit integrierter interaktiver Roboterik (itsOWL-FlexiMiR)
- Selbstkorrigierende Fertigung in der Verbindungs- und Automatisierungstechnik (itsOWL-SelfXPro2)

Nachhaltigkeitsmaßnahmen

- Technologietransfer (itsOWL-TT)
- Unternehmensgründungen fördern (itsOWL-UG)
- Internationalisierung – Regional vernetzt, global erfolgreich (itsOWL-In)
- Arbeiten in der digitalen Welt (itsOWL-Arbeit40)

Mehr Informationen unter:

Homepage des Spaltenclusters it's OWL
www.its-owl.de

Spaltenclusterwettbewerb des BMBF
www.bmbf.de/de/der-spaltencluster-wettbewerb-537.html

Clusteraktivitäten in Deutschland
www.clusterplattform.de

Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen
www.produktionsforschung.de

Projektporät

Mit Industrie 4.0 eine neuartige Arbeitswelt gestalten

Im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 steht bisher die Frage im Fokus, was technisch möglich ist. Mit der Digitalisierung der Arbeit rücken allerdings auch soziale Aspekte der Arbeitsgestaltung in den Vordergrund. Der Wandel zu immer komplexeren Produkten und Dienstleistungen sowie die zunehmende Zusammenarbeit in Entwicklungs- und Innovationsnetzwerken führen zu einem fundamentalen Wandel in der Arbeitsorganisation und den Qualifikationsprofilen der Beschäftigten. Vielfältige Erfahrungen mit Veränderungsprozessen in Unternehmen legen es nahe, dass es letztlich die Beschäftigten sind, die Industrie 4.0 zu einem Erfolg oder Misserfolg werden lassen. Demzufolge sind innovative Konzepte für die Arbeit in produzierenden Unternehmen notwendig.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts itsOWL-Arbeit40 ist die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung einer

Praxisstudie mit sechs Pilotunternehmen des Spitzenclusters it's OWL, um die unternehmensspezifischen Herausforderungen einer digitalisierten Arbeitswelt zu betrachten und die Potenziale in den Unternehmen mitarbeitergerecht und mehrwertstiftend auszuschöpfen. Hierbei wird auf eine Balance zwischen technischen Möglichkeiten, organisatorischer Gestaltung sowie Auswirkungen auf die Beschäftigten abgezielt.

Technologie und Methodik

Die Hochschulpartner bearbeiten dazu in sechs Pilotprojekten mit Cluster-Unternehmen die drei Kompetenzfelder: Faktor Mensch in neuartigen Interaktionstechniken, Auswirkungen von Big Data für Industrie 4.0 sowie individuelle und organisationsbezogene Akzeptanz von Assistenzsystemen. Die Erkenntnisse aus den Pilotprojekten werden im Anschluss für den Transfer in weitere Unternehmen generisch aufbereitet. Hierzu wird ein IT-Demonstrator



In Pilotprojekten werden die Grundlagen eines Leitfadens für die Migration zu Arbeit 4.0 erarbeitet.

entwickelt, der unternehmensunabhängig den Arbeitsplatz der Zukunft visualisiert. Die Sensibilisierung aller relevanten Akteure im Unternehmen für die Arbeit 4.0 erfolgt mithilfe von Workshops. Die erzielten Ergebnisse werden evaluiert und in Leitfäden für die Migration zu Arbeit 4.0 festgehalten.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch das Projekt erarbeiten die beteiligten Unternehmen Methoden zum Umgang mit der zunehmenden Digitalisierung der Arbeit und können die erstellten Leitfäden für die Migration zu Arbeit 4.0 effizient und bedarfsgerecht nutzen. Dadurch werden die Produktions- und Organisationsprozesse nachhaltig verbessert und durch Partizipation die Akzeptanz der Mitarbeiter erhöht. Der IT-Demonstrator wird eine gezielte Veranschaulichung der Szenarien des Arbeitsplatzes der Zukunft ermöglichen, sowohl für den Bereich der Büroarbeit als auch für die Fertigung in der Produktionshalle. Die Ergebnisse und Ansätze werden über Broschüren, Pressearbeit und Präsentationen bei regionalen und überregionalen Veranstaltungen in die Breite getragen. Des Weiteren werden die Ergebnisse der Pilotprojekte aggregiert und in die Forschung zurückgespiegelt.

Projektpartner und -aufgaben

- **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (IPT), Projektgruppe Entwurfstechnik Mechanik, Paderborn**
Identifikation von Potenzialen und Szenarien digitaler Arbeit und Entwicklung eines IT-Demonstrators Arbeitsplatz der Zukunft
- **Universität Bielefeld, Arbeitseinheit Arbeits- und Organisationspsychologie, Bielefeld**
Umsetzung der Pilotprojekte im Bereich Faktor Mensch in neuartigen Interaktionstechniken
- **Universität Paderborn, SICP Software Innovation Campus Paderborn, Paderborn**
Umsetzung der Pilotprojekte im Bereich Assistenzsysteme
- **Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Institut für Industrielle Informationstechnik (inIT), Lemgo**
Umsetzung der Pilotprojekte im Bereich Auswirkungen von Big Data für Industrie 4.0

Projekt	Nachhaltigkeitsmaßnahme Gestaltung der Arbeitswelt in der Industrie vor dem Hintergrund der Digitalisierung (itsOWL-Arbeit40)
Koordination	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (IPT), Projektgruppe Entwurfstechnik Mechanik Herr Dr. Roman Dumitrescu Zukunftsmeile 1 33102 Paderborn Tel.: 05251 5465-124 E-Mail: roman.dumitrescu@ipt.fraunhofer.de
Projektvolumen	1.000 Tsd. Euro (davon 1.000 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.01.2016 bis 31.12.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-Arbeit40
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dr.-Ing. Alexander Lucumi Tel.: 0721 608-28308 E-Mail: alexander.lucumi@kit.edu

Projektporät

Effiziente Maschinen und Anlagen durch intelligente Automatisierung

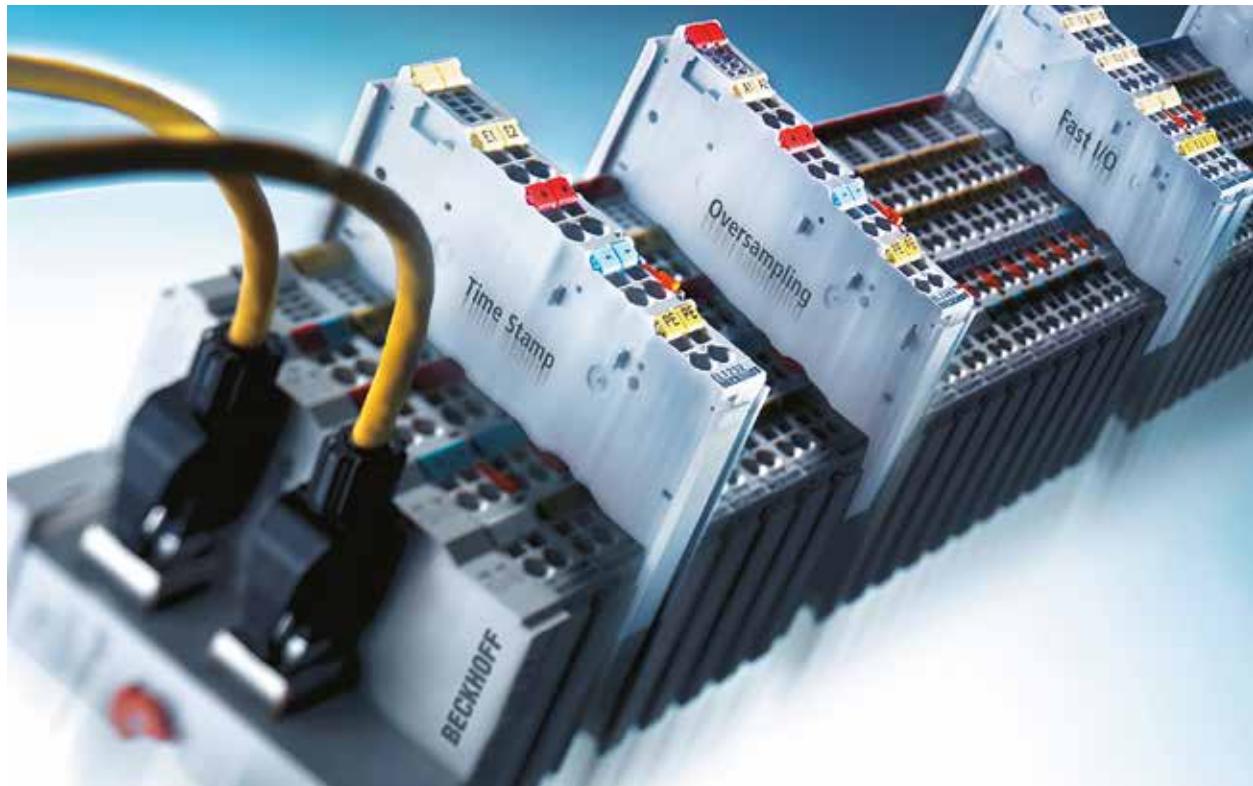
Vor dem Hintergrund des zunehmenden Wettbewerbs und knapper Ressourcen steigen die Anforderungen an die Produktivität, Zuverlässigkeit und Effizienz von Bearbeitungsmaschinen wie z. B. Montage- und Fertigungsanlagen für die Möbelindustrie. Um diese zu steigern, müssen Prozessparameter wie die Werkzeugposition oder Drehzahl hochpräzise eingestellt und in Echtzeit zueinander synchronisiert werden. Bisher kann die Automatisierungstechnik diese Funktionen nur für kleine Anwendungen gewährleisten. Bei komplexen Maschinen und Anlagen ist dies nicht möglich, da die Rechenleistung der Maschinensteuerung zu gering ist, um die erforderlichen Datenmengen zu verarbeiten. Ansätze zur Zustandsüberwachung und Selbstoptimierung können bisher nicht in die vorhandene Automatisierungstechnik integriert werden. Dies führt zu Ausfallzeiten, manuellen Nachjustierungen und Ausschuss.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts itsOWL-efa ist die Entwicklung von Hard- und Softwarelösungen zur Realisierung intelligenter, leistungsfähiger Steuerungen für Bearbeitungsmaschinen. Durch eine Erhöhung der Rechenleistung soll eine schnellere und präzise Einstellung der Prozessparameter gewährleistet werden. Zudem werden Methoden und Werkzeuge erarbeitet, um die Lösungen einfach in unterschiedliche Bearbeitungsmaschinen zu integrieren.

Technologie und Methodik

Dazu werden zunächst die Anforderungen an die Einstellung der Prozessparameter und die erforderliche Rechenleistung zur Verarbeitung der Prozessdaten ermittelt. Auf dieser Grundlage werden Hardwarelösungen konzipiert, wie z. B. Mikroprozessoren, mit denen die Rechenleistung erhöht werden kann. Durch



Eine hochpräzise Verfügbarkeit und Synchronisierung von Prozessparametern in Echtzeit bilden die Basis zur Erhöhung der Produktivität, Zuverlässigkeit und Effizienz von Bearbeitungsmaschinen.

innovative Softwarelösungen, wie z. B. zur hochpräzisen zeitlichen Abstimmung der Prozessdaten und -zeiten, sollen sich Prozessparameter in Echtzeit einstellen. Darauf aufbauend wird eine intelligente Steuerung konzipiert, die eine Verteilung der Software auf die Mikroprozessoren und eine eigenständige Anpassung der Prozessparameter gewährleistet. Weiterhin werden Werkzeuge entwickelt, mit denen die Lösungen einfach und ohne großen Programmieraufwand in Bearbeitungsmaschinen implementiert werden können. In dem Projekt wird auf die Ergebnisse der Querschnittsprojekte „Intelligente Vernetzung“, „Energieeffizienz“ und „Systems Engineering“ zurückgegriffen. Die entwickelten Ansätze werden anhand von Demonstratoren validiert und sollen nach Projektende in den Montage- und Fertigungsanlagen sowie Profilbearbeitungsmaschinen der beteiligten Unternehmen umgesetzt werden.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch das Projekt werden die Produktivität, Zuverlässigkeit und Effizienz von Bearbeitungsmaschinen erhöht, ohne dass die Kosten für die Automatisierung steigen. Ausfallzeiten, manuelle Nachjustierungen und Ausschuss werden verringert. Erwartet werden eine Steigerung der Produktivität um 10 v. H. bei einer Reduzierung des Energieverbrauchs um 10 v. H. Die entwickelten Werkzeuge sichern die einfache Implementierung sowohl in neue als auch bestehende Maschinen und Anlagen. Die Ansätze können auf weitere Anwendungen übertragen werden.

Projektpartner und -aufgaben

- **Beckhoff Automation GmbH, Verl**
Erarbeitung von Methoden und Verfahren zur Reduzierung von Wartezeiten in der Steuerung, Entwicklung von Steuerungskonzepten zur Nutzung von Rechnern mit Mehrkerntechnologie
- **Fachhochschule Bielefeld, Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Mathematik, Studienort Gütersloh, Gütersloh**
Erarbeitung von Softwarewerkzeugen, Technologiestudien

- **Hüttenhölscher Maschinenbau GmbH & Co. KG, Verl**
Präzise und effiziente Montage- und Fertigungsanlagen
- **Schirmer Maschinen GmbH, Verl**
Erhöhung der Präzision von Profilbearbeitungsmaschinen

Projekt	Extreme Fast Automation – Effizienzsteigerung von Standardbearbeitungsmaschinen (itsOWL-efa)
Koordination	Beckhoff Automation GmbH Frau Dr.-Ing. Ursula Frank Eiserstraße 5 33415 Verl Tel.: 05246 963-5085 E-Mail: u.frank@beckhoff.de
Projektvolumen	1.846 Tsd. Euro (davon 554 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.07.2014 bis 30.06.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-efa
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dipl.-Ing. Thomas Rosenbusch Tel.: 0721 608-25273 E-Mail: thomas.rosenbusch@kit.edu

Projektporät

Effizient und sicher ernten

Erntemaschinen müssen in einem ständig wechselnden Umfeld operieren. Unterschiedliche Bedingungen, wie Bestandsdichte des Ernteguts und Bodenbeschaffenheit, erfordern eine individuelle Anpassung der Maschineneinstellungen. Darüber hinaus besteht durch die eingeschränkte Sicht der Fahrer die Gefahr von Kollisionen. Diese führen nicht nur zu Schäden an der Maschine und damit zu teuren Ausfallzeiten, sondern stellen auch eine Gefahr für den Menschen dar. Durch eine automatische Erkennung des Umfelds können sowohl die Einstellungen der Maschine optimiert als auch der Interaktionsraum abgesichert werden.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Projekts itsOWL-EUE ist die Entwicklung eines vernetzten Sensorsystems zur elektronischen Umfelderkennung bei Erntemaschinen. Dadurch sollen diese

ihren Betrieb optimal an die Bedingungen des Feldes anpassen. Darüber hinaus können sie zukünftig auf bestehende Hindernisse und Kollisionsgefahren hinweisen sowie eigenständig Maßnahmen zur Schadensabwehr umsetzen.

Technologie und Methodik

Dazu werden die unterschiedlichen Eigenschaften des Erntefelds, wie beispielsweise Bestandsdichte und Hindernisse, erfasst und analysiert. Auf dieser Grundlage werden geeignete Sensoren zur Umfelderkennung ausgewählt und Algorithmen zur Signalverarbeitung entwickelt. Eine echtzeitfähige Vernetzung der Sensoren und Algorithmen mit der Fahrzeugsteuerung ermöglicht die automatische Zusammenführung und Auswertung der Sensordaten, sodass sich die Maschineneinstellungen eigenständig anpassen und Kollisio-



Durch intelligente Umfelderkennung zur intelligenten Erntemaschine.

nen mit Hindernissen vermieden werden. In dem Projekt wird auf die Ergebnisse der Querschnittsprojekte „Selbstoptimierung“, „Mensch-Maschine-Interaktion“ und „Intelligente Vernetzung“ zurückgegriffen. Das vernetzte Sensorsystem wird durch einen Demonstrator und umfangreiche Feldtests validiert und anschließend in eine Erntemaschine integriert.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch das Projekt itsOWL-EUE werden die Effizienz und Sicherheit von Landmaschinen gesteigert – bei gleicher bis verbesserter Qualität der Ernte. Schäden an Mensch und Maschine werden minimiert und Ausfallzeiten verringert. Das Sensorsystem ist auch für weitere Einsatzzwecke nutzbar, wie beispielsweise für fahrerlose Containertransporter in Verladehäfen und in autonomen Multi-Roboter-Systemen.

Projektpartner und -aufgaben

- **Claas Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH, Harsewinkel**
Auswahl Sensorik, Selbstkonfiguration, sensor-gestützter Eingriff, Human Readable Interface, Verifikation
- **Universität Bielefeld, Exzellenzcluster CITEC, Bielefeld**
Laboraufbau, Informationsverarbeitung

Projekt	Elektronische Umfelderkennung bei Erntemaschinen (itsOWL-EUE)
Koordination	Claas Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH Herr Dr.-Ing. Boris Kettelhoit Münsterstraße 33 33428 Harsewinkel Tel.: 05247 12-2318 E-Mail: boris.kettelhoit@claas.com
Projektvolumen	2.433 Tsd. Euro (davon 751 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.07.2014 bis 30.06.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-EUE
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Frau Dipl.-Des. Christiane Peters Tel.: 0721 608-25277 E-Mail: christiane.peters@kit.edu

Projektporät

Per Mausklick zur automatischen Fertigung des individuellen Produkts

Die Anforderungen an die Flexibilisierung von Fertigungsprozessen nehmen kontinuierlich zu. Dies liegt unter anderem an dem Wunsch der Kunden nach individualisierten Produkten, die zunehmend in kleinen Losgrößen nachgefragt werden. Schon jetzt können Kunden über das Internet Produkte, wie beispielsweise industrielle Steckverbinder, aus unterschiedlichen Komponenten individuell zusammenstellen. Aus einer Kundenbestellung sollen zukünftig ab einer Losgröße 1 automatisch Fertigungsaufträge abgeleitet und umgesetzt werden. So kann die Lagerhaltung reduziert und die Lieferzeiten verkürzt werden. Dazu müssen einzelne Fertigungsschritte, wie Schrauben, Montieren oder Prüfen, auftragsspezifisch geplant, parametrisiert und einfach miteinander kombiniert werden. Perspektiven ergeben sich dafür insbesondere durch den Einsatz neuartiger Methoden der Mensch-Roboter-Interaktion, die beispielsweise für die Konfiguration und Programmierung roboterunterstützter Fertigungsschritte für neue Produktvarianten eingesetzt werden können.

Dabei müssen hohe Anforderungen an Zuverlässigkeit und Benutzerfreundlichkeit erfüllt werden, um Akzeptanz bei Mitarbeitern und Kunden zu erzielen.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts itsOWL-FlexiMiR ist die Entwicklung von Hard- und Softwarelösungen für die Modularisierung von Fertigungslinien, um kundenindividuelle Produkte automatisiert herzustellen. Die Fertigungskomponenten sollen individuell miteinander kombiniert werden können und sich dabei zuverlässig sowie ohne aufwendige manuelle Programmierung und Konfiguration an das zu fertigende Produkt anpassen.

Technologie und Methodik

Dazu werden zunächst die Eigenschaften und Funktionen typischer Fertigungskomponenten, wie sie beispielsweise für das Schrauben, Montieren oder Prüfen notwendig sind, maschinenlesbar beschrieben. Darauf aufbauend werden Methoden für die vereinfachte



Um kundenindividuelle Produkte zu ermöglichen, wird zunächst eine Hard- und Softwarelösung entwickelt.

interaktive Konfiguration der Komponenten und ihren Einsatz in Fertigungsmodulen entwickelt. So lassen sich die entstehenden Fertigungslinien effizient für die Herstellung neuer Produktvarianten anpassen. Hierfür wird eine integrierte Softwareplattform entwickelt, die u. a. anhand von Simulationsmodellen die individuelle Kombinierbarkeit und einen störungsfreien Produktionsprozess gewährleisten soll. In dem Projekt wird dafür auf Ergebnisse der Cluster-Querschnittsprojekte „Mensch-Maschine-Interaktion“ und „Selbstoptimierung“ zurückgegriffen. Die Fertigungskomponenten und die Software-Plattform werden anhand eines produktionsnahen Demonstrators technisch validiert und zu Evaluationszwecken anschließend in Produktionsprozesse integriert.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch das Projekt können individualisierte Produkte schnell und effizient gefertigt werden, ohne dass die Prozesszuverlässigkeit beeinträchtigt wird. Der Aufwand für die Inbetriebnahme und Umrüstung von Produktionsanlagen soll um 25 v. H. reduziert werden. Die Benutzerfreundlichkeit steigt, da keine speziellen Roboter- und Programmierkenntnisse für die Bedienung der Anlagen erforderlich sind. Die Projektergebnisse können auf weitere Produktionsverfahren übertragen werden, wie z. B. für die Automobilindustrie.

Projektpartner und -aufgaben

- **Universität Bielefeld, Institut für Kognition und Robotik (CoR-Lab), Bielefeld**
Entwicklung interaktiver Robotiktechnologie als universelle Werkzeug- und Handhabungskomponente
- **HARTING KGaA, Espelkamp**
Entwicklung und Evaluation einer modularen Produktionsplattform mit Assistenzfunktionen zur dynamischen Prozesskonfiguration und Parameteroptimierung

Projekt	Flexible Montage mit integrierter interaktiver Robotik (itsOWL-FlexiMiR)
Koordination	Universität Bielefeld, CoR-Lab Herr Dr.-Ing. Sebastian Wrede Universitätsstraße 25 33615 Bielefeld Tel.: 0521 106-5148 E-Mail: swrede@cor-lab.uni-bielefeld.de
Projektvolumen	640 Tsd. Euro (davon 196 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.07.2015 bis 30.06.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-FlexiMiR
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dr.-Ing. Alexander Lucumi Tel.: 0721 608-28308 E-Mail: alexander.lucumi@kit.edu

Projektporät

Intelligenter Wärmetransport für effiziente Elektrofahrzeuge

Elektrofahrzeuge gewährleisten eine individuelle Mobilität unabhängig von fossilen Brennstoffen bei einem geringen CO₂-Ausstoß. Derzeit hinkt ihre Leistungsfähigkeit jedoch gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor noch stark hinterher, was beispielsweise in einer eingeschränkten Reichweite deutlich wird. Ein Grund hierfür ist die begrenzte Kapazität der Energiespeicher, deren Leistungsfähigkeit stark vom Temperaturniveau abhängt. Hinzu kommt ein hoher Energieverbrauch für das Standard-Thermomanagement des Fahrzeugs. Bei einigen Prozessabläufen, wie z. B. dem Betrieb des Motors, entstehen auf der anderen Seite erhebliche Mengen von Verlustwärme, die bisher energieverbrauchend über Kühlsysteme an die Umgebung abgegeben werden. Diese Verlustwärme kann für eine bedarfsgerechte und gezielte Temperierung z. B. der Speicherbatterie genutzt werden.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts itsOWL-Heatpipe ist die Entwicklung eines selbstregulierenden Thermomanagementsystems für Elektrofahrzeuge. Das System soll sich situations- und bedarfsgerecht auf sich verändernde

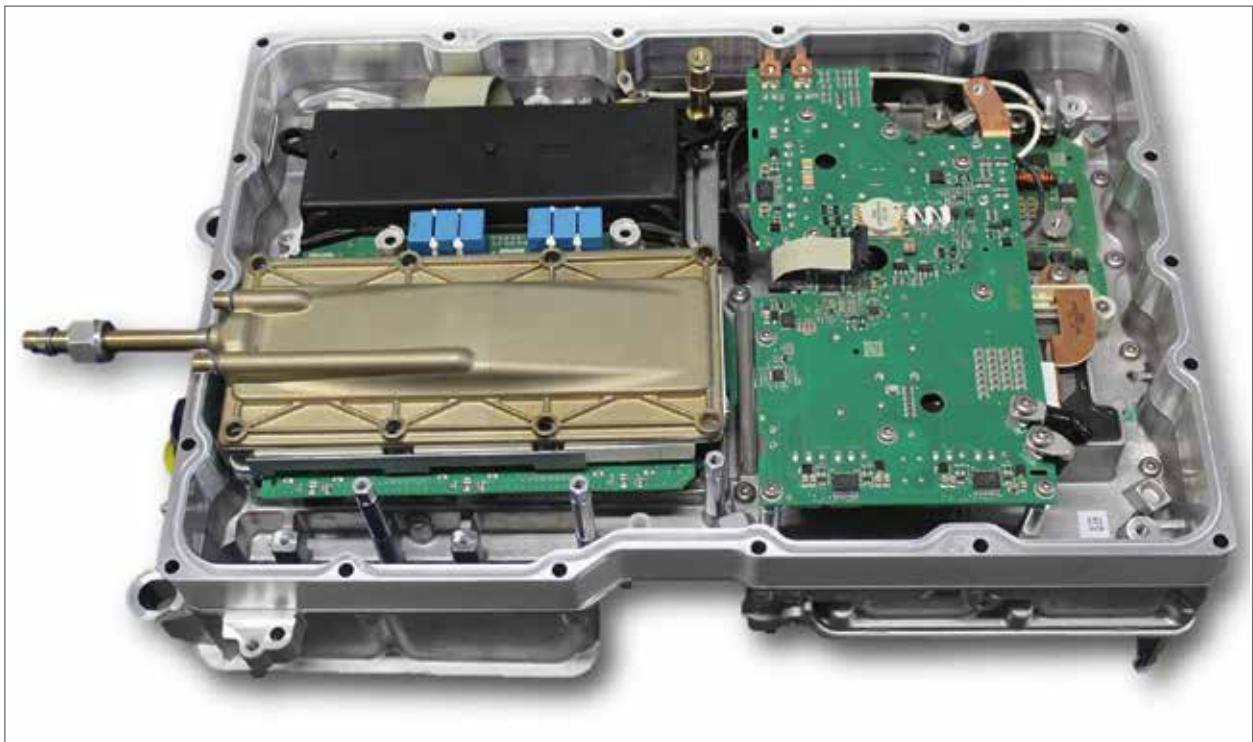
Wärmeüberschüsse und -bedarfe einstellen sowie die Wärmeströme entsprechend lenken und verteilen.

Technologie und Methodik

Dazu werden zunächst die Anforderungen an das Thermomanagementsystem ermittelt, wie beispielsweise der Temperierungsbedarf und die entstehende Verlustwärme. Darauf aufbauend werden Konzepte für neuartige Wärmerohre, sogenannte Loop Heat Pipes, entwickelt. In diesen wird die Verlustwärme durch Verdampfen eines Mediums ohne zusätzliche elektrische Pumpen eigenständig transportiert. Anschließend wird eine intelligente Steuerung konzipiert, die die einzelnen Wärmerohre miteinander vernetzt und eine bedarfsgerechte Verteilung der Wärme an die zu temperierende Stelle im Fahrzeug gewährleistet. Für die Systemauslegung wird ein Simulationsmodell der Funktionsweise der Wärmerohre und deren Steuerung entwickelt. Dabei wird auf Ergebnisse aus den Querschnittsprojekten „Intelligente Vernetzung“ und „Energieeffizienz“ zurückgegriffen. Abschließend wird das System anhand von Demonstratoren unter Realbedingungen getestet und in ein Elektrofahrzeug integriert.



Mehr Energieeffizienz für Elektrofahrzeuge durch intelligentes Thermomanagement.



Loop Heat Pipe Verdampfer zur IGBT Kühlung.

Anwendungen und Ergebnisse

Mit dem Projekt itsOWL-Heatpipe werden die Leistungsfähigkeit und Effizienz von Elektrofahrzeugen erhöht. Angestrebt wird eine Steigerung der Energieeffizienz in Höhe von 4 v. H. Dadurch kann ein weiterer Beitrag zur Etablierung der Elektromobilität geleistet werden, zumal eine Reduzierung der Kosten des Thermomanagements im Fahrzeug in Höhe von 20 v. H. erwartet wird. Die Ansätze sind auf weitere Anwendungsgebiete übertragbar, wie z. B. die Kühlung der Leistungselektronik in Industriemaschinen und im Personennahverkehr.

Projektpartner und -aufgaben

- **Benteler Automobiltechnik GmbH, Paderborn**
Bestimmung der Anforderungen an das Thermo-management, Prototypenfertigung und -test, Demonstratorbau und -test
- **Universität Paderborn, Lehrstuhl für Thermo-dynamik und Energietechnik (ThEt), Paderborn**
Systemkonzepte, Berechnung und Simulation, thermodynamische Systemanalyse

Projekt	Loop Heat Pipe-Systeme als passives Thermo-management in elektrifizierten Fahrzeugen (itsOWL-Heatpipe)
Koordination	Benteler Automobiltechnik GmbH Herr Dr. Martin Pohl An der Talle 27–31 33102 Paderborn Tel.: 05254 81-303230 E-Mail: martin.pohl@benteler.com
Projektvolumen	874 Tsd. Euro (davon 317 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektlaufzeit	01.07.2014 bis 30.06.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-Heatpipe
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dr.-Ing. Alexander Lucumi Tel.: 0721 608-28308 E-Mail: alexander.lucumi@kit.edu

Projektporät

Intelligente Elektromotoren für effiziente Produktionsmaschinen

Die meisten Produktionsmaschinen in der Automobilfertigung werden über Drehstrom-Elektromotoren angetrieben, die Strom in mechanische Energie umwandeln. Veränderbare Produktionsgeschwindigkeiten, wie sie z. B. in Produktionsstraßen der Automobilindustrie benötigt werden, erfordern den Einsatz von sogenannten Umrichtern, die zwischen Motor und Stromnetz geschaltet werden und eine Drehzahlverstellung ermöglichen. Der Einsatz von zurzeit verfügbaren Umrichtern führt zu Spannungsverzerrungen im Stromnetz, die zu Störungen weiterer angeschlossener Geräte führen können. Darüber hinaus erfordert

der auf den Motor montierte Umrichter zusätzlichen Bauraum. Zudem lässt sich die beim Abbremsen der Maschine frei werdende Energie nicht in das Stromnetz zurückspeisen. Diese Aspekte reduzieren die Effizienz der Produktionsmaschine und erhöhen den Energieverbrauch.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts itsOWL-HERA ist die Entwicklung eines innovativen Drehstrom-Elektromotors, der kompakt und energieeffizient ist und nur geringe Störsignale aussendet. Die Innovation liegt in der Umkehr des klassischen Aufbaukonzeptes: Der Umrichter wird nicht mehr außen, zwischen Stromnetz und Motor, sondern innen, auf dem drehenden Teil des Motors, platziert. Der Motor selbst wird dann direkt an das Netz angeschlossen.

Technologie und Methodik

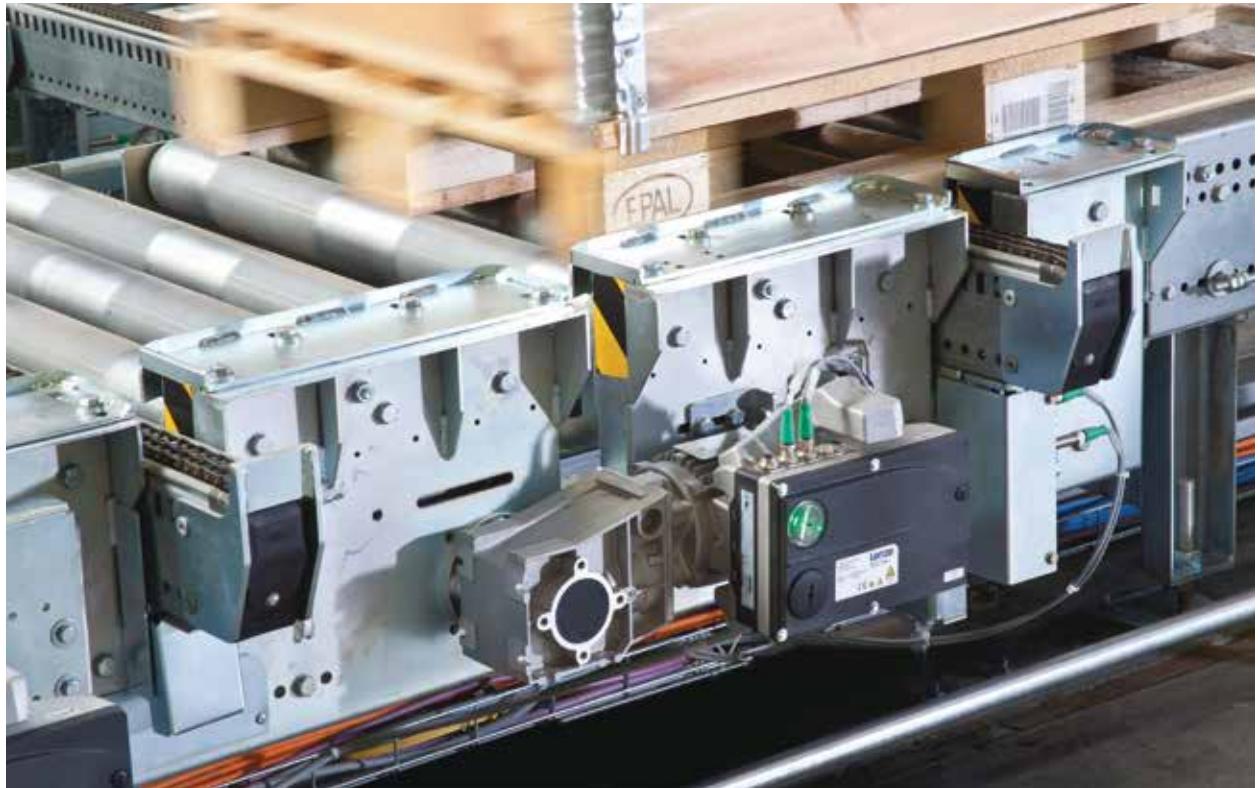
Dazu werden zuerst die Anforderungen an Motoren für Produktionsmaschinen analysiert, wie sie z. B. in einer Automobilfertigung eingesetzt werden. Auf dieser Basis wird abgeleitet, wie und wo der Umrichter platzsparend in dem drehenden Teil des Motors integriert werden kann. Darüber hinaus wird die Motorregelung im integrierten Umrichter mithilfe einer Simulation entworfen und so ausgeführt, dass Energie ins Stromnetz zurückgespeist werden kann. Anschließend werden berührungslose Kommunikationsmethoden entwickelt, die einen Kontakt des drehenden Umrichters, der jetzt nicht mehr durch Kabel und Leitungen mit der Maschinensteuerung verbunden ist, nach außen ermöglichen. In dem Projekt wird auf Ergebnisse der Querschnittsprojekte „Selbstoptimierung“, „Intelligente Vernetzung“, „Energieeffizienz“ und „Systems Engineering“ zurückgegriffen. Der Motor wird anhand eines Demonstrators erprobt und anschließend für Produktionsmaschinen verfügbar gemacht.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch das Projekt können Elektromotoren zukünftig eigenständig ihre Drehzahl an den individuellen Bedarf von Produktionsmaschinen anpassen. Störungen im Stromnetz entfallen, frei werdende Energie kann ins



Vielfacher Einsatz effizienter Antriebe in der Logistik.



Intelligente Lösungen beim Einsatz in der Fördertechnik.

Stromnetz zurückgespeist werden. Darüber hinaus wird die Baugröße des Motors reduziert. Insgesamt wird erwartet, die Energieeffizienz gegenüber vergleichbaren Antrieben um mehr als 10 v. H. zu steigern. Die Ergebnisse können auf weitere Anwendungen übertragen werden, wie z. B. auf Nebenaggregate von Nutzfahrzeugen, Antriebe für Postverteilzentren und Getränkeabfüllmaschinen.

Projektpartner und -aufgaben

- **Lenze Drives GmbH, Extertal**
Konzeption, Entwicklung und Validierung der integrierten Motoren- und Umrichtertechnik
- **Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Labor für Leistungselektronik und elektrische Antriebe, Labor für Laser- und Mikrotechnik, Lemgo**
Mechatronischer Systementwurf, Funkkommunikation, Netzrückwirkungen, Laser-Direkt-Strukturierung für Leistungselektronik

Projekt	Hochintegrierter Elektronikmotor mit rotierender Antriebselektronik (itsOWL-HERA)
Koordination	Lenze Drives GmbH Herr Dipl.-Ing. Andreas Tolksdorf Breslauer Straße 3 32699 Extertal Tel.: 05154 82-2550 E-Mail: andreas.tolksdorf@lenze.com
Projektvolumen	1.551 Tsd. Euro (davon 481 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektlaufzeit	01.07.2014 bis 30.06.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-HERA
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dr.-Ing. Paul Armbruster Tel.: 0721 608-26209 E-Mail: paul.armbruster@kit.edu

Projektporät

Leistungsfähige und kompakte Ladegeräte für mehr Elektromobilität

Vor dem Hintergrund begrenzter Ressourcen können Elektrofahrzeuge eine nachhaltige und effiziente Form der Mobilität ermöglichen. Eine wichtige Funktion bei Elektrofahrzeugen kommt dem Ladegerät im Fahrzeug zu, das den aus der Ladestation aufgenommenen Wechselstrom in Gleichstrom umwandelt und an die Spannungshöhe der Fahrzeugbatterie anpasst. Das derzeit noch relativ hohe Gewicht und Bauvolumen der Ladegeräte wirkt sich negativ auf den Energieverbrauch von Elektrofahrzeugen aus und verringert deren Reichweite und Effizienz.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts itsOWL-HLE ist es daher, ein leistungsstarkes und kompaktes Ladegerät für Elektrofahrzeuge zu entwickeln. Durch Optimierung des elektrischen Leistungsflusses soll der Wirkungsgrad

der eingesetzten Energie erhöht und Volumen sowie Gewicht der Geräte reduziert werden. Darüber hinaus wird ein modellbasiertes Entwurfsverfahren erarbeitet, mit dem die Bauelemente eines Laders für unterschiedliche Fahrzeuge individuell zusammengestellt werden können.

Technologie und Methodik

Zunächst werden neuartige Schaltzellen für die Ladegeräte entwickelt, in denen Halbleiterschalter den Gleichstrom in Wechselstrom umwandeln. Diese sollen bei gesteigerter Leistung leicht sein und ein geringes Volumen besitzen. Dazu werden Technologien für den mechanischen Aufbau der Schaltzellen aus dem Bereich kleiner Ladegeräte für z. B. Mobiltelefone genutzt und für die hier erforderlichen hohen Leistungen angepasst. Außerdem sollen innovative Halbleiterma-



Durch eine intelligente Steuerung und Regelung des Laders wird eine optimale Übertragung des Stroms an die Batterie gewährleistet.

terialien eingesetzt werden. Durch eine intelligente Steuerung und Regelung des Laders wird eine optimale Übertragung des Stroms an die Batterie gewährleistet. Auf Basis einer mathematischen Modellierung und Simulation des elektrischen und thermischen Verhaltens der Komponenten wird ein Entwurfsverfahren erarbeitet, um leistungsfähige und kompakte Ladegeräte für unterschiedliche Fahrzeuge entwickeln zu können. In dem Projekt wird auf Ergebnisse der Querschnittsprojekte „Energieeffizienz“ und „Selbstoptimierung“ zurückgegriffen. Die Projektergebnisse werden anhand eines Demonstrators evaluiert.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch das Projekt wird die Leistungsfähigkeit von Ladegeräten für Elektrofahrzeuge deutlich erhöht. Eine Volumen- und Gewichtsreduzierung um 20 v. H. wird angestrebt. Damit werden die Reichweite und somit insgesamt auch die Effizienz von Elektrofahrzeugen gesteigert. Zudem kann durch das Entwurfsverfahren die Entwicklung und der Einbau von Ladegeräten vereinfacht werden. Das Projekt leistet einen wichtigen Beitrag, die Wettbewerbsfähigkeit von Elektromobilität zu erhöhen. Zusätzlich sind die Neuentwicklungen auf weitere Anwendungen im Bereich elektronischer Stromwandler für den Fahrzeugantrieb sowie Stromversorgungen für Server-, Telekommunikations- und Rechenanlagen übertragbar.

Projektpartner und -aufgaben

- **Delta Energy Systems (Germany) GmbH, Soest**
Entwicklung des Laders und Aufbau eines Demonstrators
- **Universität Paderborn, Fachgebiet Leistungs-elektronik und Elektrische Antriebstechnik (LEA), Paderborn**
Modellbasierte Optimierung des Laders

Projekt	Hochkompakte Lader zur intelligenten Netz-integration von Elektrofahrzeugen (itsOWL-HLE)
Koordination	Delta Energy Systems (Germany) GmbH Herr Heiko Figge Coesterweg 45 59494 Soest Tel.: 02921 987-263 E-Mail: heiko.figge@deltaww.com
Projektvolumen	890 Tsd. Euro (davon 271 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.10.2014 bis 31.03.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-HLE
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dr.-Ing. Paul Armbruster Tel.: 0721 608-26209 E-Mail: paul.armbruster@kit.edu

Projektporät

Effiziente Nutzfahrzeuge durch intelligente Antriebstechnik

In Nutzfahrzeugen werden Nebenaggregate wie Klimakompressoren, Lüfter und Hydraulikpumpen bisher durch den Verbrennungsmotor mit angetrieben. Die Leistung, die zum Antrieb dieser Aggregate zur Verfügung steht, ist an die Drehzahl des Verbrennungsmotors gekoppelt und kann nicht bedarfsgerecht gesteuert werden. Daher müssen die Aggregate so ausgelegt sein, dass sie auch bei niedriger Drehzahl des Motors funktionieren. Dies hat zur Folge, dass sich das Gewicht und die Größe der Aggregate erhöhen. Beide Aspekte gehen zulasten des effizienten Betriebs der Nutzfahrzeuge, was sich negativ auf den Kraftstoffverbrauch auswirkt. Ein großes Potenzial birgt daher die Elektrifizierung der Antriebe für die Nebenaggregate.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts itsOWL-ImWR ist die Entwicklung eines modularen, elektrischen Antriebssystems für die Nebenaggregate von Nutzfahrzeugen. Dadurch soll die Leistung für den Betrieb unterschied-

licher Aggregate individuell und bedarfsgerecht angepasst werden. Gleichzeitig sollen das Gewicht und die Größe der Aggregate reduziert werden.

Technologie und Methodik

Dazu werden zunächst die Einsatzbedingungen und die erforderliche Leistung der einzelnen Aggregate für unterschiedliche Fahrzeugtypen analysiert. Auf dieser Grundlage werden unterschiedliche Antriebsmodule entwickelt, mit denen die einzelnen Aggregate elektrisch betrieben werden können. Eine intelligente Steuerung und Vernetzung der Module mit der Energiequelle stellt sicher, dass die Leistung für den Antrieb des jeweiligen Aggregats optimal angepasst wird. Anschließend wird ein Konzept für die eigenständige Implementierung und Konfiguration der Antriebsmodule in unterschiedlichen Fahrzeugen erarbeitet. In dem Projekt wird auf Ergebnisse der Querschnittsprojekte „Selbstoptimierung“, „Intelligente Vernetzung“, „Energieeffizienz“ und „Systems Engineering“ zurückgegriffen. Das Antriebssystem wird anhand eines Demonstrators getestet und danach in Nutzfahrzeuge integriert.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch das Projekt wird die Effizienz des Antriebs von Fahrzeugaggregaten erhöht. Der Kraftstoffverbrauch wird reduziert und der Wirkungsgrad der eingesetzten Energie optimiert. Darüber hinaus können die Größe und das Gewicht der Aggregate reduziert werden. Insgesamt werden Ressourceneinsparungen von bis zu 40 v. H. erwartet. Durch den modularen Aufbau und die eigenständige Konfiguration ist das Antriebssystem für eine Vielzahl von Nutzfahrzeugen anwendbar wie beispielsweise Busse, Lkws und Landmaschinen.



Durch einen intelligenten elektrischen Antrieb, z. B. bei einem Kreiselschwader, können einzelne Aggregate in Nutzfahrzeugen bedarfsgerecht und effizient gesteuert werden.



Mensch – Mobile Maschine: Intelligente Vernetzung der Module mit der Fahrzeugsteuerung.

Projektpartner und -aufgaben

- **Karl E. Brinkmann GmbH, Barntrup**
Systementwicklung und Testsystemplanung
- **Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Fachgebiet Simulation technischer Systeme (SimtS), Institut für industrielle Informationstechnik (inIT), Lemgo**
Simulation und Konfigurationskonzept, intelligente Vernetzung

Projekt	Innovatives modulares Antriebswechselrichtersystem für die Elektrifizierung von Nebenaggregaten in Fahrzeuganwendungen (itsOWL-ImWR)
Koordination	Karl E. Brinkmann GmbH Herr Thorsten Sigges Fürsterweg 38 32683 Barntrup Tel.: 05263 401-287 E-Mail: thorsten.sigges@keb.de
Projektvolumen	2.254 Tsd. Euro (davon 690 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.07.2014 bis 30.06.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-ImWR
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dr.-Ing. Paul Armbruster Tel.: 0721 608-26209 E-Mail: paul.armbruster@kit.edu

Projektporät

Intelligente Produkte und Produktionssysteme aus OWL werden international

Im Spaltencluster entsteht eine einzigartige Technologieplattform für intelligente technische Systeme, mit der Unternehmen die Zuverlässigkeit, Ressourceneffizienz und Benutzerfreundlichkeit ihrer Produkte und Produktionssysteme steigern können. National finden die Aktivitäten und Kompetenzen des Spaltenclusters in Wirtschaft und Wissenschaft bereits ein hohes Interesse, international sind sie jedoch noch nicht ausreichend sichtbar. Darüber hinaus sind die Clusterpartner nur teilweise international tätig, sehen dort aber große Chancen, ihre Marktposition und Leistungsfähigkeit zu stärken. In der Clusterstrategie wurde als Hauptziel eine Spaltenposition im globalen Wettbewerb auf dem Gebiet intelligente technische Systeme definiert. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen die Internationalisierung und Strahlkraft von it's OWL ausgebaut werden.

Aufgaben und Ziele

Ziel der Nachhaltigkeitsmaßnahme itsOWL-In ist die Entwicklung von Aktivitäten und Angeboten, um den Cluster in Wirtschaft und Wissenschaft international zu vernetzen und sichtbar zu machen. Dabei werden zahlreiche Partner des Technologienetzwerks eingebunden.

Technologie und Methodik

Dazu werden zunächst in einem Benchmark die Stärken und Schwächen des Clusters im Vergleich zu internationalen Referenzregionen ermittelt wie beispielsweise Technologiekompetenz, Clusterstruktur und Marktposition. Auf dieser Grundlage werden geeignete Regionen und Cluster identifiziert, die die Struktur und Kompetenzen von it's OWL ergänzen. Mit diesen wer-



Benchmark, Marketingkonzept und die Einrichtung eines Kompetenzcenters steigern die Internationalisierung.

den Kooperationsvereinbarungen geschlossen und gemeinsame Aktivitäten wie z. B. Workshops, Konferenzen und Austausch von Nachwuchskräften entwickelt. Zudem wird ein internationales Marketingkonzept mit konkreten Instrumenten wie Kongresse, Messen und Leitmedien entwickelt, um die Kompetenzen von it's OWL in ausgewählten Regionen und Zielmärkten zu präsentieren. Abschließend wird ein Kompetenzcenter Internationalisierung eingerichtet, um Clusterpartner mit internationalen Partnern zusammenzuführen und Kooperationsprojekte zu entwickeln. Die Ergebnisse und Erfahrungen werden kontinuierlich evaluiert und in die Weiterentwicklung der Aktivitäten und Angebote eingebunden.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch das Projekt werden die Internationalisierung und Ausstrahlung des Clusters gestärkt. Clusterpartner erhalten Kontakte zu neuen Kooperationspartnern und Zugänge zu neuen Märkten. Damit wird ein wichtiger Beitrag geleistet, die Ziele der Spaltencluster-Strategie zu erreichen. Durch die Entwicklung von Geschäftsmodellen werden die Ansätze auch nach der Förderdauer weitergeführt und den Clusterpartnern verfügbar gemacht, um den angestoßenen Prozess kontinuierlich weiterzutreiben. Die Ansätze und Erfahrungen sind auf weitere Branchen und Cluster wie z. B. Medizintechnik und Kunststoffindustrie übertragbar.

Projektpartner und -aufgaben

- it's OWL Clustermanagement GmbH, Paderborn**
Internationales Benchmark, Marketingkonzept und -instrumente, Aufbau eines Kompetenzcenters, Beratung von Unternehmen, Zusammenführung von Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft für gemeinsame Projekte

Projekt	Nachhaltigkeitsmaßnahme Internationalisierung – Regional vernetzt, global erfolgreich (itsOWL-In)
Koordination	it's OWL Clustermanagement GmbH Herr Günter Korder Zukunftsmeile 1 33102 Paderborn Tel.: 05251 5465-277 E-Mail: g.korder@its-owl.de
Projektvolumen	390 Tsd. Euro (davon 390 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.07.2014 bis 30.06.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-In
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dr.-Ing. Alexander Lucumi Tel.: 0721 608-28308 E-Mail: alexander.lucumi@kit.edu

Projektporät

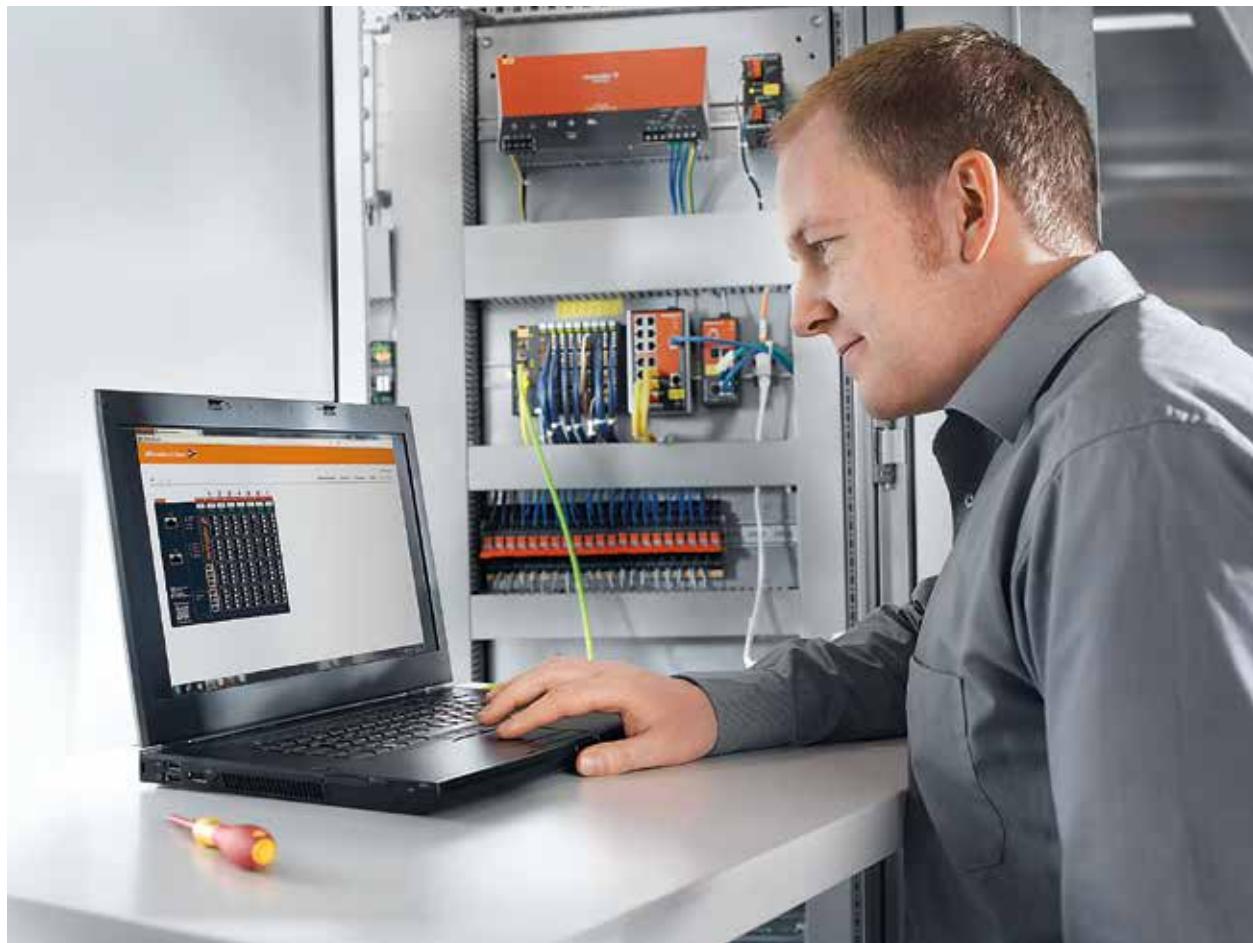
Kleiner Chip – großer Effekt für die wandlungsfähige Produktion

Unsere Volkswirtschaft setzt auf Hightech-Produkte wie z. B. computerbasierte Maschinensteuerungen. Diese haben meistens nur kurze Produktlebenszyklen und geringe Losgrößen. Daher müssen die Maschinen und automatisierten Anlagen zur Herstellung dieser Produkte immer wieder schnell für neue Fertigungsprozesse umgerüstet und in Betrieb genommen werden. Dies erfordert den Einsatz von wandlungsfähigen Anlagen. Grundlage der Wandlungsfähigkeit sind innovative elektronische Automatisierungskomponenten, die künftig um sogenannte System-on-Chip-Bausteine ergänzt werden sollen. Bei diesen handelt es sich um Mikrochips, die sich durch Softwarebefehle oder äußere elektrische Schaltungen kurzfristig umkonfi-

gurieren lassen. Damit versprechen sie ein Höchstmaß an Flexibilität und werden für die Automatisierungs-technik interessant. Allerdings ist für diese Bausteine noch keine automatisierungsgerechte Hard- und Softwarearchitektur verfügbar.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts itsOWL-InnoArchIT ist die Entwicklung von flexiblen Hard- und Software-lösungen für die Automatisierung von Maschinen und Anlagen auf Basis dieser Mikrochips. Darüber hinaus werden Entwurfsverfahren für die einfache Integration der System-on-Chips in Automatisierungseinrichtun-gen für Maschinen und Anlagen entwickelt.



Flexible Hard- und Softwarearchitekturen für eine wandlungsfähige Produktion.

Technologie und Methodik

Für diesen neuartigen Ansatz werden die Produktionsbedingungen, Maschineneinstellungen und Anforderungen an Automatisierungsgeräte analysiert. Dann werden Funktionen wie Zustandsüberwachung, Datenverschlüsselung und Selbstkonfiguration in Mikrochips implementiert. Automatisierungsgeräte können so Maschinendaten schneller auswerten und Maschineneinstellungen automatisch an neue Produktionsprozesse anpassen. Darüber hinaus werden Entwurfsverfahren konzipiert, mit denen die System-on-Chip-Automatisierungslösungen leicht angepasst und mit geringem Aufwand für unterschiedliche Produktionsprozesse programmiert werden können. Dabei wird auf Ergebnisse der Querschnittsprojekte „Selbstoptimierung“, „Intelligente Vernetzung“ und „Systems Engineering“ zurückgegriffen. An einem Demonstrator werden die Automatisierungsgeräte und Entwurfsverfahren getestet und zur Evaluation in Produktionsanlagen integriert.

Anwendungen und Ergebnisse

System-on-Chips werden die Wandlungsfähigkeit von Produktionsprozessen bei gleichzeitiger Reduktion des Aufwandes für Engineering, Inbetriebnahme und Umrüstung von Maschinen und Anlagen erhöhen. Dadurch steigt die Benutzerfreundlichkeit. Durch die innovativen Entwurfsverfahren wird die Grundlage geschaffen, entwickelte Automatisierungslösungen einfach auf weitere Maschinen und Anlagen beispielsweise in die Energie- und Verkehrstechnik zu übertragen.

Projektpartner und -aufgaben

- **Weidmüller Interface GmbH & Co. KG, Detmold**
Analyse und Anforderungsprofil für flexible Automatisierungssysteme, Integration der Hardware- und Softwarearchitekturen
- **Universität Paderborn, Institut für Informatik, Paderborn**
Prototyp einer Hardware- und Softwarearchitektur, Spezifikation und Aufbau einer Messinfrastruktur, Methoden zur Analyse von Funktionen und Performance

Projekt	Innovative Hardware und Software Architekturen durch Industrial IT (itsOWL-InnoArchIT)
Koordination	Weidmüller Interface GmbH & Co. KG Herr Dr. Jan Stefan Michels Klingenbergsstraße 16 32758 Detmold Tel.: 05231 1429-2197 E-Mail: janstefan.michels@weidmueller.de
Projektvolumen	872 Tsd. Euro (davon 269 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.10.2014 bis 30.06.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-InnoArchIT
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dipl.-Ing. Thomas Rosenbusch Tel.: 0721 608-25273 E-Mail: thomas.rosenbusch@kit.edu

Projektporät

Mehr Effizienz und Benutzerfreundlichkeit durch intelligente Werkzeugmaschinen

Die steigende Nachfrage nach individualisierten Produkten stellt produzierende Unternehmen vor große Herausforderungen. Maschinen und Anlagen, wie beispielsweise Werkzeugmaschinen, müssen flexibel fertigen und Ressourcen effizient einsetzen. Gleichzeitig gilt es, die Qualität des Produkts und eine einfache Bedienung zu sichern. Bisher müssen Werkzeugmaschinen überwiegend manuell eingerichtet werden, wenn die Umstellung auf die Fertigung eines anderen Produkts erfolgt. Darüber hinaus können Fehler, wie z. B. eine Abweichung in der Produktqualität, im Produktionsprozess nicht erkannt und behoben werden. Dadurch entstehen Ausfallzeiten der Maschinen und Ausschuss in der Produktion. Neue Entwicklungen in der Informationstechnik wie auch optische Erkennungssysteme und Messtechniken bieten die Möglichkeit, die Automatisierung von Werkzeugmaschinen zu erhöhen.



Die intelligente Werkzeugmaschine sorgt für eine selbstständige Einstellung der Maschine.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Projekts itsOWL-iWZM ist die Entwicklung einer intelligenten Werkzeugmaschine, die eigenständig die Einrichtung der Maschine für unterschiedliche Bearbeitungsprozesse vornimmt und die Qualität des fertigen Werkstücks überprüft.

Technologie und Methodik

Dazu werden in einem ersten Schritt die Anforderungen an die Automatisierung unterschiedlicher Bearbeitungsprozesse ermittelt. Auf dieser Grundlage werden geeignete optische Erkennungssysteme entwickelt, wie beispielsweise eine Bildverarbeitung durch eine 3D-Kamera. Durch eine neuartige Messtechnik und mathematische Algorithmen werden das zu bearbeitende Werkstück und der Arbeitsraum analysiert und eine automatische Einrichtung der Maschine für den jeweiligen Bearbeitungsprozess vorgenommen. Die

Qualität des fertigen Produkts wird dadurch überprüft, dass ein automatischer Abgleich mit den Soll-Daten aus dem CAD-System erfolgt. Im Projekt wird auf Ergebnisse der Querschnittsprojekte „Selbstoptimierung“, „Mensch-Maschine-Interaktion“, „Intelligente Vernetzung“, „Energieeffizienz“ und „Systems Engineering“ zurückgegriffen. Anhand eines Demonstrators werden die Verfahren erprobt und anschließend in die Werkzeugmaschine integriert.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch das Projekt itsOWL-iWZM kann zukünftig eine Flexibilitätssteigerung von Werkzeugmaschinen erreicht werden, ohne dass die Zuverlässigkeit des Bearbeitungs-



prozesses und die Qualität des Produkts beeinträchtigt werden. Durch die automatische Einrichtung werden Effizienzsteigerungen in Höhe von 20 v. H. erwartet. Manuelle Nachjustierungen und Neueinstellungen der Maschine entfallen, sodass die Bedienung vereinfacht wird. Die entwickelten Verfahren können auch in weiteren Produktionsmaschinen eingesetzt werden, wie beispielsweise in Stanz- und Biegemaschinen.

Projektpartner und -aufgaben

- **Gildemeister Drehmaschinen GmbH, Bielefeld**
Optimierung des Einrichtvorgangs, Nullpunktsuche
- **Blum-Novotest GmbH, Grünkraut**
Verifikation, optimiertes Einrichten
- **Carl Zeiss Optotechnik GmbH, Neubeuern**
Sensorikkonzepte, Komponentenerkennung
- **Universität Bielefeld, Exzellenzcluster CITEC, Bielefeld**
Testaufbauten, Informationsverarbeitung, Lageerkennung

Projekt	Intelligente Werkzeugmaschine (itsOWL-iWZM)
Koordination	Gildemeister Drehmaschinen GmbH Herr Michael Kirchhoff Gildemeisterstraße 60 33689 Bielefeld Tel.: 05205 74-12821 E-Mail: michael.kirchhoff@dmgmori.com
Projektvolumen	2.046 Tsd. Euro (davon 685 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektlaufzeit	01.07.2014 bis 30.06.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-iWZM
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projekträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dr.-Ing. Paul Armbruster Tel.: 0721 608-26209 E-Mail: paul.armbruster@kit.edu

Projektporät

Hochpräzises Umformen von Metallteilen durch Selbstkorrektur

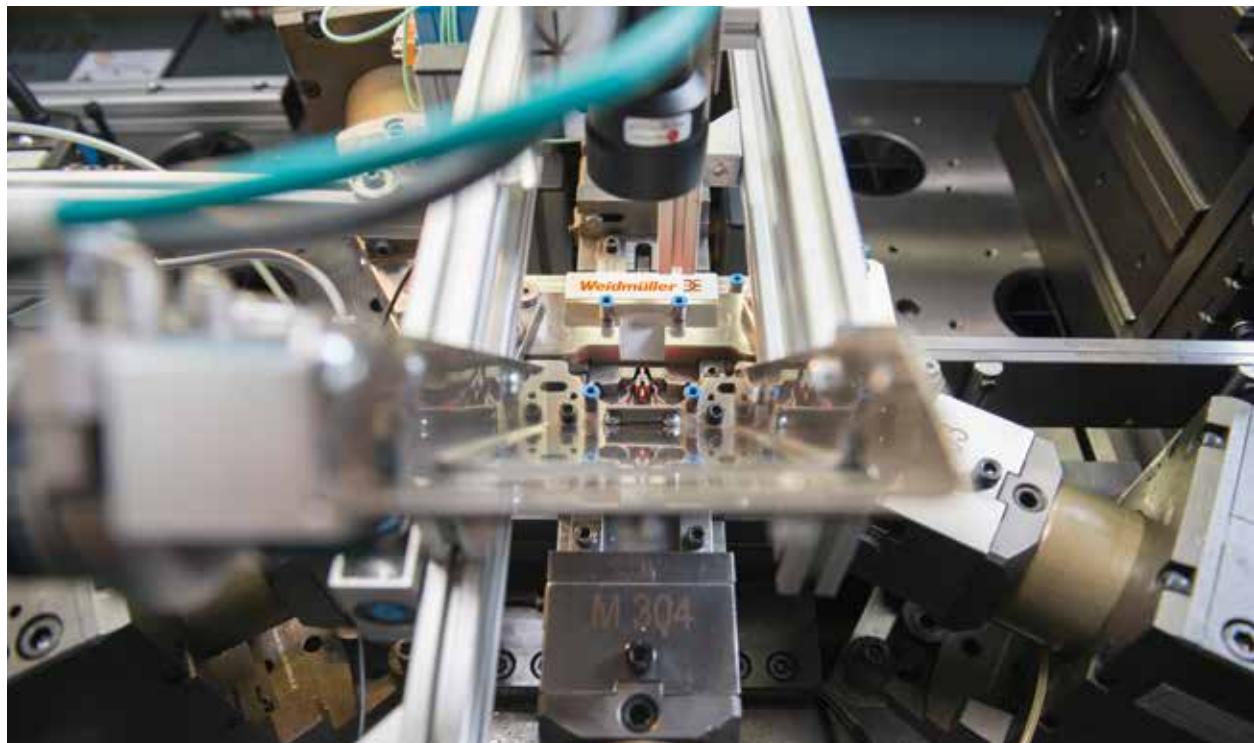
Elektrische Kontakte sind das Herzstück von Komponenten der elektronischen Verbindungs- und Automatisierungstechnik, wie beispielsweise von Steckern in Steuerungen und Schaltgeräten. Da sie für den zuverlässigen Betrieb von Maschinen und Anlagen verantwortlich sind, werden hohe Anforderungen an die Präzision der kleinen Metallteile gestellt. Diese Metallteile werden durch Umformprozesse hergestellt, die sehr empfindlich für Änderungen in den Betriebsbedingungen wie z. B. Materialeigenschaften oder Temperatur sind. Um die Qualität zu gewährleisten und den Ausschuss klein zu halten, ist ein aufwendiges Einrichten der Produktionsmaschinen notwendig. Gesucht sind Verfahren, mit denen die Einstellungen der Produktionsmaschinen bei Änderungen der Materialeigenschaften des Rohmaterials automatisiert nachjustiert werden können. Durch neuartige Technologien der Selbstkorrektur sollen zukünftig die Qualität, Zuverlässigkeit und Effizienz des Umformprozesses optimiert werden.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts itsOWL-SelfXPro2 ist die Entwicklung von Regelungsstrategien, Sensoren und Aktoren für selbstkorrigierende Umformprozesse im Bereich der elektronischen Verbindungs- und Automatisierungstechnik. Die Produktionsmaschinen sollen sich für unterschiedliche Produkte eigenständig an sich ändernde Betriebsbedingungen anpassen.

Technologie und Methodik

Dazu werden die Anforderungen an die zu fertigenden Komponenten, die Materialeigenschaften und die Parameter des Umformprozesses analysiert. Auf dieser Grundlage werden Regelungsstrategien und -algorithmen für die Selbstkorrektur des Umformprozesses entwickelt. In einem nächsten Schritt werden innovative Sensoren und Aktoren konzipiert. Diese erkennen Abweichungen im Material und in den Betriebsbedingungen und unterstützen die autarke Anpassung der Maschineneinstellungen. In dem Projekt wird auf



Durch Selbstkorrektur werden Umrüstzeiten und Ausschuss bei der Produktion reduziert.



Implementierung der Strategie zur Selbstkorrektur auf der Maschinensteuerung bei Weidmüller.

Ergebnisse der Cluster-Querschnittsprojekte „Selbst-optimierung“ und „Intelligente Vernetzung“ zurückgegriffen. Die Sensoren, Aktoren und Regelung werden anhand eines Demonstrators und anschließend in einer prototypischen Umgebung validiert. Darüber hinaus werden sie in einem Baukasten für weitere Anwendungen verfügbar gemacht.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch die Projektergebnisse werden die Zuverlässigkeit, Qualität und Effizienz bei der Produktion von elektrischen Kontakten der elektronischen Verbindungs- und Automatisierungstechnik erhöht. Der Aufwand für das Einrichten und Umrüsten der Maschinen sowie der Ausschuss werden reduziert. Insgesamt wird eine Produktivitäts- und Effizienzsteigerung von 10 v. H. angestrebt. Die Ergebnisse können auf weitere Produktionsprozesse übertragen werden, wie z. B. auf Elemente der Automobil- und der Möbelindustrie. Über Transferprojekte und Engineering-Unternehmen von it's OWL werden die entwickelten Technologien für weitere Unternehmen verfügbar gemacht.

Projektpartner und -aufgaben

- **Weidmüller Interface GmbH & Co. KG, Detmold**
Entwicklung einer Selbstkorrektur für Umformprozesse im Bereich der Verbindungstechnik
- **Universität Paderborn, Lehrstuhl für Umformende und Spanende Fertigungstechnik, Paderborn**
Entwicklung der Technologien und Methoden sowie der Aktorik für die Selbstkorrektur-Funktionen

Projekt	Selbstkorrigierende Fertigung von Komponenten der elektrischen Verbindungstechnik (itsOWL-SelfXPro2)
Koordination	Weidmüller Interface GmbH & Co. KG Herr Dr. Jan Stefan Michels Klingenbergsstraße 16 32758 Detmold Tel.: 05231 1429-2197 E-Mail: janstefan.michels@weidmueller.de
Projektvolumen	1.053 Tsd. Euro (davon 325 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.07.2015 bis 30.06.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-SelfXPro2
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dipl.-Ing. Thomas Rosenbusch Tel.: 0721 608-25273 E-Mail: thomas.rosenbusch@kit.edu

Projektporät

Optimale Veredelung von Rohprodukten

Bei der industriellen Herstellung von Lebensmitteln wie Molkereierzeugnissen oder Ölen bestehen hohe Anforderungen an die Produktqualität. Rohprodukte werden dazu in einem mehrstufigen Prozess veredelt. Dies geschieht u. a. durch Zentrifugen – sogenannte Separatoren –, bei denen mithilfe der Zentrifugalkraft unerwünschte Substanzen vom Gut getrennt werden. Um eine zuverlässige Trennung zu gewährleisten, sind konstante Betriebsbedingungen erforderlich, wie z. B. Temperatur, Drehzahl und Zusammensetzung der Rohprodukte. Diese sind jedoch häufig nicht gegeben, da die Zentrifuge in einen übergeordneten, schwankungsbehafteten Produktionsprozess eingebunden ist. Um Verfahrensabläufe zu optimieren, ist ein umfangreiches maschinen- und prozesseitiges Wissen erforderlich, das bei der Inbetriebnahme der Zentrifugen häufig nur eingeschränkt vorhanden ist. Beide Aspekte führen zu Ausschuss und Ausfallzeiten der Maschinen. Um die Zuverlässigkeit und Effizienz des Trennprozesses zu steigern, müssen sich die Separatoren eigenständig an sich ändernde Bedingungen anpassen und dabei auch auf das notwendige Expertenwissen zugreifen.



Eine intelligente Sensorik und eine Datenbank mit Expertenwissen steigern die Zuverlässigkeit und Effizienz des Prozesses.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts itsOWL-Separatori40 ist die Entwicklung eines virtuellen Systemmodells, um Hard- und Softwarelösungen für intelligente Zentrifugen zu konzipieren. Darüber hinaus werden eine intelligente Sensorik und eine Datenbank erarbeitet, in der Expertenwissen verfügbar gemacht wird.

Technologie und Methodik

Dazu werden die Betriebsbedingungen, wie z. B. Verarbeitungstemperatur, und Verfahrensabläufe, wie z. B. die einzelnen Trennvorgänge, für unterschiedliche Rohprodukte erhoben. Diese werden in einem virtuellen Systemmodell zusammengeführt, mit dem modulare Software- und Hardwarelösungen für intelligente Separatoren entwickelt werden können. Auf dieser Grundlage wird eine intelligente Sensorik erarbeitet, die die Betriebsbedingungen im Separator analysiert und Abweichungen vom Soll-Zustand erkennt. In einer Datenbank wird das erforderliche Expertenwissen in Form von mathematischen Regeln abgebildet, sodass eine eigenständige Auswertung der Sensorsignale erfolgen kann. In dem Projekt wird auf Ergebnisse der Querschnittsprojekte „Systems Engineering“, „Intelligente Vernetzung“ und „Selbstoptimierung“ zurückgegriffen. Anhand eines Demonstrators werden die Sensorik und die Datenbank validiert und in Zentrifugen integriert.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch das Projekt werden die Zuverlässigkeit und Effizienz des Separationsprozesses erhöht. Insgesamt wird eine Effizienzsteigerung von mindestens 10 v. H. erwartet. Das virtuelle Systemmodell ist die Grundlage für die Entwicklung intelligenter Zentrifugen und die Implementierung weiterer Technologien, wie z. B. Fernwartung. Die Sensorik und das Expertensystem können auf weitere Branchen, wie z. B. auf die Medizintechnik, übertragen werden.



Optimale Veredelung von Lebensmitteln.

Projektpartner und -aufgaben

- GEA Westfalia Separator Group GmbH, Oelde**
Entwicklung einer intelligenten Sensorik, Datenbank mit Expertenwissen, Demonstrator
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (IPT), Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik, Paderborn**
Fachdisziplinübergreifende Entwicklungs-methodik, Systemmodellierung, mechatronische Modularisierung

Projekt	Intelligenter Separator für die Industrie 4.0 (itsOWL-Separatori40)
Koordination	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (IPT) Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik Herr Dr.-Ing. Roman Dumitrescu Zukunftsmeile 1 33102 Paderborn Tel.: 05251 5465-124 E-Mail: roman.dumitrescu@ipt.fraunhofer.de
Projektvolumen	1.001 Tsd. Euro (davon 311 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.07.2014 bis 30.06.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-Separatori40
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dr.-Ing. Alexander Lucumi Tel.: 0721 608-28308 E-Mail: alexander.lucumi@kit.edu

Projektporät

Mit Technologietransfer den Mittelstand wettbewerbsfähig machen

In den fünf Querschnittsprojekten des Spitzenclusters entwickeln die Forschungseinrichtungen neue Technologien und Methoden in den Bereichen Selbstoptimierung, Mensch-Maschine-Interaktion, Intelligente Vernetzung, Energieeffizienz und Systems Engineering. Dadurch entsteht eine einzigartige Technologieplattform, mit der Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe die Zuverlässigkeit, Ressourceneffizienz und Benutzerfreundlichkeit ihrer Produkte und Produktionssysteme steigern können. Viele Unternehmen – insbesondere kleine und mittlere (KMU) – haben nicht ausreichend Wissen, Erfahrung und Ressourcen, um die Potenziale dieser neuen Technologien für ihr Unternehmen zu bewerten und sie bedarfsgerecht in ihre Produkte und Produktionsprozesse zu implementieren.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts itsOWL-TT ist die Entwicklung und Umsetzung von Veranstaltungen und Workshops, um Unternehmen über die Potenziale der Technologieplattform zu informieren. Darüber hinaus werden Transferprojekte konzipiert, um die neuen Technologien und Methoden angepasst an die individuellen Bedarfe in Unternehmen einzuführen. Dabei werden die Forschungs- und Transferpartner des Spitzenclusters eingebunden.



In Transferprojekten werden Technologien für intelligente Produkte und Produktionssysteme in KMU eingeführt.

Technologie und Methodik

Dazu werden Transferveranstaltungen und Erfahrungsaustauschgruppen entwickelt, in denen die Ansätze und Wirkungen der Technologieplattform aus der Perspektive von KMU aufbereitet und konkretisiert werden. Vertiefende Workshops dienen der Qualifizierung für die Anwendung einzelner Technologien. Darauf aufbauend werden in individuellen Beratungen Handlungsbedarfe sowie geeignete Technologien und Forschungspartner für Unternehmen identifiziert. Auf dieser Grundlage werden diese Technologien in Transferprojekten im Umfang von fünf bis zehn Personenmonaten in Kooperation mit den Forschungspartnern in die Unternehmen integriert. Dabei geht es z. B. um Potenzialanalysen für Selbstoptimierung, die Evaluation von Bedienschnittstellen, die vereinfachte Inbetriebnahme und Rekonfiguration von Anlagen oder Betriebsstrategien für ein effizientes Energiemanagement. Insgesamt werden rund 120 Transferprojekte umgesetzt. Durch eine regelmäßige Ergebniskontrolle wird es möglich sein, die Formate kontinuierlich weiterzuentwickeln.

Anwendungen und Ergebnisse

Durch das Projekt wird der Transfer der Technologieplattform des Spitzenclusters in die Breite gesichert. Unternehmen erkennen die Potenziale der neuen

Technologien und Methoden und können diese einfach und bedarfsgerecht implementieren. Dadurch können sie die Zuverlässigkeit, Ressourceneffizienz und Benutzerfreundlichkeit ihrer Produkte und Produktionsprozesse erhöhen und somit ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern. Darüber hinaus wird das Zusammenspiel von Wirtschaft und Wissenschaft gestärkt und die Voraussetzung für weitere Kooperationsprojekte geschaffen. Die Engineering-Unternehmen des Netzwerks werden die Technologieplattform für weitere Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe in ganz Deutschland nutzbar machen.



Erprobung neuester Entwicklungswerkzeuge im Transferzentrum Systems Engineering LIVE LAB des Fraunhofer IEM Paderborn.

Projektpartner und -aufgaben

- **Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (IPT), Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik, Paderborn**
Entwicklung Transferinstrumente und -projekte, Organisation von Transferveranstaltungen, Erfahrungsaustauschgruppen und Workshops, Umsetzung Transferprojekte im Bereich Systems Engineering, Vernetzung
- **Universität Bielefeld, Bielefeld**
Umsetzung Transferprojekte im Bereich Mensch-Maschine-Interaktion
- **Universität Paderborn, Paderborn**
Umsetzung Transferprojekte im Bereich Selbst-optimierung, Energieeffizienz
- **Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Lemgo**
Umsetzung Transferprojekte im Bereich Vernetzung, Energieeffizienz
- **Fachhochschule Bielefeld, Bielefeld**
Umsetzung Transferprojekte im Bereich Mechatronik
- **Hochschule Hamm-Lippstadt, Hamm**
Umsetzung Transferprojekte im Bereich Vernetzung, Mechatronik

- **Fachhochschule der Wirtschaft Nordrhein-Westfalen gGmbH, Paderborn**

Umsetzung Transferprojekte im Bereich Vernetzung, Systems Engineering

Projekt	Nachhaltigkeitsmaßnahme Technologietransfer (itsOWL-TT)
Koordination	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (IPT) Projektgruppe Entwurfstechnik Mechatronik Herr Dr. Peter Ebbesmeyer Zukunftsmeile 1 33102 Paderborn Tel.: 05251 5465-344 E-Mail: peter.ebbesmeyer@ipt.fraunhofer.de
Projektvolumen	10.400 Tsd. Euro (davon 5.200 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektaufzeit	01.07.2014 bis 31.12.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-TT
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projekträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Frau Dipl.-Des. Christiane Peters Tel.: 0721 608-25277 E-Mail: christiane.peters@kit.edu

Projektporät

Innovative Ideen in nachhaltige Unternehmensgründungen überführen

Erfolgreiche Unternehmensgründungen schaffen neue Arbeitsplätze und erhöhen die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit einer Region. In den it's-OWL-Spitzencluster-Projekten entstehen neue Technologien, Methoden und Produkte mit attraktiven Geschäftspotenzialen. Um diese in erfolgreiche Gründungen zu überführen, sind eine systematische Identifizierung von Ideen, eine Sensibilisierung potenzieller Gründerinnen und Gründer sowie eine umfangreiche Qualifizierung, Beratung und Betreuung erforderlich. Die bestehende Infrastruktur des Gründungsnetzwerks in OWL, das sich aus Hochschulen, Kammern und Wirtschaftsförderungseinrichtungen zusammensetzt, ist darauf jedoch nicht ausgerichtet. Es müssen neue Angebote geschaffen werden, die speziell auf Hightech-Gründungen und die Bedarfe der Gründungsinteressierten ausgerichtet sind und die gesamte Wertschöpfungskette der Unternehmensgründung abdecken.

Aufgaben und Ziele

Ziel des Forschungsprojekts itsOWL-UG ist es, Erfolg versprechende Gründungsideen des Spitzenclusters in

konkrete Unternehmensgründungen zu überführen. Gemeinsam mit zahlreichen Partnern aus dem Gründungsnetzwerk sollen bedarfsgerechte Angebote zur Identifizierung, Qualifizierung und Betreuung während des Gründungsprozesses entwickelt werden.

Technologie und Methodik

Dazu werden Workshop-Formate für Clusterpartner und interessierte Gründerinnen und Gründer konzipiert, um Gründungsideen und Geschäftspotenziale zu identifizieren und auszuarbeiten. Zudem werden passgenaue Angebote zur Qualifizierung entwickelt, in denen das gründungsspezifische Wissen von Praktikern und Forschern verfügbar gemacht wird, wie beispielsweise webbasierte Trainings, eine Gründungsdatenbank und ein Technologie-Radar. Darüber hinaus werden die Gründerinnen und Gründer während des gesamten Prozesses durch Berater und Mentoren unterstützt, die Wissen, Kontakte und weitere Angebote vermitteln. Zudem stehen Inkubatoren zur Verfügung, um von bestehenden Infrastrukturen profitieren zu können. Die Ansätze werden erprobt und anschließend in das Dienstleistungsangebot der Partner integriert.



Mit neuen Qualifizierungs- und Beratungsangeboten werden Gründungen aus it's OWL auf den Weg gebracht.



Konzepte in Workshop-Formaten für Clusterpartner und interessierte Gründerinnen und Gründer individuell erarbeiten.

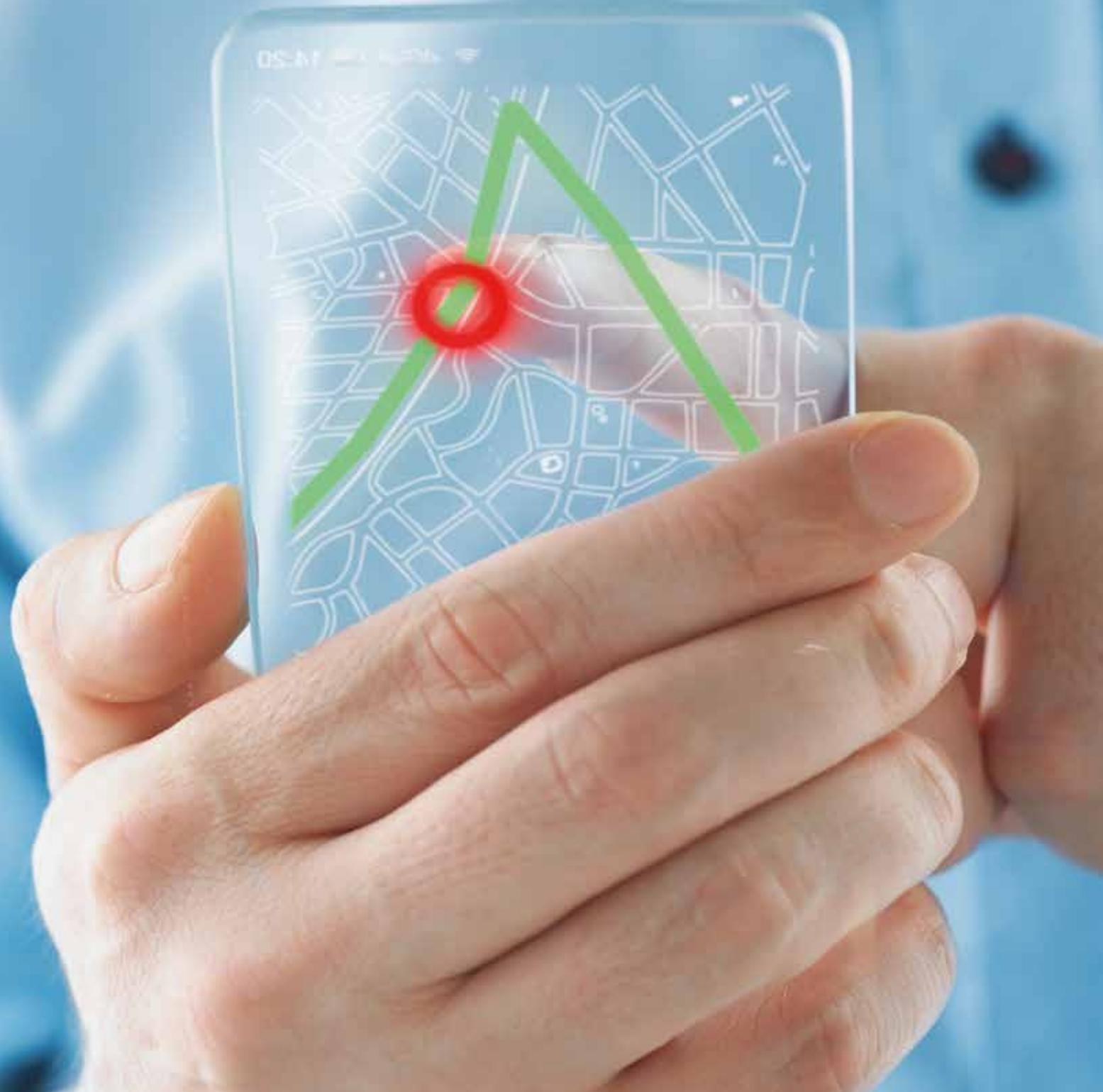
Anwendungen und Ergebnisse

Durch itsOWL-UG werden innovative Geschäfts-Ideen aus den Spitzengründer-Projekten identifiziert und durch individuelle Unterstützungsangebote in nachhaltige Gründungen überführt. Insgesamt sollen 50 Gründungskonzepte ausgearbeitet werden, aus denen 30 Unternehmen entstehen sollen. Dadurch werden neue Technologien, Methoden und Produkte aus den Projekten in die Breite getragen und verfügbar gemacht. Die Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft der Region steigt, neue Arbeitsplätze entstehen. Die entwickelten Maßnahmen werden von den Partnern des Gründungsnetzwerks eingesetzt, um weitere wissens- und technologieorientierte Gründungen zu unterstützen.

Projektpartner und -aufgaben

- Universität Paderborn, TEC UP (Technologietransfer- & Existenzgründungs-Center), Paderborn**
Entwicklung und Erprobung der Angebote, Identifikation der Geschäftsideen und Gründer

Projekt	Nachhaltigkeitsmaßnahme Unternehmensgründungen fördern (itsOWL-UG)
Koordination	Universität Paderborn TEC UP (Technologietransfer- & Existenzgründungs-Center) Herr Prof. Dr. Rüdiger Kabst Technologiepark 11 33100 Paderborn Tel.: 05251 60-2804 E-Mail: kabst@upb.de
Projektvolumen	400 Tsd. Euro (davon 400 Tsd. Euro BMBF-Förderung)
Projektlaufzeit	01.07.2014 bis 30.06.2017
Projektlink	www.produktionsforschung.de/projekt/itsOWL-UG
Programm	Spitzencluster-Wettbewerb
BMBF-Referat	Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
Projektträger	Projektträger Karlsruhe (PTKA)
Ansprechpartner	Herr Dr.-Ing. Alexander Lucumi Tel.: 0721 608-28308 E-Mail: alexander.lucumi@kit.edu



Plattform Industrie 4.0 – die zentrale Allianz für
den digitalen Wandel der Industrie in Deutschland

Darstellung der Plattform

Gerade für viele 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? Um Lösungen zu finden und zu bewerten, brauchen KMU Informationen und Unterstützung. Die Plattform Industrie 4.0 leistet hier einen wichtigen Beitrag. Ein zentrales Beispiel hierfür ist die inzwischen viel genutzte Online-Landkarte mit Anwendungsbeispielen von Unternehmen, die zeigen, warum es sich lohnt, auf eine vernetzte Produktion zu setzen.

Haushaltsgeräte, die im Falle eines Schadens selbst den Reparaturdienst bestellen, die Kaffeemaschine, die von der Ferne per Smartphone gesteuert werden kann, die eigene Dateiablage, die immer häufiger durch Sharing- und Cloud-Dienstleister abgewickelt wird: Digitale Lösungen nehmen Einzug in immer mehr Bereiche der Gesellschaft – nicht zuletzt auch in der industriellen Produktion.

Vernetzt produzieren, konsumieren, arbeiten, kommunizieren und partizipieren – von der Automobilproduktion bis hin zur Energieversorgung werden digitale Lösungen über alle Branchen hinweg angewandt.

Die rasante Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft wird in den kommenden Jahren die Art und Weise, wie in Deutschland produziert und gearbeitet wird, nachhaltig verändern: In der Industrie 4.0 verzahnt sich die Produktion mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik und schafft intelligente Wertschöpfungsketten. Das wird bestehende Geschäftsmodelle verändern, etablierte Marktstrukturen verschieben und Anteile am Weltmarkt neu verteilen. Für den Innovations- und Wirtschaftsstandort Deutschland bietet das enorme Potenziale.

Doch: Viele Unternehmen zögern noch, auf die digitalisierte Produktion umzustellen. Der zum Teil unklare wirtschaftliche Nutzen, Sicherheitsbedenken und hohe Investitionskosten behindern unter anderem derzeit eine großflächige Einführung von Industrie 4.0. Deshalb müssen zum einen Hemmnisse erkannt und

abgebaut und zum anderen der konkrete Mehrwert von Industrie-4.0-Lösungen deutlich sichtbar gemacht werden. Den Mittelstand mobilisieren und aktivieren – das ist eine zentrale Voraussetzung, um Industrie 4.0 in Deutschland erfolgreich umzusetzen. Dafür engagiert sich die Plattform Industrie 4.0 (www.plattform-i40.de).

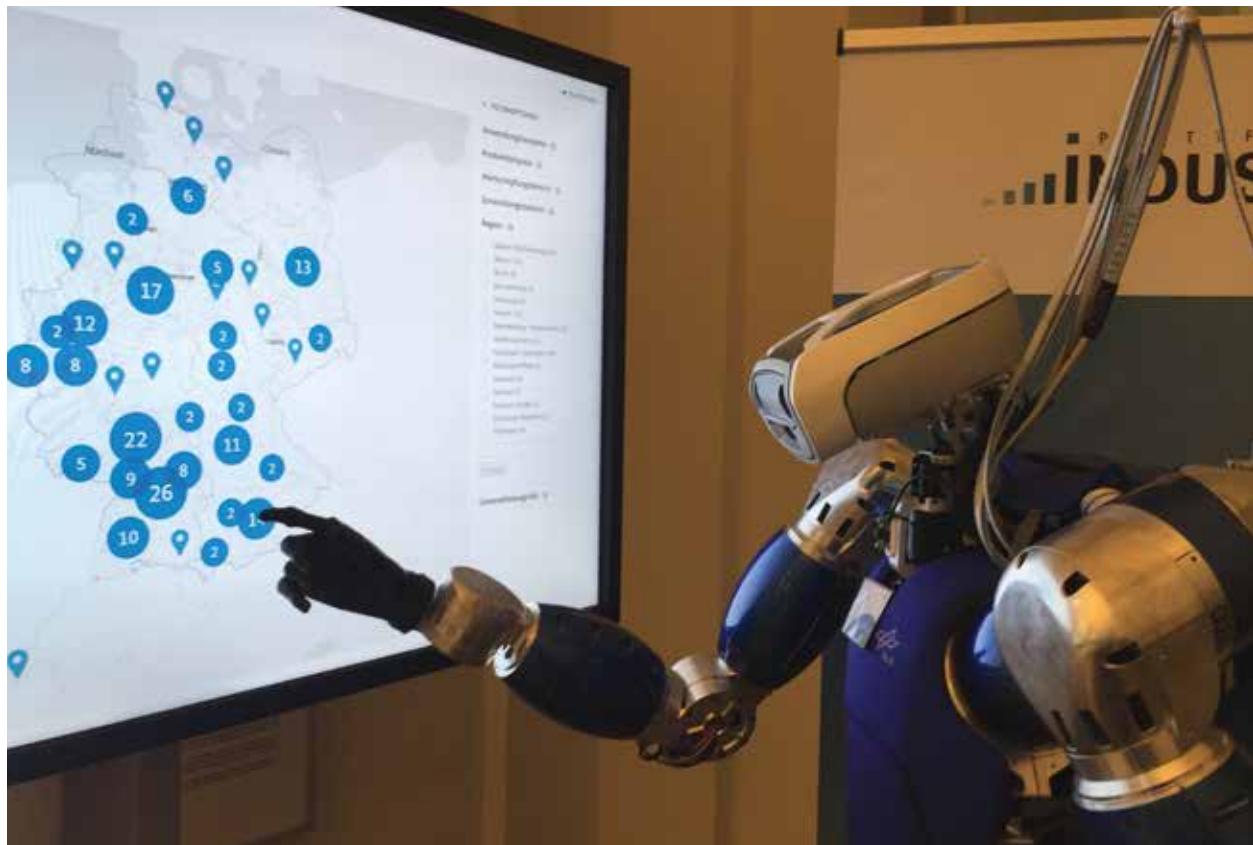
Ansatz, Ziele und Aufgaben der Plattform Industrie 4.0

Vor allem KMU brauchen hier Unterstützung, denn auch sie müssen sich unternehmensindividuell auf die Digitalisierung der Wirtschaft einstellen und die richtigen Schritte einleiten. Ansonsten könnte der Anschluss an den internationalen Wettbewerb verloren gehen.¹ Die Plattform Industrie 4.0 wurde gegründet, um die digitale Transformation in der Industrie 4.0 voranzubringen. Gemeinsam mit Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verbänden und Gewerkschaften sowie unter Leitung des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi) und des Bundesforschungsministeriums (BMBF) wird die Plattform gesteuert. Damit wird sichergestellt, dass alle relevanten Fragen aufgegriffen und die verschiedenen gesellschaftlichen Perspektiven beleuchtet und berücksichtigt werden. Dies wird in fünf Arbeitsgruppen sichtbar, die operative Lösungsansätze für Unternehmen und Handlungsempfehlungen zu unterschiedlichen Fragestellungen erarbeiten. Arbeitsorganisation, IT-Sicherheit und Datenschutz spielen dabei eine ebenso zentrale Rolle wie die Qualifizierung von Fachkräften sowie die Entwicklung einheitlicher Normen und Standards.

Im Kern geht es bei der Arbeit der Plattform Industrie 4.0 darum, den digitalen Strukturwandel der Industrie koordiniert und geordnet zu gestalten, geeignete und verlässliche Rahmenbedingungen für Unternehmen und Beschäftigte zu schaffen, und darum, die Industriepolitik bedarfsgerecht zu gestalten – für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland.

Im April 2015 hat die Plattform Industrie 4.0 mit neuen Akteuren und erweiterten Themenschwerpunkten ihre Arbeit aufgenommen. Die Plattform Industrie 4.0 geht auf eine Kooperationsvereinbarung zwischen den Verbänden BITKOM, VDMA und ZVEI zurück, die im

¹ Studie „Erschließen der Potenziale der Anwendung von Industrie 4.0 im Mittelstand“ im Auftrag des BMWi, Juni 2015



Bei der Industriekonferenz 2016 erkundet auch RObot TORO die Online-Landkarte der Plattform Industrie 4.0. Sie zeigt über 200 Beispiele aus der Praxis.

April 2013 beschlossen, ihr Wissen zu bündeln und gemeinsam über Verbandsgrenzen hinweg die Plattform Industrie 4.0 zu betreiben. Gemeinsam mit Unternehmen und weiteren Verbänden erarbeiteten sie u. a. die Umsetzungsstrategie Industrie 4.0, deren Erkenntnisse weiterhin in die Arbeit der Plattform einfließen.

Online-Landkarte zeigt den Industrie-4.0-Alltag in deutschen Industriebetrieben

Viel genutzt wird die deutschlandweite Online-Landkarte „Industrie 4.0“². Dort veranschaulichen über 200 Beispiele, in welchen Betrieben und Produktionsprozessen Industrie 4.0 schon heute zum Betriebsalltag gehört. Damit ist die Möglichkeit verbunden, die Unternehmen für einen Erfahrungsaustausch zu kontaktieren. Die Karte verweist zudem auf Testumgebungen (engl. test beds), in denen Anwendungen erforscht, getestet und weiterentwickelt werden können.

Durch ihre vielfältigen Aktivitäten hat sich die Plattform Industrie 4.0 als zentraler Netzwerkknoten etabliert. Hierzu gehört die Zusammenarbeit mit Verbänden, Kammern oder anderen regionalen Initiativen. Ein Beispiel hierfür sind die gemeinsame Informations- und Qualifikationsveranstaltungen, die wichtig sind, um die Unternehmen in allen Regionen Deutschlands zu erreichen. So bringt die Plattform ihre Erfahrungen und Arbeitsergebnisse als Partner der IHK-Veranstaltungsreihe „Industrie 4.0 @Mittelstand“ ein, die im Februar 2016 in Berlin gestartet ist.

www.plattform-i40.de



Zahlen, Daten und Fakten zur Plattform Industrie 4.0

Anzahl aktiver Akteure: 250 Akteure aus über 108 Organisationen; vertreten sind unterschiedliche Bereiche und Institutionen, wie Maschinenbau, Elektroindustrie, IT, Politik, Wissenschaft, Verbände und Gewerkschaften.

Ausbau der Plattform Industrie 4.0: April 2015 (aufbauend auf der Plattform der Verbände BITKOM, VDMA und ZVEI sowie Vorarbeiten von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften in den vorherigen Jahren)

Arbeitsgruppen

- **Anzahl AGs:** 5
- **Bereiche der AGs:**
 - Referenzarchitekturen, Standards und Normung
 - Forschung und Innovation
 - Sicherheit vernetzter Systeme
 - Rechtliche Rahmenbedingungen
 - Arbeit, Aus- und Weiterbildung
- In den AGs sitzen 25 bis 30 Expertinnen und Experten vorwiegend aus Unternehmen, die Expertise von Wissenschaftlern wird nach Bedarf hinzugezogen, Verbände haben ständigen Gaststatus.

Nationale/Internationale Kooperationen: Anfragen aus Ländern wie zum Beispiel Frankreich, China, USA, Japan, Spanien und die Slowakei sowie vielen weiteren.

Kontakt zur Geschäftsstelle der Plattform Industrie 4.0

Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0

Bertolt-Brecht-Platz 3

10117 Berlin

Tel.: 030 2759 5066-50

Fax: 030 2759 5066-59

E-Mail: geschaefsstelle@plattform-i40.de

Projektporträts A–Z

Projektporträts Produktion – Industrie 4.0 auf den betrieblichen Hallenboden

ADAPTION	Reifegradbasierte Migration zum Cyber-Physischen Produktionssystem	S. 10
CPPSprocessAssist	Assistenzsysteme für die Prozessindustrie auf Basis von cyber-physischen Produktionssystemen	S. 12
CyProAssist	Fertigungsassistenzsystem unter Verwendung sozio-cyber-physischer Produktionssysteme	S. 14
Intro 4.0	Befähigungs- und Einführungsstrategien für Industrie 4.0	S. 16
IQ40	Einführung intelligenter Qualitätsregelungssysteme durch vernetzte Wertschöpfung	S. 18
JUMP40	Mobile Jobeinplanungsunterstützung für den Meister in der Produktion	S. 20
KoSyF	Kollaborativ-synchronisierte Fertigung	S. 22
MyCPS	Migrationsunterstützung für die Umsetzung menschzentrierter Cyber-Physical Systems	S. 24
NeWiP	Neue Wege der informationsgeführten Produktion	S. 26
RetroNet	Retrofitting von Maschinen und Anlagen	S. 28
ScaleIT	Skalierende IKT zur Produktivitätssteigerung in der Mechatronik-Fertigung	S. 30
STEPS	Sozio-technische Gestaltung und Einführung Cyber-Physischer Produktionssysteme in nicht F&E-intensiven Unternehmen	S. 32

Projektporträts Produktion – Produktionsanlagen in der Industrie 4.0: intelligent einfach und effizient

ePiTec	Effiziente Photonikproduktion durch intelligente Technologie	S. 36
HP3D	Entwicklung und Bau einer hochproduktiven Anlage zur generativen Teileerzeugung aus wahlfreien Kunststoffen	S. 38
iComposite 4.0	Integrative und selbstregulierende Produktionsanlage zur Herstellung von FVK-Bauteilen in großen Stückzahlen	S. 40
MoPaHyb	Modulare Produktionsanlage für Hochbelastbare Hybridbauteile	S. 42
ToolRep	Entwicklungen einer innovativen Anlagentechnik zur automatisierten und laserbasierten Reparatur strukturierter Formeinsätze	S. 44

Projektporträts IT-Systeme

HPSV	Hochparallele Software-Verifikation nebenläufiger Anwendungen in der Automobilindustrie	S. 48
InDaSpace	Industrial Data Space: Digitale Souveränität über Daten	S. 50
MANTIS	Service-Plattform-Architektur zur proaktiven Wartung	S. 52
SPEDiT	Software Platform Embedded Systems – Dissemination und Transfer	S. 54

Projektporträts Kommunikationssysteme und IT-Sicherheit – Forschung zur industriellen Kommunikation der Zukunft für Industrie 4.0

HiFlecs	Innovative Funktechnologien für die industrielle Automatisierung	S. 58
ParSec	Die nächste Stufe für effiziente Industrieanlagen: schnelle, zuverlässige und flexible drahtlose Vernetzung	S. 60
PROWILAN	Sichere drahtlose Funksysteme für Augmented Reality-Anwendungen	S. 62
TreuFunk	Zuverlässige Funktechnologien für industrielle Steuerungen	S. 64

Projektporträts Kommunikationssysteme und IT-Sicherheit – Forschung zur IT-Sicherheit für Industrie 4.0

IUNO	Nationales Referenzprojekt zur IT-Sicherheit in Industrie 4.0	S. 66
-------------	---	-------

Projektporträts Elektroniksysteme

ACME 4.0	Selbstadaptierende Sensorsysteme für eine akustische Zustandsüberwachung in Industrie 4.0-Anwendungen	S. 78
AMELI 4.0	Mikro-elektromechanisches Elektroniksystem zur Zustandsüberwachung in der Industrie 4.0	S. 80
AQUILA	Hochauflösende Magnetfeld-Positionssensoren zur präzisen Steuerung von Produktionsanlagen	S. 92
DiSSproSiP	Drahtlose intelligente Sensorsysteme zur produktbasierten Steuerung industrieller Produktionsanlagen	S. 82
DnSPro	Dezentral kooperierende, sensorbasierende Subsysteme für Industrie-4.0-Produktionsanlagen	S. 70
FreiForm	Ein Baukasten für den Einsatz intelligenter Funksensorsysteme in Produktionsumgebungen	S. 93
ISA	Intelligente elektrische Steckverbinder und Anschlusstechnologien mit elektronischer Signalaufbereitung	S. 94
KontiSens	Sensorsysteme zur Überwachung und Steuerung von Kunststoff-verarbeitungsprozessen	S. 72
LiONS	Lichtsensor-basierte Ortungs- und Navigationsdienste für autonome Systeme	S. 83
MoSeS-Pro	Modulare Sensorsysteme für Echtzeit-Prozesssteuerung und smarte Zustandsbewertung	S. 74
NaLoSysPro	Nahfeldlokalisierung von Systemen in Produktionslinien	S. 96
NetGuard6P	Sichere und interaktive Steuerung von Produktionsanlagen durch vernetzte Umfeldsensoren	S. 97
ParsiFAl40	Produktfähige autarke und sichere Foliensysteme für Automatisierungs-lösungen in Industrie 4.0	S. 84
PCB 4.0	Baugruppen mit eingebetteten Mikrosensorsystemen zur intelligenten Fertigung von Industrieelektronik	S. 76
ROLLE	Fördersysteme für sich selbst organisierende Warenströme und Produktionsprozesse	S. 86

RoMulus	Robuste Multisensorik zur Zustandsüberwachung in Industrie-4.0-Anwendungen	S. 88
Scrutinize3D	Modellbasierte Prüfverfahren mit 3D-Sensorik für flexible Produktionsprozesse	S. 77
Sense4Tool	Der multisensorische Werkzeughalter	S. 98
Track-4-Quality	Sensor- und Elektroniksystem zur markierungsfreien Einzelteilverfolgung in der Produktion	S. 90

Projektporräts KMU-innovativ: Industrie für den Mittelstand

ELBA4KMU	Effiziente lebenszyklusoptimierte Bereitstellung wandlungsfähiger Betriebsmittel durch PLM-integrierte Asset Management Systeme für KMU	S. 102
FlexAEM	Multikriteriell optimierte Auftragseinplanung für die variantenreiche Serienproduktion in globalen Netzwerken bei volatilem Kundenkaufverhalten	S. 110
JobNet40	Entscheidungstool zur adaptiven Gestaltung von PPS-Methoden für Lohnfertiger in dynamischen Auftragsnetzen der Luftfahrtbranche	S. 104
KMU-innovativ-CMS-VI	Ein Baukasten für Sensorsysteme zur intelligenten und vernetzten Zustandsüberwachung in der effizienten Produktion der Zukunft	S. 120
KMU-innovativ-MSSpinCrash	Sensorsystem zur Überwachung von Werkzeugmaschinen mit rotierenden Spindeln	S. 122
KMU-innovativready4i	Neuartige Sensorsysteme für Großwerkzeugmaschinen in der Industrie 4.0	S. 123
MiMik40	Der Mensch im Mittelpunkt des KMU-Netzwerks im Kontext der Industrie 4.0	S. 106
MontAss	Assistenzsystem zur kollaborativen Modellierung und automatisierten regelgerichteten Einplanung von Arbeitsvorgängen selbstständiger intelligenter Akteure	S. 112
Production-Intelligence	Datengetriebene Echtzeitanalyse und Optimierung komplexer automatisierter Produktionsprozesse sowie Prognose kritischer Werkzeugtoleranzen	S. 116
PEBeMA	Phasenübergreifende Entwicklung von Benutzerschnittstellen im Maschinen- und Anlagenbau	S. 114
SEMAfusion	Selbstlernendes Maschinendiagnosesystem auf Basis einer universellen Sensordatenfusion	S. 108
WarehouseSpotter	Optimierte Ortung für Lagerware und Flurförderzeuge mittels RFID und anschließender Sensorfusion	S. 118

Projektporräts Spitzencluster it's OWL

itsOWL-Arbeit40	Nachhaltigkeitsmaßnahme Gestaltung der Arbeitswelt in der Industrie vor dem Hintergrund der Digitalisierung	S. 128
itsOWL-efa	Extreme Fast Automation – Effizienzsteigerung von Standardbearbeitungsmaschinen	S. 130
itsOWL-EUE	Elektronische Umfelderkennung bei Erntemaschinen	S. 132
itsOWL-FlexiMiR	Flexible Montage mit integrierter interaktiver Robotik	S. 134
itsOWL-Heatpipe	Loop Heat Pipe-Systeme als passives Thermomanagement in elektrifizierten Fahrzeugen	S. 136

itsOWL-HERA	Hochintegrierter Elektronikmotor mit rotierender Antriebselektronik	S. 138
itsOWL-HLE	Hochkomakte Lader zur intelligenten Netzintegration von Elektrofahrzeugen	S. 140
itsOWL-ImWR	Innovatives modulares Antriebswechselrichtersystem für die Elektrifizierung von Nebenaggregaten in Fahrzeuganwendungen	S. 142
itsOWL-In	Nachhaltigkeitsmaßnahme Internationalisierung – Regional vernetzt, global erfolgreich	S. 144
itsOWL-InnoArchIT	Innovative Hardware und Software Architekturen durch Industrial IT	S. 146
itsOWL-iWZM	Intelligente Werkzeugmaschine	S. 148
itsOWL-SelfXPro2	Selbstkorrigierende Fertigung von Komponenten der elektrischen Verbindungs-technik	S. 150
itsOWL-Separatori40	Intelligenter Separator für die Industrie 4.0	S. 152
itsOWL-TT	Nachhaltigkeitsmaßnahme Technologietransfer	S. 154
itsOWL-UG	Nachhaltigkeitsmaßnahme Unternehmensgründungen fördern	S. 156

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Produktion und Dienstleistung; Zukunft der Arbeit
11055 Berlin

Bestellungen

schriftlich an
Publikationsversand der Bundesregierung
Postfach 48 10 09, 18132 Rostock
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Internet: www.bmbf.de
oder per
Tel.: 030 18 272 272 1
Fax: 030 18 10 272 272 11

Stand

August 2017

Text

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Projektträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

MKL Druck GmbH & Co. KG, Ostbevern

Gestaltung

W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld; Christiane Zay

Bildnachweis

adam121/Fotolia: S. 110, Andrew Brookes/Getty Images: S. 100, alphaspirit/Fotolia: S. 144, Alterfalter/Fotolia: S. 92, archives/Thinkstock: S. 124, AZL, IKV: S. 41, BA Composites: S. 40, Beckhoff Automation GmbH: S. 130, Benteler Automobiltechnik GmbH: S. 136, S. 137, Berlin Heart GmbH: S. 55, Bosch: S. 60, S. 81, S. 89, Caiaimage/Martin Barraud/Getty Images: S. 13, S. 61, Claas KGaA mbH: S. 132, Clarkand-Company/Getty Images: S. 68, Colin Anderson/Getty Images: S. 46, Courtesy by Daimler/Fraunhofer IGD: S. 77, DFKI GmbH: S. 62, S. 63, DIEFFENBACHER GMBH: S. 43, digiraster GmbH, Fraunhofer IAO: S. 30, Edler von Rabenstein/Fotolia: S. 143, FESTO AG & Co. KG: S. 10, S. 85, FHG-IZM: S. 96, Finow Automotive GmbH: S. 28, Fraunhofer IAO, Ludmilla Parsyak Photography: S. 24, Fraunhofer ICT: S. 73, Fraunhofer IEM: S. 155, Fraunhofer IPM: S. 91, Fraunhofer IPT: S. 44, S. 45, S. 98, S. 99, S. 123, S. 128, S. 154, Fraunhofer IWU: S. 14, GEA Westfalia Separator Group GmbH: S. 152, S. 153, Geber86/Getty Images: S. 11, Gerhardt Schubert GmbH: S. 59, Geschäftsstelle Plattform Industrie 4.0: S. 160, Gildemeister Drehmaschinen GmbH: S. 148, Gregor Schuster/Getty Images: S. 140, Herrndorff/Fotolia: S. 90, Hinterhaus Productions/Getty Images: S. 156, HOMAG AG: S. 66, IFA-Lernfabrik: S. 16, IMS CHIPS: S. 84, industrieblick/Fotolia: S. 83, S. 118, S. 120, Ingo Bartussek/Fotolia: S. 72, S. 122, Innolite GmbH, Mahr GmbH: S. 36, Institut für industrielle Informationstechnik (inIT) der HochschuleOWL: S. 58, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der TU München: S. 114, Introbest GmbH & Co. KG: S. 106, IPT Pergande GmbH: S. 12, istock.com/andresr: S. 161, istock.com/baranozdemir und MVI PROPLANT: S. 112, istock.com/cl2004lhy: S. 38, istock.com/gilaxia und MVI PROPLANT: S. 113, istock.com/Ragip Candan: S. 56, istock.com/StudioThreeDots: S. 158, istock.com/suphakit73: S. 6, science photo/Fotolia: S. 79, James Thew/Fotolia: S. 18, Jedox AG: S. 116,

S. 117, JELBA Werkzeug & Maschinenbau GmbH & Co.KG: S. 108, Juice Images/Getty Images: S. 53, KEB Automation KG: S. 142, kemalbas/Thinkstock: S. 57, KHS GmbH: S. 70, S. 71, LENZE SE: S. 138, S. 139, Matthias Heyde/Fraunhofer: S. 50, Kovalenko I/Fotolia: S. 111, microsensys: S. 88, Monty Rakusen/Getty Images: S. 34/35, S. 47, S. 48, S. 149, nikbu/Fotolia: S. 86, OFFIS: S. 78, Oliver Dietze: S. 74, S. 75, Oliver Sved /Fotolia: S. 69, peshkova/Fotolia: S. 8/9, Phil Boorman/Getty Images: S. 19, S. 134, prescott09/Fotolia: S. 39, Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Steffen Kugler: Vorwort (Portrait Prof. Dr. Johanna Wanka): S. 5, Quast Praezisionstechnik GmbH: S. 104, S. 105, Robert Bosch GmbH: S. 65, Robert Bosch GmbH, Fraunhofer -IPK: S. 80, Schaeffler Technologies AG & Co. KG: S. 93, SPEDiT Konsortium: S. 54, STILL GmbH Hamburg: S. 52, TOPSTAR: S. 32, TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG: S. 35, Universitaet Bielefeld CITEC: S. 126, Universität des Saarlandes, M. Nienhaus: S. 87, wbk Institut für Produktionstechnik: S. 42, Weidmüller: S. 146, S. 94, S. 95, Weidmüller Interface GmbH & Co. KG/Bihler: S. 150, Weidmüller Gruppe/Bihler: S. 151, Westend61/Getty Images: S. 20, S. 157, yoh4nn/Getty Images: Titel, yuu/Fotolia: S. 76, zapp2photo/Fotolia: S. 15, ZeMA – Zentrum für Mechatronik und Automatisierungstechnik: S. 26, ZF Friedrichshafen AG, Werkzeug- und Messmittelbau: S. 22.

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.

