Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

PAiCE

PAiCE – Digitale Technologien für die Wirtschaft

Platforms/Additive Manufacturing/Imaging/Communication/Engineering

Förderprogramm für digitale Innovationen in industriellen Wertschöpfungsprozessen

Impressum

Herausgeber
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
Öffentlichkeitsarbeit
11019 Berlin
www.bmwi.de

Begleitforschung zum Technologieprogramm PAiCE
Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE
Innovation + Technik GmbH, Berlin
Leitung: Peter Gabriel
Loesch*Hund*Liepold Kommunikation GmbH

Stand
April 2019

Gestaltung
PRpetuum GmbH, 80801 München

Bildnachweis
Fotolia
FERNANDO / S. 37
j-mel / S. 7, 28
Mimi Potter / S. 23
NicoElNino / S. 8
Patrick Daxenbichler / S. 11
Patrick P. Palej / S. 35
phive2015 / S. 12
phonlamaiphoto S. 20
Pixel_B / S. 16
REDPIXEL / S. 24
zapp2photo / S. 15, 18, 24, 27

gettyimages
Jorg Greuel / Titel
WLADIMIR BULGAR/SCIENCE PHOTO LIBRARY / S. 41

iStockphoto
ipopba / S. 30
neyro2008 / S. 38
Roman_Volkov / S. 32

Diese und weitere Broschüren erhalten Sie bei:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
Referat Öffentlichkeitsarbeit
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
www.bmwi.de

Zentraler Bestellservice:
Telefon: 030 182722721
Bestellfax: 030 18102722721

Diese Publikation wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit herausgegeben. Die Publikation wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.

Inhalt

Editorial 2

Das Technologieprogramm PAiCE 4

Cluster „3D“ 6
Add2Log | Dezentrale Produktion auf Basis von additiver Fertigung und agiler Logistik 6
DigiKAM | Digitales Netzwerk für additive Fertigung 8
M3D | Mobile 3D-Erfassung für den 3D-Druck vor Ort 10
SAMPL | Sichere Datenplattform für 3D-Druckverfahren 12

Cluster „Engineering“ 14
DEVEKOS | Durchgängiges Engineering für sichere, verteilte und kommunizierende Mehrkomponentensysteme 14
EMuDig 4.0 | Effizienzschub in der Massivumformung durch Integration digitaler Technologien im Engineering 16
INTEGRATE | Offene Plattform für kooperatives Engineering 18
VariKa | Vernetztes Produkt- und Produktions-Engineering am Beispiel variantenreicher Fahrzeugkarosserien 20

Cluster „Kommunikation“ 22
IC4F | Baukasten für eine vertrauenswürdige industrielle Kommunikations- und Computing-Infrastruktur 22

Die drei Fachgruppen von PAiCE 25

Cluster „Logistik“ 26
iSLT.NET | Unternehmensübergreifendes Netzwerk für intelligente, modulare Sonderladungsträger 26
SaSCh | Digitale Services für vernetzte Lieferketten 28

Cluster „Robotik“ 30
AutARK | Autonomes Assistenzsystem zur Unterstützung von MRK-Montageprozessen 30
BakeR | Baukastensystem für kosteneffiziente, modulare Reinigungsroboter 32
QBIIK | Autonomer, lernender Logistikroboter mit Greifsystem und Mensch-Maschine-Schnittstelle 34
RoboPORT | Crowd-Engineering in der Robotik: Webplattform für Ideen- und Prototypen-Entwicklung 36
ROBOTOP | Offene Plattform für Roboter-Anwendungen in Industrie und Service 38
SeRoNet | Plattform zur Entwicklung von Serviceroboter-Lösungen 40

Begleitforschung und Projektträger 42

Editorial

Auf die Pilotpraxis kommt es an – Ohne Technologietransfer keine Industrie 4.0

Das produzierende Gewerbe ist eine bedeutende Wirtschaftskraft in Deutschland. Insbesondere die technologiebasierten Zweige wie Fahrzeugbau, Maschinenbau, Luft- und Raumfahrt, Elektronik, Chemie und Pharmazie sind die Speerspitze der hiesigen Wirtschaft. Doch der internationale Wettbewerb nimmt zu. Die „Re-Industrialisierung" steht in den USA schon seit Jahren auf der Tagesordnung, und China leitet mit dem aktuellen Fünfjahresplan für das „Intelligent Manufacturing" eine Abkehr ein vom Status der Werkbank der Welt, die nur die einfache Massenfertigung beherrscht. Die deutsche Antwort auf diesen Wettbewerb ist die von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik getragene Leitvision der „Industrie 4.0", also die horizontal und vertikal durchgehend vernetzte Produktion und Logistik. Bund und Länder investieren umfangreiche Mittel in entsprechende Forschungsarbeiten.

Eine Herausforderung bleibt aber der Technologietransfer, das heißt die Erprobung neuer Digitaltechnologien für Industrie 4.0 in großen, praxisnahen Pilotprojekten: Was hat tatsächlich Bestand in der industriellen Praxis? Wo muss noch FuE-Arbeit geleistet werden? Was kann schon in Standards und Normen umgesetzt werden? Wo und wie müssen Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsketten angepasst werden? Welche rechtlichen Implikationen gibt es zum Beispiel bei Haftung und Datenschutz? Wie ändern sich Arbeitsorganisation und Arbeitsgestaltung?

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) ist auf der Suche nach Antworten – mit Hilfe einer Kette von Technologieprogrammen für den Transfer digitaler Technologien in Produktion und Logistik, angefangen von Next Generation Media über AUTONOMIK und AUTONOMIK für Industrie 4.0 bis hin zum jetzigen Programm PAiCE (Platforms | Additive Manufacturing | Imaging | Communication | Engineering). Es war und ist der Anspruch der Programme, technologische, ökonomische und gesellschaftliche Trends möglichst früh aufzugreifen. In den Vorläuferprogrammen AUTONOMIK und AUTONOMIK für Industrie 4.0 standen etwa die Entwicklung und die Vernetzung von teil- oder vollautonomen Systemen in Produktion und Logistik bereits im Mittelpunkt. Betrachtet wurden dabei unter anderem auch nichttechnische Aspekte des Einsatzes autonomer Systeme an industriellen Arbeitsplätzen, etwa zur Arbeitsgestaltung oder zum rechtlichen Umgang mit Haftung, Zertifikation und Datenschutz.

PAiCE geht über die technische Vernetzung von Industrieprodukten und -prozessen in den Vorläuferprogrammen deutlich hinaus. Die Förderprojekte im Programm widmen sich vor allem dem Aufbau von digitalen Industrieplattformen und den Kollaborationen zwischen den Unternehmen über die Plattformen. Mehrere Verbünde

realisieren prototypisch digital integrierte, unternehmensübergreifende Produktions- und Logistikketten und beziehen dabei zum Teil additive Fertigungsmethoden (3D-Druck) mit ein. Andere Verbünde befassen sich mit dem unternehmensübergreifenden Engineering von Produktionsanlagen. In weiteren Förderprojekten wird an offenen Baukastensystemen für Serviceroboter in Industrie und Dienstleistungsbranchen gearbeitet. Das Querschnittsprojekt IC4F schließlich erarbeitet eine übergreifende Kommunikations- und Computing-Architektur für Industrie 4.0-Anwendungen, die insbesondere die kommenden 5G-Mobilfunknetze berücksichtigt.

Erst mit solchen Industrieplattformen wird das Potenzial von Industrie 4.0 tatsächlich gehoben. Sie versprechen zum einen mehr Transparenz über die Leistungsangebote der Partner und die Prozesse, die über die Plattform abgewickelt werden. Zum anderen senken sie die Transaktionskosten und schaffen damit eine höhere Effizienz. Mit den Plattformen entstehen jedoch auch neue Fragestellungen: Wie verändern sich die etablierten Rollen von OEMs, Kunden, Zulieferern und technischen Dienstleistern auf solchen Plattformen? Welche Bedeutung nimmt der Betreiber der Plattform ein? Wie werden die Wertschöpfungsketten umorganisiert, welche neuen Dienstleistungen und Geschäftsmodelle können entstehen? Wie kann das geistige Eigentum an kooperativen Entwicklungsarbeiten sowie entstehenden Betriebsdaten fair und nachvollziehbar geteilt werden? Wer haftet für Fehler eines gemeinsam entwickelten Produkts oder in einem gemeinsamen Prozess? Welche Systemarchitekturen bieten sich für die Plattformen an und wie kann die IT-Sicherheit gewährleistet werden?

Die Beantwortung dieser Fragen hat wesentlichen Einfluss darauf, ob der Technologietransfer in die Praxis tatsächlich gelingt und die Förderprojekte sich in der Praxis beweisen können. Daran arbeitet die Begleitforschung zum Programm PAiCE gemeinsam mit den Partnern aus den Verbundprojekten. Wir laden alle fachlich Interessierten dazu ein, die Förderprojekte kennen zu lernen und sich an den Diskussionen zu beteiligen. Workshops, Ausstellungen auf Fachmessen sowie Fachkonferenzen sollen dazu Gelegenheit bieten. Mehr Informationen zu den Veranstaltungen und den Publikationen des Technologieprogramms PAiCE finden Sie im Internet unter www.paice.de.

Das Team der Begleitforschung freut sich auf einen intensiven und spannenden Dialog mit Ihnen!

Peter Gabriel
Leiter der Begleitforschung PAiCE

Das Technologieprogramm PAiCE

Roboter, die ihren menschlichen Kollegen in der Montage zur Hand gehen, oder individuell designte Fahrzeugteile aus dem 3D-Drucker: All das liegt nicht mehr in der weit entfernten Zukunft, sondern wird schon heute in Forschungsprojekten für den praktischen Einsatz erprobt.

Die voranschreitende Digitalisierung in der Produktion und Logistik ist eine zentrale Herausforderung und gleichzeitig Chance für die deutsche Industrie. Sie bietet neue Möglichkeiten zur weiteren Steigerung von Effizienz, für die energie- und ressourcenschonende Fertigung und insbesondere zur Erfüllung zunehmender Forderungen von Kunden nach hoch individualisierten Produkten von bester Qualität sowie schneller und bedarfsgerechter Zulieferung. Die Flexibilisierung von Wertschöpfungsketten zum raschen Reagieren auf Marktveränderungen ist das Maß der Dinge für erfolgreiche Produktionsstandorte.

Aufgabe ist es daher, alle Stufen der Wertschöpfungskette von der Entwicklung, der Fertigung über den Betrieb von Systemen und Anlagen bis hin zum Recycling hinsichtlich des Einsatzes digitaler Technologien zu überdenken. Eine wichtige Grundlage für die Digitalisierung bildet dabei die Virtualisierung von Produkten, Dienstleistungen und Prozessen, also die Schaffung digitaler Zwillinge im Internet. In der Planung ermöglichen es digitale Zwillinge beispielsweise, den Ablauf eines Prozesses vorausschauend zu simulieren. Über die Vernetzung der digitalen Zwillinge können selbst räumlich entfernte Prozesse miteinander gekoppelt werden. Durch diese umfassenden Möglichkeiten ergeben sich in der industriellen Wertschöpfung Ausgangspunkte für neue Dienstleistungsangebote, neue Produktkategorien und letztlich neue Geschäftsmodelle. Das vorliegende Technologieprogramm widmet sich im Kern folgenden Technologiefeldern, die für die zukünftige industrielle Produktion als bedeutend einzuschätzen sind: Plattformen für agile Logistik und Servicerobotik, Integration additiver Fertigungsmethoden (3D-Druck) in die Produktion, 3D-Visualisierung zum Monitoring und in der Qualitätskontrolle, neue Methoden für das Produktengineering und performante Kommunikationstechnologien (5G, taktiles Internet) für industrielle Anwendungen.

Ergebnisse aus vorangegangenen Technologieprogrammen

Mit dem Technologieprogramm PAiCE (Platforms/Additive Manufacturing/Imaging/Communication/Engineering) fördert das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) die Erprobung neuer digitaler Technologien in industriellen Prozessen und Anwendungen. Das BMWi schließt mit dieser Fördermaßnahme an die Ergebnisse der Vorläuferprogramme AUTONOMIK und AUTONOMIK für Industrie 4.0 an, in denen wichtige Grundlagen insbesondere für die Selbststeuerung und dezentrale Steuerung von Prozessen als Ausgangspunkt für mehr Flexibilität und Beherrschbarkeit zunehmender Komplexität in der industriellen Produktion geschaffen wurden. In diesen Programmen wurden bereits wichtige Themen wie beispielsweise Auswirkungen zukünftiger Produktionsmethoden auf die Arbeitswelt und die Unternehmensorganisation, technische, rechtliche sowie organisatorische Aspekte der IT-Sicherheit, neue Formen der Mensch-Technik-Interaktion oder digitale Geschäftsmodelle in begleitenden Forschungsmaßnahmen aufgegriffen. Eine umfassende Dokumentation der Ergebnisse in Form von Leitfäden, die sich vor allem an den Mittelstand richten, liegt vor. An die Ergebnisse dieser Programme soll in PAiCE angeknüpft werden.

Die Förderprojekte des Programms PAiCE

Im Rahmen des öffentlich ausgeschriebenen Technologiewettbewerbs haben sich 14 Projektverbünde mit ihren Vorschlägen für eine Förderung durch das BMWi durchgesetzt. Die Auswahl erfolgte auf Grundlage der Gutachten eines unabhängigen Expertengremiums. Einbezogen in das Programm wurden bislang zudem drei weitere Projekte aufgrund thematischer Nähe, über deren Förderung bereits im Vorfeld entschieden wurde. In den Projektverbünden arbeiten insgesamt über 100 Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft zusammen. Das Förderbudget des Programms beträgt insgesamt rund 50 Millionen Euro. Unter Einbeziehung der Eigenanteile der geförderten Partner beläuft sich das Programmvolumen auf rund die doppelte Summe.

Die Begleitforschung

Die wissenschaftliche Begleitforschung des Technologieprogramms PAiCE soll die geförderten Projekte unmittelbar unterstützen. Ziel ist, die hohe Qualität der Ergebnisse zu gewährleisten, um dadurch beste Voraussetzungen für eine erfolgreiche Ergebnisverwertung und einen Markterfolg zu schaffen. Darüber hinaus zielt die Begleitforschung auf die Herbeiführung projektübergreifender Synergien und die Sicherstellung des Gesamterfolgs der Fördermaßnahme.

Das BMWi hat die Begleitforschung unter der Leitung des Instituts für Innovation + Technik (iit) in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH gemeinsam mit dem Deutschen Institut für Normung e.V. (DIN), Prof. Dr.-jur. Susanne Beck, Juristische Fakultät der Leibniz Universität Hannover, den HK2 Rechtsanwälten, dem Verband der Elektrotechnik Elektronik und Informationstechnik e.V. (VDE) sowie der Kommunikationsagentur LoeschHundLiepold Kommunikation GmbH (LHLK) mit der Durchführung der wissenschaftlichen Begleitforschungsmaßnahmen beauftragt.

Aufgaben der Begleitforschung

Vernetzung

Vernetzung der Verbundprojekte mit der Plattform Industrie 4.0, Forschungsprojekten und -initiativen der Europäischen Kommission und anderen nationalen und internationalen Initiativen zu Industrie 4.0.

Querschnittsthemen

Bearbeitung zentraler Querschnittsthemen (kooperative Geschäfts- und Plattformmodelle im Industriesektor, vertrauenswürdige Systemarchitekturen, rechtliche Herausforderungen beim Einsatz kollaborativer Systeme) in Fachgruppen mit den Verbundprojekten, um Synergien bei der Erarbeitung projektübergreifender Lösungsansätze herzustellen. Kurzstudien zu weiteren übergreifenden Themen des Programms und der Verbundprojekte, u.a. zum Potenzial von KI-Technologien in Industrie 4.0 oder zu neuen Ansätzen für vernetzte und kooperative Entwicklungs- und Entwurfsmethoden.

Monitoring der geförderten Vorhaben

Einordnung der Projektarbeiten in das internationale wissenschaftlich-technische Umfeld, Herstellung von Synergien mit anderen Projekten, Marktanalysen zu den Schwerpunktthemen des Programms.

Verwertungsunterstützung

Direkte Unterstützung der Verbundprojekte bei der Verwertung der Projektergebnisse und der Entwicklung von Geschäftsmodellen in projektspezifischen Verwertungs-Workshops. Themen sind je nach Bedarf etwa die Identifikation von Verwertungspotenzialen, die Erarbeitung von Produkt- und Dienstleistungsangeboten, die Entwicklung von Geschäftsmodellen und Plattformkonzepten oder die konkrete Ausgestaltung von Aus- und Neugründungen.

Unterstützung der Projekte bei Normung und Standardisierung

Projektspezifische Analysen des Standardisierungs- und Normungsumfelds, Ableitung von projektbezogenen Bedarfen und Potenzialen für Standardisierung und Normung, Vorbereitung und Anbahnung von individuellen Standardisierungs- und Normungsaktivitäten.

Ergebnistransfer

Zielgruppengerechte Aufbereitung und Verbreitung, Koordinierung, Zusammenführung und Unterstützung öffentlichkeitswirksamer Maßnahmen der geförderten Technologieprojekte im Sinne eines einheitlichen Auftretens und der Wiedererkennung des Gesamtprogramms. Veranstaltung von Workshops und Konferenzen zur Ergebnisverbreitung. Unterstützung der Messebeteiligung geförderter Projekte sowie die fachliche Betreuung und Redaktion der begleitenden Internet-Seite und App.

Mit der Arbeit der Begleitforschung zum Technologieprogramm PAiCE sollen die Voraussetzungen gestärkt werden, dass Deutschland auch weiterhin eine führende Rolle bei Industrie 4.0 einnimmt und sich so im internationalen Wettbewerb behaupten kann.

Add2Log

Dezentrale Produktion auf Basis von additiver Fertigung und agiler Logistik

Kurzsteckbrief

Das Ziel des Projektes Add2Log ist die Entwicklung einer softwarebasierten Plattform, auf der sich Unternehmen vernetzen und mit Hilfe von additiver Fertigung und einem agilen Logistiksystem dezentral Neu- und Ersatzteile produzieren können. Die Plattform Add2Log koordiniert die Prozesse in dem neu entstehenden Wertschöpfungsnetzwerk zwischen Produzenten, Logistikern und Dritten.

Ausgangslage

Wertschöpfungsketten werden im Zuge der Digitalisierung zu Wertschöpfungsnetzwerken, in denen produzierende Unternehmen, industrielle Dienstleister sowie Softwareanbieter auf digitalen Plattformen kooperieren. Durch die Kooperation verändern sich nicht nur die Abläufe, sondern ganze Organisationsstrukturen müssen flexibel an die aktuellen Gegebenheiten angepasst werden. Die Arbeitsteilung zwischen Produzenten, Zulieferern und Dienstleistern und die zugrundeliegenden Geschäftsmodelle unterliegen einem radikalen Wandel. Außerdem werden neue Verfahren, wie die additive Fertigung, vermehrt als vollwertiger Ersatz für konventionelle Fertigungsverfahren eingesetzt. Aufgrund des schichtweisen Aufbaus von Bauteilen bestehen bei der Anwendung von 3D-Technologien nahezu unbegrenzte geometrische und funktionale Freiheiten bei der Entwicklung und Herstellung. Des Weiteren lassen sich aufgrund der werkzeuglosen Fertigung Pläne und Daten schneller in physische Bauteile umsetzen. Bauteile können außerdem mit einer geringen Losgröße sowie Einzelteilserien wirtschaftlich angefertigt werden. Besonders vielversprechende Einsatzmöglichkeiten ergeben sich bei der Versorgung mit Neu- und Ersatzteilen. Bislang beziehen Unternehmen ihre Ersatzteile meist über eine zentrale Produktion, ein zentrales Lager und einen zentralen Versand. Mit additiven Fertigungsverfahren und einer agilen Logistik kann die Herstellung dezentral gestaltet werden.

Ziel

Ziel des Projekts Add2Log ist es, eine unternehmensübergreifende, softwarebasierte Plattform zu entwickeln, die als Schnittstelle zwischen Produzenten, Logistikern und Dritten prototypisch implementiert wird. Die Plattform Add2Log wird dabei eine zentrale Koordinationsstruktur bilden, die sämtliche Akteure vernetzt, und auf deren Basis Unternehmen auf die additiven Fertigungsmöglichkeiten Dritter zugreifen und Neu- und Ersatzteile dezentral herstellen lassen. Die Vorteile sind kürzere Lieferzeiten, mehr Effizienz sowie die Möglichkeit, schneller auf Kundenwünsche reagieren zu können.

Nach Beauftragung durch den Empfänger kann ein Produzent die Konstruktionsdaten der zu fertigenden Teile auf der Add2Log-Plattform über sichere und standardisierte Schnittstellen einsehen. Unter Betrachtung der Auslastung und Lokalisierung dezentraler Fertigungsanlagen können über die Plattform Produktionsaufträge abgewickelt und parallel der Transport der Teile zu dem Empfänger beauftragt werden. Bei dieser agilen Logistik ist es nicht entscheidend, an welcher Stelle Produzent, Logistiker und Dritte angesiedelt sind.

Praktische Anwendung

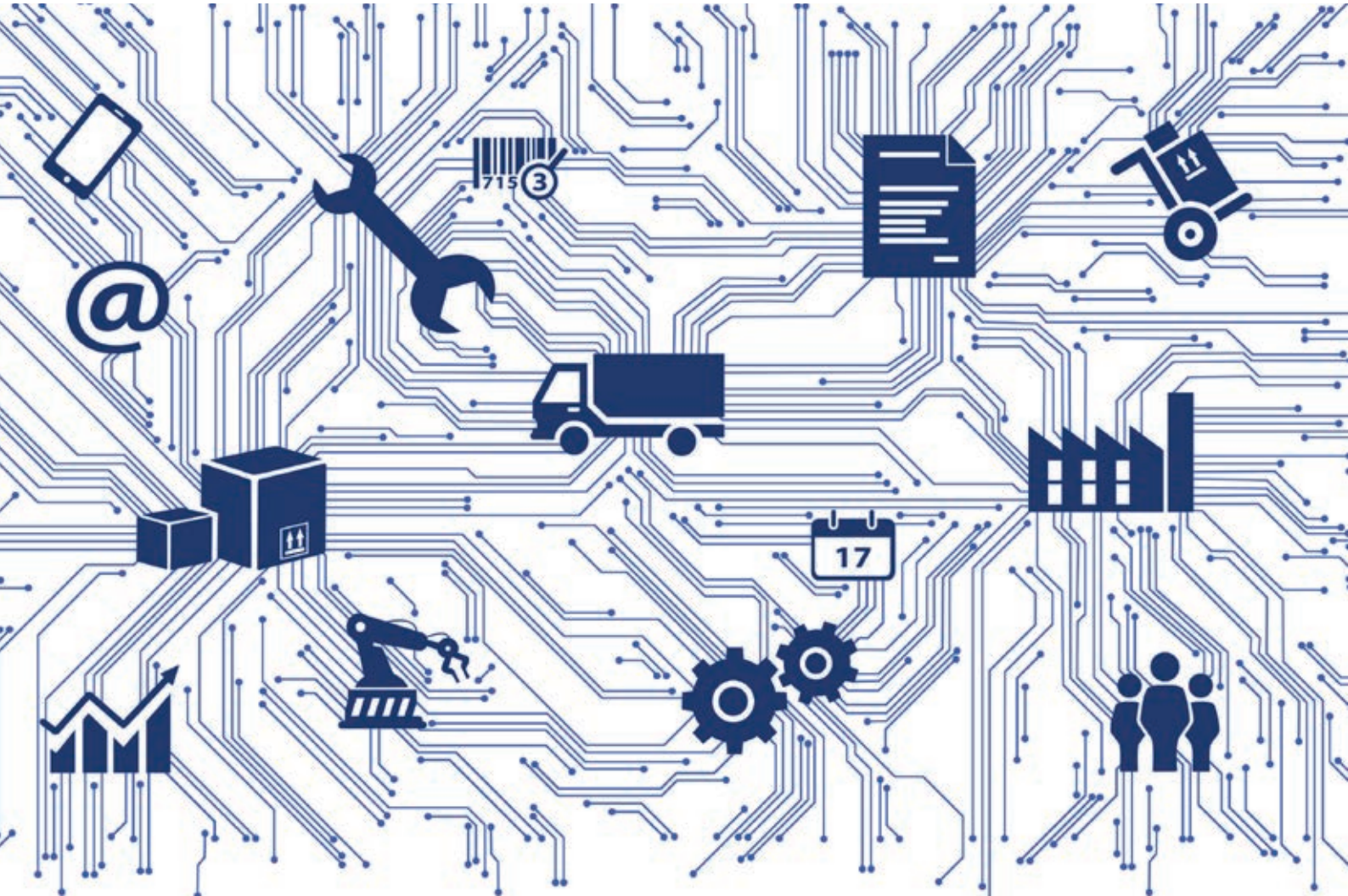
Parallel zum Projektfortschritt werden zwei unterschiedliche Anwendungsfälle aufgebaut: Der erste praktische Anwendungsfall wird die Integration von additiven Fertigungsanlagen in die bestehende Ersatzteilfertigung und -logistik eines Anwendungspartners behandeln. Derzeit werden Ersatzteile in mehreren weltweit verteilten Fertigungsstätten dezentral hergestellt, verpackt, an unterschiedliche Logistikpartner übergeben und nachfolgend entweder direkt zu den Kunden gebracht oder über Landesniederlassungen geliefert. Es soll anhand spezifischer Teile gezeigt werden, dass sich der Einsatz von additiven Fertigungsanlagen in Wertschöpfungsnetzwerken realisieren und wirtschaftlich betreiben lässt.

Im zweiten Anwendungsfall soll gezeigt werden, dass sich bestimmte Neuteile ohne großen Zeitaufwand und kostengünstig herstellen lassen. Ein Beispiel dafür wäre der schnelle Prototypenbau für den Bereich Forschung und Entwicklung in kleineren und mittleren Unternehmen, die nicht über das Wissen oder keine eigenen Geräte zur additiven Fertigung verfügen. Diese Teile können die Unternehmen dann über die Add2Log-Plattform in Auftrag geben.

Konsortium
Software AG (Konsortialführer), DMG Mori Spare Parts GmbH, FIR e.V. an der RWTH Aachen, Fraunhofer ILT, Materialise GmbH, Top Mehrwert Logistik GmbH

Ansprechpartner
Dirk Mayer, Software AG,
dirk.mayer@softwareag.com

HEUTE	ZUKUNFT
Bei der Entwicklung und Herstellung von Bauteilen mit konventionellen Fertigungsverfahren gibt es begrenzte Planungsfreiheiten.	Dank additiver Fertigung gibt es geometrische und funktionale Freiheiten bei der Entwicklung und Herstellung von Bauteilen.
Es gibt ein zentrales Lager sowie eine zentrale Produktion und Versand von Neu- und Ersatzteilen.	Die dezentrale Herstellung von Neu- und Ersatzteilen ist mit einem agilen Logistiksystem verknüpft.
Produzenten, Logistiker und Dritte sind kaum miteinander vernetzt.	Produzenten, Logistiker und Dritte sind über die Add2Log-Plattform miteinander vernetzt.
Es kommt zu langen Lieferzeiten und langsamen Prozessen, weil die Absprachen zwischen den Akteuren dauern.	Add2Log ermöglicht kürzere Lieferzeiten, mehr Effizienz sowie die Möglichkeit, schneller auf Kundenwünsche reagieren zu können.
Ohne die technischen Möglichkeiten fällt es KMU schwer, neue Designs zu produzieren.	Dank der Plattform können KMU auf die additiven Fertigungsmöglichkeiten Dritter zugreifen und damit neue Designs entwickeln.



DigiKAM

Digitales Netzwerk für additive Fertigung

Kurzsteckbrief

DigiKAM strebt ein digitales Netzwerk an, das die additive Fertigung über den gesamten Wertschöpfungsprozess ermöglicht. Mit Hilfe einer skalierbaren Plattform werden branchenübergreifend Unternehmen über den gesamten, transparent und sicher gestalteten, Produktionsprozess miteinander vernetzt. Das Netzwerk richtet sich vor allem an kleine und mittlere Unternehmen, denen es aufgrund begrenzter Ressourcen nicht möglich ist, das notwendige Know-how zur additiven Fertigung selbst aufzubauen.

Ausgangslage

Die additive Fertigung ermöglicht die standortübergreifende, dezentrale Entwicklung und Herstellung individualisierter Produkte in kleinen Stückzahlen bei gleichzeitig hoher Wirtschaftlichkeit. Insbesondere für Produkthersteller, etwa aus dem durch Sonderanwendungen und Einzelanfertigung geprägten Maschinen- und Anlagenbau, ermöglicht die additive Fertigung eine effizientere Herstellung. Jedoch bestehen für den breiten Einsatz der Technologie einige Hürden, unter anderem hohe Investitionskosten, teure Standzeiten der Maschinen sowie eine selten gewährleistete volle Auslastung. Zudem mangelt es besonders kleinen und mittleren Unternehmen an Ressourcen, um eigenständig das erforderliche Wissen über mögliche Einsatz- und Nutzenpotenziale sowie die mit der additiven Fertigung einhergehenden neuen Anforderungen an das Produktdesign aufzubauen und gewinnbringend einzusetzen. Die Erschließung der additiven Fertigung ist daher bislang vorrangig großen Konzernen beispielsweise aus der Automobil- und Luftfahrtindustrie vorbehalten.

Ziel

Im Rahmen des Projekts DigiKAM wird ein digitales Netzwerk zur Erschließung der Potenziale der additiven Fertigung entwickelt. Eine fortlaufende Zusammenarbeit zwischen Produktherstellern und Dienstleistern, die über das Know-how zur additiven Fertigung verfügen, wird über die Plattform gewährleistet. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen können von der Zusammenarbeit entlang des kompletten Produktionsprozesses profitieren und kostengünstig Zugang zu neuem Know-how erhalten. 3D-Technologien sollen die additive Fertigung unterstützen,

etwa um potenzielle Bauteile mittels 3D-Scanning zu erfassen oder durch Augmented Reality Bauteile besser darzustellen. Dabei werden visuelle Einblendungen in Echtzeit vorgenommen und in die reale Umgebung eingebettet, beispielsweise ein virtuelles Werkzeug an einer Maschine.

Während sich bestehende Plattformlösungen meist auf die Produktion von Bauteilen beschränken, konzentriert sich DigiKAM insbesondere auf die wissensintensiven frühen Phasen des Entstehungsprozesses bei der additiven Fertigung, etwa in der Potenzialanalyse oder dem Bauteilentwurf. Dies ist wichtig, da gerade in den frühen Phasen die größten Hürden für Unternehmen auftauchen, denn diese Phasen erfordern Fachwissen von Experten. Darüber hinaus werden im Projekt IT-Sicherheitskonzepte sowie ein System für den sicheren Austausch sensibler Entwicklungsdaten zwischen den beteiligten Akteuren entwickelt. Ein weiteres Ziel ist es, den gesamten additiven Fertigungsprozess transparent und nachvollziehbar aufzubereiten, um auch anderen Herstellern den Zugang zur Technologie zu ermöglichen.

Praktische Anwendung

Es sind zwei Pilotprojekte bei den Anwendungspartnern geplant. In einem Projekt steht die bedarfsgerechte Fertigung von Ersatzteilen durch additive Fertigung für die Hausgerätetechnik im Mittelpunkt. So müssen Ersatzteile nicht mehr zentral auf Lager gehalten werden, sondern können vom Servicetechniker bei Bedarf gedruckt werden. Das zweite Pilotprojekt untersucht den Einsatz der additiven Fertigung in der Lager- und Logistiktechnik, wo bei Greifer- und Handlingsystemen Material und Kosten eingespart werden können. Zudem ergeben sich neue Möglichkeiten für innovative Geschäftsmodelle wie etwa die Konfiguration von Bedienelementen für Handlingsysteme unmittelbar durch den Kunden.

Konsortium

Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM (Konsortialführer), Atos Information Technology GmbH, Friedrich Remmert GmbH, Krause DiMaTec GmbH, Miele & Cie. KG

Ansprechpartner

Harald Anacker, Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik IEM, harald.anacker@iem.fraunhofer.de

HEUTE	ZUKUNFT
Wenig Vernetzung zwischen Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette.	Die kontinuierliche Vernetzung der Akteure wird durch ein digitales Netzwerk gewährleistet.
Nur bei einzelnen Prozessen gibt es eine Zusammenarbeit verschiedener Akteure.	Dank der digitalen Plattform gibt es eine enge Zusammenarbeit entlang des kompletten Produktionsprozesses.
Kleine und mittlere Unternehmen können additive Fertigung nicht einsetzen, da sie oft nicht über das nötige Wissen verfügen.	Kleine und mittlere Unternehmen können Technologien der additiven Fertigung einsetzen, da sie über das digitale Netzwerk Zugang zu neuem Know-how erhalten.
Bei dem Austausch von Entwicklungsdaten kann die Datensicherheit nicht garantiert werden.	Ein sicherer Austausch sensibler Entwicklungsdaten zwischen den beteiligten Akteuren wird sichergestellt durch IT-Sicherheitskonzepte und Digital-Rights-Management-Spezifikationen.
Langsame und umständliche Herstellung von Bauteilen mit hohem Logistikaufwand.	Der Einsatz von 3D-Technologien ermöglicht die Erfassung und Darstellung von potenziellen Bauteilen.

M3D

Mobile 3D-Erfassung für den 3D-Druck vor Ort

Kurzsteckbrief

Fortschritte in der dreidimensionalen Datenerfassung und im 3D-Druck ermöglichen ein enormes Einsparpotenzial in der Logistik sowie der Lagerhaltung von Bau- und Ersatzteilen. Logistikkosten werden durch die individuelle Fertigung vor Ort reduziert, was insbesondere für kleine Losgrößen oder Ersatzteilbeschaffung Vorteile bietet. Bei M3D werden Bauteile auf mobilen Endgeräten erfasst, so dass zeitnah, automatisiert und direkt der Bestellprozess gestartet werden kann. Dadurch werden Produktionsausfälle vermieden und die Kosten für die Lagerhaltung von Bau- und Ersatzteilen reduziert.

Ausgangslage

In der heutigen Produktion entstehen durch Verzögerungen in der Ersatzteillogistik oft erhebliche Kosten, da Maschinen über längere Zeit ausfallen. Häufig gibt es in der gesamten Servicekette Probleme bei der Bauteilidentifizierung und bei der Ersatzteilbeschaffung. Viele Anlagen verfügen über eine lange Lebensdauer von bis zu 50 Jahren und mehr. Wenn ein Teil kaputtgeht, sind die Konstruktionsdaten der Anlage häufig nicht mehr verfügbar oder die Identifikationsnummer auf dem Bauteil ist verloren gegangen, im eingebauten Zustand verdeckt oder durch Verschmutzung bzw. mechanische Einflüsse unleserlich geworden.

Der Servicetechniker hat folglich Schwierigkeiten, die Bauteile ausreichend zu identifizieren, und benötigt dafür bis zu einer Woche. Auch die anschließende Ersatzteilbeschaffung für derartige Bauteile kann sich in die Länge ziehen, weil etwa die Bauteile nicht auf Lager sind, das Lager weit vom Einsatzort entfernt liegt oder das Teil nicht mehr produziert wird. Mit Hilfe von 3D-Technologien können auf den Anwendungszweck optimierte Objekte zukünftig direkt vor Ort erfasst, entworfen und gefertigt werden.

Ziel

Die benötigten Bauteile werden zunächst mit mobilen Endgeräten vor Ort erfasst und vermessen. Eine Bauteildatenbank identifiziert die Objekte und gleicht sie mit vorhandenen Modelldaten ab. Sobald die Datenbank das Bauteil identifiziert hat, wird die „Druckbarkeit“ der Objekte geprüft und gegebenenfalls der Fertigungsauftrag des Bauteils vergeben. Der gesamte Prozess profitiert dabei von der Anbindung aller Geräte an die Cloud – also an dezentrale Speicher- und Rechenanlagen – über schnelle Daten- und Kommunikationsnetze.

Durch die automatisierte Identifizierung oder ersatzweise 3D-Rekonstruktion der Ersatzteile mit Hilfe der im Projekt entwickelten Verfahren und Technologien kann daher eine erhebliche Kosteneinsparung erzielt werden und die gesamte Servicequalität entlang der Wertschöpfungskette erhöht werden. Für Bauteile, bei denen mit Hilfe der im Projekt entwickelten Verfahren die Druckbarkeit sichergestellt wurde, können die Fertigungsaufträge schnell an zertifizierte 3D-Druckdienstleister vergeben werden. So wird ein möglichst ausfallfreier Betrieb der Anlagen garantiert.

Praktische Anwendung

Für das Anwendungsszenario eines 3D-Ersatzteilservices werden verschiedene Demonstratoren für Ersatzteildienstleistungen im Bereich Schienenfahrzeuge und Automobilteilfertigung entwickelt. An einem realen Beispiel wird der gesamte Ablauf von der 3D-Erfassung der Bauteile auf mobilen Endgeräten über die automatisierte Identifikation der Bauteile bis zum 3D-Druck von Bauteilen auf Basis der optimierten Konstruktionen und Druckformate präsentiert. Zusätzlich sollen Technologien bereitgestellt werden, die die rechenintensiven Teile des Prozesses beschleunigen, in dem zusätzliche Rechenressourcen aus der Cloud hinzugezogen werden.

Konsortium

Fraunhofer HHI (Konsortialführung), cirp GmbH, cpu 24/7 GmbH, Fraunhofer IGD, Siemens AG, TU-Berlin

Ansprechpartner

Ralf Schäfer, Fraunhofer HHI,
ralf.schaefer@hhi.fraunhofer.de

HEUTE >>> ZUKUNFT

HEUTE	ZUKUNFT
Die Ersatzteile werden im Lager aufgehoben.	Die Ersatzteile werden vor Ort bedarfsgerecht mit 3D-Druck hergestellt.
Techniker müssen mühsam kaputte Bauteile identifizieren, denn oft sind die Identifikationsnummern verschmutzt, verdeckt oder nicht mehr lesbar.	Techniker können kaputte Bauteile vor Ort mit einer mobilen 3D-Erfassung identifizieren.
Beschaffung von Ersatzteilen führt zu Produktionsausfällen aufgrund von langen Lieferzeiten.	Ersatzteilherstellung vor Ort verhindert Produktionsausfälle, da Lieferzeiten entfallen.
Hohe Kosten für die Lagerhaltung von Bau- und Ersatzteilen.	Lager werden verkleinert dank der Herstellung von Bau- und Ersatzteilen vor Ort.
Hohe Logistikkosten bei der Beschaffung von Bau- und Ersatzteilen, denn oft sind die Lager weit von der Produktion entfernt.	Bedarfsgerechte Herstellung vor Ort reduziert die Logistikkosten.

SAMPL

Sichere Datenplattform für 3D-Druckverfahren

Kurzsteckbrief

Im Projekt SAMPL wird eine Sicherheitslösung für die Datenverarbeitung in 3D-Druckverfahren entwickelt. Das Verfahren deckt den gesamten Prozess von der Erzeugung der Druckdaten über den Austausch, die Lizenzierung der Druckvorgänge und den tatsächlichen Druck ab. Zusätzlich werden die gedruckten Bauteile gekennzeichnet, um sie jederzeit rückverfolgen zu können. Der Datenaustausch findet mit Hilfe einer Datenaustauschsoftware statt, wobei alle relevanten Zusatzinformationen mit Hilfe der Blockchain-Technologie gespeichert werden.

Ausgangslage

3D-Druckverfahren haben das Potenzial, Wertschöpfungsketten zu revolutionieren – etwa beim Bau von Prototypen oder bei der Ersatzteilbeschaffung. Damit sich die additive Fertigung weltweit durchsetzen kann, muss die Sicherheit der Druckdaten zu jeder Zeit garantiert sein. Fertigungsunternehmen müssen gewährleisten können, dass nur autorisierte Personen Zugang zu den 3D-Druckdaten haben und dass immer die Originaldaten verwendet werden. Außerdem darf die 3D-Druckdatei nur so oft verwendet werden, wie es der Auftraggeber lizenziert hat.

Druckdaten, die in die falschen Hände gelangen, könnten für die Herstellung von Raubkopien missbraucht werden. Hieraus entstehen schnell weitere Probleme: Kann ein Kunde eine Raubkopie nicht vom Original unterscheiden und ihm entsteht durch die Verwendung ein Schaden, kommt es zu (unberechtigten) Produkthaftungsfällen und somit mindestens zu einem finanziellen Schaden für den Hersteller des Originalprodukts.

Ziel

SAMPL verfolgt das Ziel, eine durchgängige Sicherheitslösung für additive Fertigungsverfahren zu entwickeln. Die Lösung sichert den gesamten Prozess von der Erzeugung der 3D-Druckdaten über den Austausch und die Ausgabe auf speziell abgesicherten 3D-Druckern. Sie beinhaltet sogar die Kennzeichnung der gedruckten Bauteile. Dies geschieht anhand von RFID-Chips, Hologrammen oder anderen für das jeweilige Produkt geeigneten Methoden. Es wird also eine Art Etikett mitausgedruckt, das zum Beispiel von einem entsprechenden RFID-Lesegerät oder auch geeigneten Smartphones ausgelesen werden kann und Informationen wie Seriennummer des Bauteils, Rechteinhaber, Hersteller oder Anwender enthält. Die Vorteile dieser Technologie liegen in der Kombination der geringen Größe, unauffälliger Auslesemöglichkeit sowie dem geringen Preis der Chipherstellung.

Die Sicherheitslösung, die in SAMPL erarbeitet wird, basiert auf einer bestehenden Datenaustauschsoftware, die um ein digitales Lizenzmanagement erweitert wird. Dieses Lizenzmanagement wiederum fußt auf der Blockchain-Technologie. Es handelt sich also um ein Verfahren, mit dem die Authentizität von Transaktionen nachgewiesen werden kann und das bereits heute, zum Beispiel beim digitalen Zahlungsverkehr mit Bitcoins, eingesetzt wird. In diesem Fall dient die Blockchain zur transparenten und sicheren Lizenzvergabe, das heißt zum Druck einer definierten Zahl von Bauteilen. Auch die 3D-Drucker selbst sind an die Datenaustauschplattform und die Blockchain angebunden. Zum einen, um die Steuerung der Drucker abzusichern, und zum anderen beziehen sie von dort die Informationen für die Bauteilkennzeichnung. Abschließend werden die Informationen über die finale Verwendung des Bauteils in der Blockchain gespeichert, um eine transparente Nachverfolgbarkeit zu ermöglichen.

Praktische Anwendung

Besonders die Luftfahrtindustrie stellt ein repräsentatives Anwendungsszenario für die Kombination von vernetzter Produktion, additiver Fertigung, sicherem Informationsaustausch und digitalem Lizenzmanagement dar. Derzeit unterliegen sowohl die Flugzeugentwurfs- und -produktionsprozesse als auch die Fertigungsverfahren selbst einer grundlegenden Neuordnung. Der nun stattfindende Technologiesprung bietet neue Möglichkeiten, etwa zur Gewichtseinsparung durch spezielle Bauteilkonstruktionen, die nur im 3D-Druckverfahren möglich sind. In diesem Zusammenhang entstehen aber auch neue Herausforderungen beim digitalen Informationsaustausch, beim Kopierschutz und beim Echtheitsnachweis von Flugzeugteilen und Ersatzteilen, wenn Bauteile einfach nachgedruckt werden können.

Die im Zusammenhang mit der Luftfahrt erbrachten Ergebnisse von SAMPL werden aber auch auf andere Industrien übertragbar sein. Dazu gehören Fertigungsunternehmen, die gewährleisten müssen, dass nur autorisierte Personen Zugang zu den 3D-Druckdaten haben und dass immer die Originaldaten verwendet werden. Die zu entwickelnde Sicherheitslösung richtet sich aber auch an global tätige Unternehmen, die die Kosten für Lagerhaltung und Transport durch die Herstellung von Ersatzteilen vor Ort reduzieren möchten, ohne beim Versand der 3D-Druckdaten ihr geistiges Eigentum zu gefährden. Eine weitere Zielgruppe sind Dienstleister für additiv gefertigte Bauteile. Sie zeigen, dass sie die Sicherheitsanforderungen ihrer Kunden ernst nehmen. Des Weiteren können Hersteller von 3D-Druckern ihren Kunden die Möglichkeit bieten, ihre eigenen Maßstäbe in Sachen Kopierschutz hochzuschrauben.

Konsortium

PROSTEP AG (Konsortialführer), 3D MicroPrint GmbH, consider it GmbH, Fraunhofer ENAS, NXP Semiconductors Germany GmbH, Technische Universität Hamburg-Harburg – Institut für Flugzeug-Kabinensysteme, Universität Hamburg – Hamburg Research Center for Information Systems, Universität Ulm – Institut für verteilte Systeme

Ansprechpartner

Martin Holland, PROSTEP AG,
martin.holland@prostep.com

HEUTE >>> ZUKUNFT

HEUTE	ZUKUNFT
3D-Druckdaten müssen während eines Entwicklungs- und Produktionsvorgangs mehrmals zwischen Unternehmen verschickt werden.	Alle beteiligten Unternehmen können auf die Daten zugreifen, die auf der Plattform für alle zugänglich abliegen.
Wer im Besitz der Druckdaten ist, kann die Datei beliebig oft ausdrucken.	Ein digitales Lizenzmanagement auf Blockchain-Basis sorgt dafür, dass nur eine bestimmte Anzahl eines Bauteils ausgedruckt werden kann.
Original-Bauteile sind schwer von Fälschungen zu unterscheiden.	Bauteile werden mit einem Etikett ausgedruckt, das auf einem Chip Produktinformationen enthält und die Echtheit des Bauteils garantiert.
Original-Bauteile sind nur mit großem Aufwand nachverfolgbar.	Bauteilinformationen wie Hersteller, Ersatzteil-Lieferant oder Verwender können zusammen mit der Bauteilidentifikation in der Blockchain transparent abgebildet werden. Eine durchgängige Nachverfolgbarkeit wird ermöglicht.
Muss ein Ersatzteil z. B. für ein Flugzeug beschafft werden, müssen oft lange Wartezeiten in Kauf genommen werden.	Keine Wartezeit und keine Kosten für Lagerhaltung oder Transport durch kurzfristige Herstellung des Originalteils vor Ort.

DEVEKOS

Durchgängiges Engineering für sichere, verteilte und kommunizierende Mehrkomponentensysteme

Kurzsteckbrief

Ziel des Projekts DEVEKOS ist es, einheitliche Standards für sämtliche zur Automatisierung von Maschinen oder Anlagen beitragenden Komponenten zu entwickeln, um Produktionsprozesse intelligenter, flexibler und effizienter zu machen. Die Automatisierungskomponenten sollen automatisch und in Echtzeit herstellerübergreifend zusammenarbeiten, dafür will das Projekt standardisierte Schnittstellen schaffen, die auch eine effiziente Zusammenarbeit in der Entwicklung zwischen den Gewerken Vertrieb, Mechanik, Elektrik und Software ermöglichen.

Ausgangslage

Automatisierte Anlagen und Maschinen in der Produktion entlasten den Menschen von gefährlichen und körperlich anstrengenden Arbeiten – er kann sich auf Aufgaben wie die Beseitigung von Störungen, Materialnachschub oder Wartung konzentrieren. Daher wird die heutige Produktion zunehmend automatisiert und einzelne Maschinenkomponenten werden durch digitale Technologien miteinander vernetzt. Sie können dann selbständig und in Echtzeit miteinander kommunizieren. Werden mehrere unabhängige Komponenten miteinander vernetzt, entstehen sogenannte Mehrkomponentensysteme. Diese sind in der Lage, anspruchsvolle Automatisierungsaufgaben in der Produktion zu erfüllen.

Allerdings sind aktuell auf dem Markt erhältliche Komponenten unterschiedlicher Hersteller zwar auf der Ebene von einfachen Kommunikationsschnittstellen miteinander kompatibel, ein Austausch auf hochsprachlicher Ebene über Funktionen, Systemarchitekturen oder Fähigkeiten ist im Regelfall jedoch nicht möglich. Gleichzeitig gibt es im Engineering keine standardisierten Schnittstellen zwischen den Fachdisziplinen Vertrieb, Mechanik, Elektrik und Software, so dass der disziplinübergreifende Entwurf aufwändig synchronisiert und abgestimmt werden muss. Auch entlang der Wertschöpfungskette (Komponente, Subsystem, System) bestehen vergleichbare Brüche.

Ziel

Ziel von DEVEKOS ist es, Standards für Automatisierungsfunktionen zu entwickeln, um Mehrkomponentensysteme intelligenter, flexibler und effizienter zu machen. Maschinenkomponenten sollen automatisch und in Echtzeit zusammenarbeiten und zu einem intelligenten System zusammenwachsen. Durch die Miniaturisierung der Elektronik können heute auf engstem Bauraum Steuerung, Antriebe und Sensoren in die Komponenten integriert werden. Die eingebettete Software macht solche Komponenten zu intelligenten, kommunikativen Modulen.

Alle Komponenten sollen über ein standardisiertes Protokoll ihren Zustand und ihre Fähigkeiten kommunizieren können. Mehrere Komponenten werden sowohl im Entwurf als auch in der realen Kommunikation zu einem Subsystem zusammengefasst, das selbst wiederum Fähigkeiten und Statusinformationen liefern kann. Diese Subsysteme werden zu Baugruppen zusammengefasst; der Prozess der Modulbildung wird so lange wiederholt, bis die Maschine komplett ist. Der nächste Modularisierungsschritt wäre dann die Integration in eine Fertigungsanlage. Diese Vorgehensweise ermöglicht auch eine deutlich vereinfachte Rekonfiguration, Rekonstruktion oder Erweiterung von Maschinen. Vom Sensor bis zum Werkzeug müssen alle Komponenten in eine solche Architektur integrierbar sein. In DEVEKOS werden daher alle Komponenten herstellerübergreifend mit einem digitalen Zwilling nach einer standardisierten Methode beschrieben.

Ein weiteres Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer Sicherheitsarchitektur für modulare Mehrkomponentensysteme. Für die Maschinensicherheit gibt es zurzeit stark zentralistisch geprägte Lösungen, die den Anforderungen von verteilten Systemen und deren Wandlungsfähigkeit nicht gerecht werden. Durch den Einsatz von Automatisierungskomponenten, die alle ihre eigene Steuerung mitbringen, entstehen stark vernetzte Kommunikationsstrukturen in der Maschine. Hierzu soll im Projekt eine sichere Kommunikationslösung erarbeitet werden.

Praktische Anwendung

Die in DEVEKOS erarbeiteten Ergebnisse werden in verschiedenen konkreten Anwenderapplikationen aufgebaut und erprobt. Die aus Maschinen- und Anlagenbauern bestehende Anwendergruppe im Projekt soll die Ergebnisse aufgreifen und in Form von Pilotprojekten an konkreten Maschinen umsetzen und verifizieren. Dadurch soll eine schnellere industrielle Umsetzung und Verbreitung der Ergebnisse erreicht werden.

Eine Hilfe bei der Umsetzung stellt das 3D-Engineering dar. Mit dieser Software kann sich der Ingenieur anzeigen lassen, wie sich das zu bauende System verhalten wird. Dies geschieht durch eine Simulation, die es erlaubt, die Maschine oder Anlage ohne Vorhandensein der Mechanik in Betrieb zu nehmen und 3D-grafisch darzustellen. Indem das Verhalten der Komponenten simuliert wird, kann die Maschine oder Anlage bereits „virtuell“ in Betrieb genommen und so geprüft werden.

Konsortium
FESTO AG & Co. KG (Konsortialführung), ASYS Automatisierungssysteme GmbH, CODESYS GmbH, elrest Automationssysteme GmbH, fortiss GmbH, Häcker Automation GmbH, Harro Höfliger Verpackungsmaschinen GmbH, Hochschule Ostwestfalen-Lippe, NewTec GmbH, SCHAEFF Maschinen GmbH & Co. KG, Softing Industrial Automation GmbH, Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart

Ansprechpartner
Johannes Hoos, FESTO AG & Co. KG,
johannes.hoos@festo.com

HEUTE	ZUKUNFT
Die auf dem Markt erhältlichen Komponenten unterschiedlicher Hersteller sind oft nicht miteinander kompatibel.	Maschinenkomponenten arbeiten automatisch und in Echtzeit herstellerübergreifend zusammen.
Keine herstellerübergreifenden Standards für Automatisierungsfunktionen.	Standards für Automatisierungsfunktionen werden entwickelt, die einfach in ein Mehrkomponentensystem integriert werden können.
Keine standardisierten Schnittstellen zwischen verschiedenen Fachdisziplinen.	Standardisierte Schnittstellen im Engineering zwischen Vertrieb, Mechanik, Elektrik und Software.
Informationslücken zwischen den Akteuren entlang der Wertschöpfungskette.	Durchgängiger Datenfluss zwischen Komponentenherstellern, Maschinenbauern und -betreibern.
Stark zentralistisch geprägte Sicherheitslösungen, die nur Teile eines Systems abdecken.	Sicherheitsarchitektur für modulare Mehrkomponentensysteme.

EMuDig 4.0

Effizienzschub in der Massivumformung durch Integration digitaler Technologien im Engineering

Kurzsteckbrief

EMuDig 4.0 will in der Massivumformung eine Vernetzung zwischen Herstellungsprozess, Maschinen und Anlagen, Menschen und Produkten ermöglichen. Dazu werden entlang der gesamten Wertschöpfungskette speziell für die Umformung entwickelte oder angepasste digitale Technologien und Methoden integriert. Die Analyse der entstehenden Daten wird genutzt, um weitere Erkenntnisse über den Prozess zu gewinnen und damit Effizienz, Flexibilität sowie Qualität zu steigern.

Ausgangslage

In der Massivumformung werden dreidimensionale Körper aus Werkstoffen wie Stahl oder Aluminium umgeformt. Die größtenteils mittelständisch geprägte Branche ist heute mit zahlreichen Herausforderungen konfrontiert: Dazu zählen deutlich steigende Anforderungen an Umformteile, etwa im Leichtbau oder der Elektromobilität, sowie eine umkämpfte Wettbewerbssituation durch ausländische Marktteilnehmer.

Digitalisierung und Vernetzung – auch von Wissen – könnten die Effizienz in der Massivumformung entscheidend verbessern. Dafür müssen die passenden Wege und Methoden gefunden werden. Zu den weiteren Herausforderungen gehören kleine Losgrößen, die eine hohe Flexibilität bei der Produktion voraussetzen, sowie die umfassende Vernetzung der Wertschöpfungsketten. Diese soll eine schnelle und gezielte Reaktion auf Aufträge ermöglichen.

Ziel

Das Projekt EMuDig 4.0 will in der Massivumformung eine umfassende Vernetzung zwischen Urform-, Umform- und Wärmebehandlungsprozess, Maschinen, Anlagen und Produkten erzielen. Durch die so verfügbaren Informationen wird es möglich, nicht nur die Effizienz eines einzelnen Produktionsschrittes zu erhöhen, sondern eine prozessketten-übergreifende Optimierung vorzunehmen. Der Lösungsansatz besteht darin, verfügbare digitale Technologien an die Erfordernisse des Engineerings in der Massivumformung anzupassen. Die aus der Vernetzung gewonnenen umfassenden Echtzeit-Informationen sollen zusammen mit Analysemethoden und Algorithmen wesentlich zur Steigerung von Effizienz, Flexibilität und Qualitätssteigerung beitragen.

Im Projekt werden verschiedene Technologiefelder angesprochen, die jeweils eng mit einem Glied in der Wertschöpfungskette verzahnt sind. In der Rohmaterialerzeugung soll der Werkstoff dank moderner Sensortechnologien mit einem eindeutigen „digitalen Fingerabdruck“ versehen werden, damit seine Produktionsdaten im Verlauf der Weiterverarbeitung technologisch und logistisch nachvollziehbar sind. Bei den Produktionswerkzeugen sollen der Zustand und Verschleiß, abhängig von der jeweiligen „Werkzeuglebensgeschichte“, vorhergesagt werden. Auf dieser Basis können entsprechende vorbeugende Maßnahmen getroffen werden („predictive Tool-Management“).

In Produktionsanlagen wiederum wird es durch ein Prognosemodell möglich sein, verfügbarkeitseinschränkende Ereignisse vorherzusagen und Instandhaltung und Wartung vorausschauend zu planen und effizienter zu gestalten („predictive Maintenance“). Im Produktionsprozess des Umformens sollen nur Teile verwendet werden, die der Hersteller bis zu ihrer jeweiligen Entstehung zurückverfolgen kann, um die Ausschussrate zu reduzieren. Denn durch die Rückverfolgung können fehlerhafte Produktionen schneller festgestellt und behoben werden („predictive Quality“). Außerdem werden so beim Logistikprozess auch kleinstmögliche Teilmengen steuer- und rückverfolgbar.

Die Datenanalyse hat das Ziel, geeignete Methoden und Werkzeuge für mittelständische Unternehmen der Umformtechnik zu testen und zu etablieren. Damit sollen Abhängigkeiten, Muster oder Abweichungen in den Produktionsdaten gefunden werden können („Data Analytics“). Dabei sollen über Sensoren und Anlagensteuerungen Daten bereitgestellt sowie in einer Cloud gespeichert, ausgewertet, verknüpft und algorithmisch aufbereitet werden. Bei den dabei anfallenden Datenmengen ist nicht die schiere Masse („Big Data“), sondern die intelligente Analyse der vorliegenden Daten („Smart Data“) das entscheidende Kriterium.

Praktische Anwendung

In enger Zusammenarbeit zwischen Industrie und Hochschulen werden Methoden und Konzepte entwickelt, in einer Modellfabrik getestet und sukzessiv in zwei Unternehmen der Massivumformung für die Serienfertigung evaluiert. Als Beispiel dient dabei eine Prozesskette bei der Verarbeitung und Massivumformung von Stahl in der Großserienfertigung. Des Weiteren steht die Herstellung von Aluminiumschmiedeteilen für die Luftfahrtindustrie in Kleinserie im Mittelpunkt.

Konsortium

OTTO FUCHS KG Meinerzhagen, Hirschvogel Automotive Group Denklingen, SMS group GmbH Mönchengladbach, Fachhochschule Südwestfalen, Universität Stuttgart, Zentrum für Informationsdienste und Hochleistungsrechnen (ZIH) der Technischen Universität Dresden

Ansprechpartner

Lukas Kwiatkowski, OTTO FUCHS KG,
Lukas.Kwiatkowski@otto-fuchs.com

HEUTE >>> ZUKUNFT

HEUTE	ZUKUNFT
Entlang der Wertschöpfungskette sind die einzelnen Akteure kaum vernetzt.	Umfassende Vernetzung zwischen Maschinen, Anlagen und Produkten dank übergreifendem Engineering.
Effizienzerhöhung konzentriert sich lediglich auf einzelne Prozesse, nicht auf die gesamte Wertschöpfungskette.	Erhöhung der Effizienz und Flexibilität entlang der gesamten Wertschöpfungskette durch die Integration digitaler Technologien.
Es gibt keine transparenten Produktionsdaten von Werkstoffen entlang der Wertschöpfungskette.	Eindeutiger „digitaler Fingerabdruck“ dank Sensortechnologie für Werkstoffe ermöglicht es, Produktionsdaten technologisch und logistisch nachzuvollziehen.
Informationen über Zustand und Verschleiß von Produktionswerkzeugen sind nicht digital erfasst.	Intelligente Datenanalyse ermöglicht die Vorhersage über den Zustand und Verschleiß von Produktionswerkzeugen.
Der Verschleiß von Produktionsanlagen führt zu spontanen Ausfällen und Stillstandzeiten.	Die intelligente Datensammlung und -analyse ermöglicht eine effizientere Produktions- und Instandhaltungsplanung.

INTEGRATE

Offene Plattform für kooperatives Engineering

Kurzsteckbrief

Im Projekt wird eine offene Plattform für unternehmens- und herstellerübergreifendes, kooperatives Engineering entwickelt. Alle an einem Produktionsprozess beteiligten Engineering-Werkzeuge können über die Plattform sicher und synchron Daten austauschen, Drittanbieter können eigene Dienste anbieten und integrieren, Grundvoraussetzungen wie Datensicherheit und Rechtemanagement werden von der Plattform gesteuert. Der Entwurfsprozess soll so deutlich flexibler und schneller werden.

Ausgangslage

Die Digitalisierung der Industrie erfordert idealerweise ein kooperatives Engineering von Produkten und Produktionssystemen, also eine problemlose Datenweitergabe zwischen unterschiedlichen Werkzeugen zur flexiblen Produktherstellung. Der Entwurf und die Nutzung von Produktionssystemen hat sich in der Vergangenheit zu einem komplexen, verschiedenste Ingenieursdisziplinen umfassenden Prozess entwickelt. Dabei kommen unterschiedliche Entwurfswerkzeuge in zeitlich überlappenden Aufgaben zum Einsatz. Besonders im mittelständisch geprägten Maschinen- und Anlagenbau hat sich gezeigt, dass hierbei der Datenaustausch zwischen Entwurfswerkzeugen, die häufig von unterschiedlichen Herstellern bezogen werden oder deren spezielle Nutzung durch den Auftraggeber vorgegeben wird, ein bedeutender Kostenfaktor ist.

Ziel

Ziel des Projekts sind verkürzte Engineering-Zeiten durch den Wegfall von häufig manuell durchzuführenden und fehlerbehafteten Konvertierungsprozessen sowie die Erkennung von Inkonsistenzen. Voraussetzung für die angestrebte Flexibilität im Entwurfs- und Produktionsprozess ist eine bessere Integration der einzelnen Entwurfswerkzeuge. Gleichzeitig muss sichergestellt werden, dass alle Prozessteilnehmer zu jeder Zeit auf exakt demselben Stand sind. Kürzere Innovationszyklen und agile Prozesse sind dann kein Problem mehr.

Im Rahmen des INTEGRATE-Projekts soll eine offene Plattform entwickelt werden, die entwurfswerkzeugneutral zu einem konsistenten, entwurfsdisziplinübergreifenden digitalen Zwilling des entworfenen Objektes führt und Schnittstellen zu verschiedenen Datenformaten verfügbarer Entwurfswerkzeuge unterstützt. Werden hier Fortschritte erzielt, können Kosten entscheidend gesenkt und somit der Mittelstand auf Industrie 4.0-Szenarien vorbereitet werden. Die Entwurfswerkzeuge können dann herstellerübergreifend

und unternehmensunabhängig miteinander kommunizieren und Daten über zu planende Objekte austauschen. Selbst Werkzeuge, die bisher nicht über ein gemeinsames Datenbanksystem synchronisiert sind, können dadurch am kooperativen Engineering teilnehmen.

Praktische Anwendung

Die Funktionalitäten der Plattform werden innerhalb eines Demonstrators erprobt. Dieser soll zur Verbreitung der Konzepte bei Kunden und weiteren Partnern genutzt werden und bildet drei Szenarien ab: Im Szenario „Integriertes Engineering“ werden Planungswerkzeuge unterschiedlicher Hersteller miteinander über die Plattform gekoppelt, um ein bestimmtes Produkt herzustellen. Dabei wird veranschaulicht, dass bei diesem Datenaustausch wesentliche Punkte wie IT-Sicherheit und Rechtemanagement von der Plattform gewährleistet werden.

Im Szenario „Datenzugriff und -manipulation durch Services“ wird die Funktionsweise der Schnittstelle für Serviceanbieter demonstriert. Dazu werden Planungsdaten über externe Dienste bearbeitet. Ein Beispiel hierfür ist der Dienst „Soll/Ist-Vergleich“ zum Abgleich von 3D-Daten mit den Planungsdaten. Das dritte Szenario soll demonstrieren, wie sich zukünftig Geschäftsmodelle, die beispielsweise den kostenpflichtigen Einsatz von Softwarediensten betreffen, mit Hilfe der INTEGRATE-Plattform realisieren lassen.

Konsortium

inpro Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH (Konsortialführung), ABB AG, FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie, logi.cals automation solutions & services GmbH, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Ansprechpartner

Daniel Wolff, inpro Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH, daniel.wolff@inpro.de

HEUTE	ZUKUNFT
Daten können bei der Produktentwicklung nicht zwischen den Werkzeugen ausgetauscht werden.	Die offene Plattform ermöglicht den sicheren Datenaustausch zwischen Entwurfswerkzeugen.
Drittanbieter können nur mit großen Hürden ihre Dienste im Produktionsprozess einbringen.	Drittanbieter können auf der Plattform eigene Dienste anbieten und leicht in den Produktionsprozess integrieren.
Eine sichere Weitergabe von Daten während des Produktionsprozesses kann nicht garantiert werden.	Grundvoraussetzungen wie Datensicherheit und Rechtemanagement werden von der Plattform gesteuert.
Wenig Flexibilität bei Engineering-Prozessen sorgt für hohe Kosten und wenig Effizienz.	Flexible Engineering-Prozessketten führen zu Effizienzsteigerungen und senken die Kosten.
Durch manuell gesteuerte Prozesse ergeben sich lange Projektlaufzeiten.	Projektlaufzeiten können durch die Automatisierung von Prozessen signifikant verkürzt werden.

VariKa

Vernetztes Produkt- und Produktions-Engineering am Beispiel variantenreicher Fahrzeugkarosserien

Kurzsteckbrief

Autos werden heute mit zahlreichen Individualisierungsmöglichkeiten angeboten. Diese Optionen haben zum Beispiel Einfluss auf den Bauraum der Batterie – so braucht ein hybrid angetriebenes Auto einen anderen Batterieträger als ein rein batterieelektrisch betriebenes. Im Projekt VariKa wird ein Baukastensystem für Batterieträger und die zugehörige Prozesskette entwickelt, die dabei hilft, Fertigung geringer Stückzahlen wirtschaftlich umsetzen zu können. Dazu entsteht der Batterieträger in Mischbauweise aus bearbeiteten Halbwerkzeugen und 3D-gedruckten Verbindungselementen.

Ausgangslage

Die Automobilbranche steht vor einer großen Herausforderung: Fahrzeugkarosserien werden heute in einer nie gesehenen Variantenvielfalt hergestellt, insbesondere Nischenfahrzeuge. Bisher wurden zur Herstellung von metallischen Karosseriebauteilen unter anderem Werkzeuge zur Umformung sowie Vorrichtungen zum Einspannen und Fixieren von Bauteilen benötigt. Diese speziellen Fertigungsmittel wiederum verursachen Kosten in der Anschaffung, Instandhaltung und Wartung, die dann auf die gefertigten Teile umgelegt werden. Das führt bei einer geringen Fertigungsmenge zu einem hohen Teilepreis.

Um die Fertigung bestimmter Karosseriekomponenten effizienter zu gestalten, besteht die Aufgabe darin, neue Prozesse und Herstellungsmethoden zu erproben und zu etablieren, die es erlauben, variantenreiche Karosseriekomponenten in niedrigen Stückzahlen wirtschaftlich zu produzieren. Dadurch kann der Teilepreis möglichst gering gehalten werden. Dazu soll zum einen der 3D-Druck genutzt werden, der sich bisher noch nicht für anspruchsvolle industrielle Anwendungsfälle durchsetzen konnte. Zum anderen soll ein durchgängiges Produkt- und Produktionsengineering dabei helfen, die Schnittstellen der einzelnen Prozesse zu verbessern.

Ziel

Am Beispiel eines Batterieträgers wird die Optimierung der Prozesskette hin zu einer beanspruchungsgerechten Auslegung eines additiv gefertigten und variantenreichen Bauteils gezeigt. Ein Baukastensystem aus bearbeiteten Halbwerkzeugen und 3D-gedruckten Verbindungselementen wird dafür erstellt. Zudem erarbeiten die Projektpartner einen durchgängigen Entwicklungs- und Fertigungsprozess mit dem Ziel minimaler Werkzeug- und Vorrichtungskosten sowie einer flexiblen Produktion für zahlreiche Varianten eines Bauteils. Die zu entwickelnde Prozesskette stellt einen Fortschritt im Sinne eines besseren Datenflusses dar. Nur wenn ein durchgängiger Datenfluss von der Produktentwicklung über die Überführung in die virtuelle Fabrikplanung bis hin zur Realisierung des Produktes gewährleistet ist, kann der angestrebte Grad der Effizienz und Flexibilität erreicht werden.

Unter Berücksichtigung bionischer Strukturmerkmale im Entwurfsprozess sollen Strukturen in Mischbauweise gefertigt werden, die sich aus kommerziell erhältlichen Massenprodukten und individuell optimierten 3D-gedruckten Verbindungselementen zusammensetzen. Die Verbindungselemente können so wirtschaftlich in kleinen Stückzahlen gefertigt werden, da für die Bearbeitung keine variantenspezifischen Werkzeuge benötigt werden. Auf diese Weise sollen die Grundlagen für die wirtschaftliche Realisierung eines großen Variantenreichtums im Karosseriebau geschaffen werden.

Praktische Anwendung

Die Untersuchungen erfolgen an einem Batterieträger für einen Kleinwagen. Es werden verschiedene Varianten des Batterieträgers benötigt, da antriebskonzeptspezifische (batterieelektrisch, hybrid) Batterien mit sich unterscheidenden Abmessungen und Eigengewichten in die Karosserie zu integrieren sind. Dadurch entsteht ein Variantenreichtum für Batterieträger, der kostengünstig mit Hilfe von Strukturen in Mischbauweise realisierbar ist.

Zunächst werden an definierten Proben die physikalischen Eigenschaften 3D-gedruckter Werkstoffe ermittelt. Darauf basierend wird ein ausgewähltes Bauteil des Variantenbaukastens als Prototyp für die Validierung der Simulation zahlreichen Versuchen unterzogen. Die ermittelten Daten werden nicht nur zur Simulation des Bauteilverhaltens genutzt, sondern werden auch von 3D-Druck-Herstellern benötigt, um die richtigen Parameter für die Fertigung der Verbindungsstücke festzulegen. Die optimalen Druckeinstellungen werden dann in einer digitalen Bibliothek hinterlegt. Anschließend wird der Prozess des Zusammenfügens von Verbindungsstücken und Standardhalbzeugen und das Verhalten der so gefügten Baugruppe durch Versuchsreihen erforscht und optimiert. All diese Daten werden wieder in der digitalen Bibliothek gespeichert.

Die gewonnenen Daten bilden die Basis für die Fertigungssoftware und zukünftige Bauteiloptimierungen für einen verbesserten Leichtbau. Als Demonstrator dient eine ausgewählte Batterieträger-Variante aus dem Variantenbaukasten.

Konsortium

EDAG Engineering GmbH (Konsortialführer), FFT Produktionssysteme GmbH & Co. KG, FKM Sintertechnik GmbH, Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Opel Automobile GmbH

Ansprechpartner

Martin Hillebrecht, EDAG Engineering GmbH,
martin.hillebrecht@edag.de

HEUTE	ZUKUNFT
Die vom Kunden gewünschte Individualisierung kann von Automobilherstellern aufgrund der hohen Kosten kaum wirtschaftlich gewährleistet werden.	Selbst bei abnehmenden Stückzahlen kann eine große Variantenvielfalt gewährleistet werden.
Durch Insellösungen in der nicht aufeinander abgestimmten Wertschöpfungskette entstehen Fehlerquellen.	Durch das durchgängige Verständnis der Prozesskette werden Schnittstellen effektiv aufeinander abgestimmt und ein durchgängiges Produkt- und Produktionsengineering ermöglicht.
Individuelle Bauteile erzeugen hohe Kosten, da spezielle Werkzeuge und Vorrichtungen zu ihrer Herstellung benötigt werden.	Durch den Einsatz von 3D-Druckverfahren entfallen Werkzeug- und Vorrichtungskosten, individuelle Bauteile werden günstiger.
Bauteile können nur an bestimmten Maschinen zusammengefügt werden.	Bauteile werden so konstruiert und gefertigt, dass sie ohne Nutzung einer speziell dafür ausgelegten Maschine zusammengefügt werden können.
Es liegen kaum Erkenntnisse über die Betriebsfestigkeit von additiv gefertigten metallischen Strukturen und Schweißverbindungen mit diesen vor.	Wissen über 3D-gedruckte metallische Strukturen und Schweißverbindungen mit diesen liegen gesammelt vor und können für weitere Produktionen genutzt werden.

IC4F

Baukasten für eine vertrauenswürdige industrielle Kommunikations- und Computing-Infrastruktur

Kurzsteckbrief

IC4F hat die Entwicklung von sicheren, robusten und echtzeitfähigen Kommunikationslösungen für die verarbeitende Industrie zum Ziel. Im Projekt werden eine offene und domänenübergreifende Referenzarchitektur und ein Technologiebaukasten für eine ganzheitliche Kommunikations- und Computing-Infrastruktur für die industrielle Kommunikation und Datenverarbeitung erarbeitet. Auch eine modulare Erweiterung für neue Anwendungen und Kommunikationstechnologien ist möglich.

Ausgangslage

Produzierende Unternehmen müssen in einer zunehmend digitalisierten Wirtschaft ein hohes Innovationstempo unter Beweis stellen. Ein wesentlicher Faktor ist die Bildung von zukunftsweisenden digitalen Plattformen sowie passenden IT- und Kommunikationsstandards. Dies betrifft insbesondere intelligente Netze in der Fabrik der Zukunft, vernetzte Cloud-Plattformen sowie innovative Dienste, die künftig digitalisierte mit traditionellen Produktionsprozessen verknüpfen. Hierfür ist eine ganzheitliche Betrachtung der zu Grunde liegenden Infrastruktur – eine Art industrielles Internet – notwendig. Das industrielle Internet umfasst sowohl drahtlose als auch drahtgebundene Teile des Netzes. Neue Ansätze der Informations- und Kommunikationstechnik bilden dabei die Grundlage für eine zuverlässige und gleichzeitig vertrauenswürdige Vernetzung von Anlagen, ohne die keine Automatisierung möglich wäre.

Die industrielle Kommunikation, mit Eigenschaften wie hoher Verfügbarkeit und Echtzeitfähigkeit sowie Skalierbarkeit und Stabilität, erfordert ein nahtloses Zusammenspiel unterschiedlichster Netzwerk-, Computing- und Automatisierungselemente – von der drahtlosen Anbindung eines Sensors über das fabrikinterne Netz bis zur Nutzung von öffentlichen Mobilfunknetzen. Dabei müssen nicht nur sicherheitstechnische Aspekte berücksichtigt werden, sondern auch die Integration neuer Netzwerkelemente, die einfach und robust sein sollen (Plug & Manufacture) und die Sicherheit des Netzes nicht beeinträchtigen dürfen. Derzeit existieren isolierte Lösungen in verschiedenen Bereichen, die nicht ausreichend in eine durchgängige Architektur integrierbar sind und demzufolge nicht mit einer sicheren, robusten und echtzeitfähigen industriellen Kommunikation vereinbar sind.

Neuartige Kommunikationstechnologien ermöglichen sowohl den erforderlichen Kapazitätsausbau als auch eine signifikante Reduktion von Reaktionszeiten zwischen Sensoren und Aktoren. Auch Erweiterungen im Hinblick auf Mobilitätsunterstützung, auf die Einbindung einer großen Anzahl von Sensoren und Maschinen und Ad-hoc-Netzkonfigurationen müssen vorgesehen und durch ein industrielles Internet unterstützt werden.

Ziel

Zentrales Ziel des Projekts ist die Integration von Kommunikationsnetzen und Computing-Ressourcen unterschiedlicher Geräte, um einen flexiblen und sicheren Betrieb verschiedener industrieller Anwendungen zu ermöglichen. Dafür werden in IC4F eine Referenzarchitektur und ein modularer Technologiebaukasten für eine vertrauenswürdige industrielle Kommunikations- und Computing-Infrastruktur entworfen. Dabei werden insbesondere auch zukünftige 5G-Zugangstechnologien berücksichtigt, die eine zuverlässige und möglichst verzögerungsfreie Kommunikation sicherstellen werden.

Eine wesentliche Komponente des Lösungsansatzes ist, dass Anwendungen eigenständig signalisieren, welche dienstmerkmalspezifischen Ressourcen (Kommunikation, Speicher und Rechenkapazität) benötigt werden. Das Netzwerk konfiguriert sich mittels Software-Defined Networking und stellt die passgenauen „Anforderungen“ zu jeder Anfrage zur Verfügung. Dadurch ist eine exakte Ende-zu-Ende-Dienstbereitstellung mit garantierten Qualitätseigenschaften, etwa für die Bandbreite und die Reaktionszeit, möglich. Um Datenraten einzusparen und Reaktionszeiten zu reduzieren, verfolgt IC4F neben dem traditionellen Cloud-Computing-Ansatz zudem einen Edge-Cloud-Ansatz, bei dem Rechen- und Speicherkapazitäten nah am Prozess platziert werden – und nicht außerhalb des Netzes wie bei herkömmlichen Lösungen. Ergänzt wird eine PKI-basierte IT-Sicherheitslösung.

Praktische Anwendung

Bis Mitte 2020 werden technisch herausfordernde Demonstratoren bei den Partnern umgesetzt. Dabei werden die Referenzarchitektur und der Technologiebaukasten in der industriellen Praxis erprobt sowie Einführungsstrategien und die praktische Handhabung analysiert. Dies dient bei-

spielsweise der Bestimmung von Wartungszeitpunkten und der Erfassung sowie Übertragung von Maschinendaten, um einen reibungslosen Fertigungsablauf zu gewährleisten. Mit dem modular erweiterbaren Architekturansatz und der Entwicklung neuer Kommunikationstechnologien schafft IC4F die Grundlage für neuartige Anwendungsfälle und Geschäftsmodelle in der Industrie 4.0.

Konsortium
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. mit den Instituten HHI (Konsortialführung) und IIS, brown-iposs GmbH, Deutsche Telekom AG, Gesellschaft für Produktionssysteme GmbH, MAG IAS GmbH, Nokia, Robert Bosch GmbH, rt-solutions.de GmbH, Schindler Fenster + Fassaden GmbH, Siemens AG, Still GmbH, Technische Universität Berlin, Technische Universität Kaiserslautern, Universität Stuttgart

Ansprechpartner
Prof. Dr.-Ing. Slawomir Stanczak,
Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut,
info@ic4f.de

HEUTE >>> ZUKUNFT

HEUTE	ZUKUNFT
Maschinen kommunizieren über verschiedene Schnittstellen, dadurch verlangsamt sich der Prozess und es entstehen Fehlerquellen.	Durchgängiges industrielles Kommunikationsnetz, an das alle Maschinen herstellerübergreifend angeschlossen werden.
Sicherheitsrisiken durch verschiedene Software mit unterschiedlichen Standards innerhalb der industriellen Kommunikation.	Diversität an Standards wird reduziert dank eines ganzheitlichen Kommunikationsnetzwerks mit einer Gesamtsicherheitslösung.
Es entstehen hohe Kosten bei der Einführung verschiedener Kommunikations- und Computing-Infrastrukturen.	Ein modularer Technologiebaukasten ermöglicht einfache und bedarfsgerechte Einführung einer industriellen Kommunikations- und Computing-Infrastruktur.
Es gibt häufig Verzögerungen beim Datenverkehr zwischen Maschinen aufgrund von Überlastungen im Netz.	Zukünftig läuft die industrielle Kommunikation in Echtzeit dank Edge-Cloud und dem 5G-Mobilfunkstandard.
Schwierige Integration neuer Netzwerkelemente aufgrund inkompatibler herstellerspezifischer Standards.	Einfache, herstellerübergreifende und robuste Integration neuer Netzwerkelemente aufgrund eines einheitlichen Kommunikationsnetzes.

Die drei Fachgruppen von PAiCE

Die Themen und Herausforderungen der im Technologieprogramm PAiCE geförderten Projekte sind sehr heterogen und an unterschiedlichen Anwendungsfeldern orientiert. Trotzdem gibt es projektübergreifende Fragestellungen, die von gemeinsamem Interesse sind. Die PAiCE-Begleitforschung arbeitet zusammen mit den Projekten in Fachgruppen an Lösungsvorschlägen, die am konkreten Bedarf und auf praktische Umsetzbarkeit ausgerichtet sind. Schwerpunkte der projektübergreifenden Zusammenarbeit betreffen die Themen kooperative Geschäfts- und Plattformmodelle, rechtliche Rahmenbedingungen und vertrauenswürdige Systemarchitekturen.

Kooperative Geschäftsmodelle für digitale Plattformen

Die Digitalisierung von Unternehmen wird nicht nur durch den Einsatz neuer Technologien bestimmt, sondern vor allem durch die Entwicklung und Umsetzung innovativer Geschäftsmodelle. Effizientere Kollaborationen innerhalb und zwischen Unternehmen, die Vernetzung mit Kunden sowie die Flexibilisierung von Wertschöpfungsketten werden zu Erfolgsfaktoren moderner Geschäftsstrategien. Systematische sowie praxiserprobte Vorgehensweisen und Methoden sind hilfreich für die strukturierte Erarbeitung neuer Geschäftsmodelle. Ausgehend von bereits vorliegenden Ergebnissen des Technologieprogramms „AUTONOMIK für Industrie 4.0“ des BMWi liegt der Fokus in der aktuellen Begleitforschung auf Methoden zur Entwicklung kooperativer Geschäftsmodelle für digitale Plattformen. Hier stoßen bisher bekannte Methoden oftmals an Grenzen. Ziel ist es, auf Basis der Erfahrungen von Expertinnen und Experten Vor- und Nachteile unterschiedlicher Methoden aufzuzeigen und anhand typischer Anwendungsfälle für die Industrie neue Ansätze zu entwickeln. Die Ergebnisse sollen in einem Leitfaden zusammengestellt und veröffentlicht werden.

Rechtliche Herausforderungen beim Einsatz kollaborativer Systeme in der Industrie

Der Einsatz kollaborativer Systeme in der Industrie wirft neue Rechtsfragen auf, beispielsweise wenn es um die Haftung im Schadensfall geht. Oft ist das mögliche Risikopotenzial nicht unmittelbar erkennbar, insbesondere wenn in Wertschöpfungsnetzen unterschiedliche (technische) Disziplinen zusammenkommen. Ziel ist es, das Potenzial zukünftiger Anwendungen hinsichtlich neuer rechtlicher Fragestellungen zu analysieren und Aussagen zur Konformität solcher Anwendungen mit dem geltenden Rechtsrahmen zu treffen. Die Betrachtungen sollen sich wesentlich an den Risikobereichen Personenschaden, Sachschaden, Vertragsbruch, Missbrauch persönlicher Daten, Kontrollverlust bei Anlagen und Maschinen, Verstoß gegen Arbeitsrecht und Verletzung geistigen Eigentums orientieren.
Als ein erster Ausgangspunkt soll das „Juristische Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 – Ju-RAMI“ (www.ju-rami-online.com) dienen, das im Technologieprogramm „AUTONOMIK für Industrie 4.0“ erarbeitet wurde. Es bietet erstmals ein webbasiertes Informationsangebot zu Rechtsaspekten beim Einsatz autonomer vernetzter Systeme. Im Rahmen der PAiCE-Begleitforschung sollen praxisgerechte Vertrags- und Regelungsstrategien formuliert und in einem Leitfaden veröffentlicht werden.

Vertrauenswürdige Systemarchitekturen

Im Rahmen von PAiCE werden digitale Plattformen realisiert, an denen eine Vielzahl von Akteuren beteiligt sind. Von Wirtschaft und Wissenschaft getragene Initiativen – wie zum Beispiel die Plattform Industrie 4.0, das Industrial Internet Consortium oder der Industrial Data Space – arbeiten zurzeit an der Entwicklung von entsprechenden Referenzarchitekturmodellen und Leitlinien. Die PAiCE-Förderprojekte sollen ihre Praxiserfahrungen in diese laufende Fachdebatte einbringen. Dabei wird IT-Sicherheit ein zentrales Thema der Begleitforschung und der angestrebten Fachgruppenarbeit sein: Informationstechnische Sicherheit ist keine Eigenschaft, um die ein IT-System nachträglich ohne Weiteres ergänzt werden kann. Vielmehr muss sie ein Kernelement der Systemarchitektur selbst sein („security by design“) und bereits in der Planung Berücksichtigung finden. Einen weiteren Fokus der Begleitforschung bilden die Themen Standardisierung und Normung sowie Unterstützung der Fördervorhaben bei der Initiierung entsprechender Aktivitäten. Die Überführung technischer Spezifikationen, Regelwerke und Prozessmodelle in anerkannte Standards und Normen wird weiterhin als wichtige Option angesehen, um Herstellern, Anbietern und Anwendern in vielen Fällen Handlungssicherheit zu geben. Ziel ist die Entwicklung eines Leitfadens als Orientierungshilfe für die Entwicklung vertrauenswürdiger Systeme.

iSLT.NET

Unternehmensübergreifendes Netzwerk für intelligente, modulare Sonderladungsträger

Kurzsteckbrief

iSLT.NET konzipiert, realisiert und evaluiert ein Netzwerk für intelligente, modulare Sonderladungsträger. Es entsteht eine unternehmensübergreifende, vernetzte IT- und Kommunikationsinfrastruktur, um mehr Transparenz über den Logistikprozess zu gewinnen. Außerdem werden neuen Geschäftsmodelle für die Nutzung von Ladungsträgern entwickelt. Durch die Re-Konfigurierbarkeit der Behälter entstehen innovative Betreibermodelle, wie beispielsweise Pooling, Pay-per-Use.

Ausgangslage

Ladungsträger können Kisten, Kartons, Paletten, Behälter oder Container sein. Für große, sperrige und sensible Bauteile wie beispielsweise Automotoren oder Antriebe im Maschinenbau kommen sogenannte Sonderladungsträger (SLT) zum Einsatz. Diese besitzen einen sehr geringen Standardisierungsgrad, da sie in einer vergleichbar geringen Stückzahl speziell für ein Bauteil bzw. eine Baugruppe angefertigt werden.

Aus Kostengründen bestehen SLT meistens aus einfachen, verschweißten Stahlkomponenten. Durch diese Konstruktionsweise gestalten sich ein Umbau oder eine Wiederverwendung für neue Bauteile und Baugruppen jedoch sehr schwierig. Bauteilspezifische SLT werden teilweise bereits nach drei bis vier Jahren Nutzungszeit, jedoch spätestens nach sieben bis acht Jahren verschrottet. Besonders die immer kürzeren Produktlebenszyklen in der Automobilbranche bedingen eine sehr kurze Nutzungsdauer der SLT. Somit entstehen bei jeder neuen Produktreihe hohe Investitionskosten. Häufig fehlt es Unternehmen zudem an einer vernetzten IT- und Kommunikationsinfrastruktur, um die Wege der Ladungsträger durchgängig nachverfolgen zu können. Durch diese Intransparenz können Ladungsträger im Werksgelände leicht abhandenkommen. Sie fehlen dann unter Umständen beim nächsten Transport eines Bauteils. Im schlimmsten Fall muss auf teure Einwegverpackungen zurückgegriffen werden, bis ein Ersatz-SLT besorgt wurde.

Ziel

Ziel des Projekts iSLT.NET ist es, ein Netzwerk für intelligente, modulare Sonderladungsträger zu konzipieren. Im ersten Schritt soll dabei ein standardisiertes Baukastensystem für SLT entstehen, welches eine branchenweite Wiederverwendung der Bausteine ermöglichen soll. Ziel ist es, das Netzwerk so zu konzipieren, dass es auch auf andere Branchen übertragen werden kann.

Die SLT sollen mit einer funkbasierten Technologie ausgestattet werden, welche das dezentrale Sammeln und Abrufen von Daten ermöglichen soll. Die Datenverarbeitung im Kontext des Ladungsträgermanagements – etwa Ort, Beladungszustand, Temperatur, Erschütterung oder Defekte – soll in einem weiteren Schritt behandelt werden. Eine unternehmensübergreifende Nutzung dieser Daten soll mit einer Cloud ermöglicht werden. Auf Basis der Daten sollen neue Funktionen für die Beteiligten entstehen und somit ein Mehrwert für die gesamte Lieferkette geschaffen werden: Eine höhere Transparenz der Behälterwege als Basis für die Verbesserung der Ladungsträgerplanung sowie die Mengen- und Kostenreduktion stehen hier im Vordergrund. Das Netzwerk für SLT soll durch eine konsequente Modularisierung von Hardware und Dienstleistungen flexible Verrechnungsmodelle sowie eine hohe Skalierbarkeit der Nutzungsdauer und Anzahl der Ladungsträger im Produktkreislauf ermöglichen und somit ein komplett neuartiges Geschäftsmodell aufzeigen.

Praktische Anwendung

Durch die im Projekt iSLT.NET entwickelten Lösungen soll ein einheitlicher Standard für Ladungsträger in der Automobilindustrie geschaffen werden. Für die OEMs und Zulieferer in der automobilen Wertschöpfungskette lassen sich durch die Projektergebnisse Folgekosten bei der Behälterbeschaffung sowie Behälterverluste reduzieren. Zudem ermöglicht ein kurzfristiger Zugang zum Ladungsträgerpool eine flexible Reaktion auf Stückzahländerungen. Durch intelligente und modulare SLT erhöht sich die Transparenz in den Logistikprozessen entlang der Supply Chain erheblich, so dass signifikante Einsparungen erzielt werden. Ein Anwendungsszenario dient als Referenzanwendung, von der weitere Anwendungen für die Industrie abgeleitet werden können.

Konsortium
GEBHARDT Logistic Solutions GmbH (Konsortialführer), BMW Group, Dräxlmaier Industrial Solutions GmbH, Fraunhofer – Arbeitsgruppe für Supply Chain Services, Hochschule für Angewandte Wissenschaften Landshut, Technische Universität München

Ansprechpartner:
Martin Graßl, GEBHARDT Logistic Solutions GmbH,
mgrassl@gebhardt.eu

HEUTE	ZUKUNFT
Kurze Nutzungsdauer von Sonderladungsträgern (SLT), da die Spezialfertigungen nicht wiederverwendet werden können.	SLT können wiederverwendet werden dank eines standardisierten Baukastensystems.
Die Investitionskosten sind bei SLT besonders hoch, da bei jeder neuen Produktreihe andere SLT hergestellt werden.	Durch unternehmensübergreifende Nutzung der SLT werden die Kosten deutlich gesenkt.
Zurzeit gibt es oft keine Verfolgung und Kontrolle der SLT-Transporte, wodurch viele Behälter verloren gehen.	SLT werden mit einer funkbasierten Technologie ausgestattet und können während der Transporte geortet werden. Es ist jederzeit klar, wo sich welcher SLT befindet.
Langwierige und aufwändige Produktion von SLT führt zu hohen Kosten und Verzögerungen in der Lieferung.	Eine schnelle Lieferung ist jetzt durch den Zugang zum Ladungsträgerpool möglich.
Die Ladungsträgerverschrottung führt zur hohen Ressourcenverschwendung.	Die Modularisierung und das branchenübergreifende Baukastensystem ermöglichen die Rekonfiguration und Wiederverwertung der SLT.

SaSCh

Digitale Services für vernetzte Lieferketten

Kurzsteckbrief

Im Projekt SaSCh wird ein System für eine vernetzte, intelligente Lieferkette entwickelt, die qualitäts- und zustandsrelevante Daten durchgängig erfasst. Dazu kommen mobile und stationäre Sensoren zum Einsatz. Basierend auf den gesammelten Daten werden digitale Services für die beteiligten Unternehmen bereitgestellt, die dabei helfen, Transportprobleme frühzeitig zu erkennen und weitere Hilfestellungen zu liefern. Das Ziel sind schlanke und robuste Lieferketten ohne Sondertransporte, Nacharbeiten, Produktionsstillstände und Rückrufaktionen.

Ausgangslage

Die Produktion basiert häufig auf einer komplexen Lieferkette, die sich aus einer Vielzahl an Lieferanten und Logistikdienstleistern zusammensetzt. Zudem erfordern die heute üblichen, schlanken Prozesse, wie zum Beispiel die Just-in-Time-Lieferung, eine hohe Prozessqualität – schließlich gibt es durch den Verzicht auf Lager und große Bestände kaum noch Puffer, um Schwierigkeiten abzufedern. Das Qualitätsmanagement des herstellenden Unternehmens steht vor der anspruchsvollen Aufgabe, die Qualität der verbauten Produkte über die ganze Lieferkette und den gesamten Produktionsprozess hinweg abzusichern, ohne dabei die Effekte schlanker Prozesse zu verringern. Dabei werden die inner- und die zwischenbetrieblichen Logistikprozesse häufig noch zu wenig beachtet. Zu hohe Temperaturen, Feuchtigkeit oder Stöße während des Transports können Bauteile beschädigen, während Verspätungen die termingenaue Anlieferung gefährden können.

Werden Transportmängel erst nachträglich festgestellt, zieht dies einen hohen Kosten- und Zeitaufwand nach sich, indem etwa Nacharbeit, Produktionsstillstände, Sondertransporte oder Rückrufaktionen eingesetzt werden, um die Mängel aufzufangen. Allgemein gilt: Je später im Wertschöpfungsprozess der Mangel erkannt wird, desto kostenintensiver und höher ist der Aufwand, den Mangel wieder zu beheben. Die Sicherstellung einer hohen Produktqualität hängt heute allerdings nicht mehr von einzelnen Unternehmen ab, sondern ergibt sich aus dem Zusammenspiel aller an der Lieferkette Beteiligten. So können Kosten reduziert werden, wenn auftretende Transportschäden frühzeitig erkannt und beschädigte Bauteile zeitnah aussortiert und nachbestellt werden.

Ziel

Im Projekt SaSCh soll eine vernetzte, intelligente Lieferkette entwickelt werden, die qualitäts- und zustandsrelevante Daten durchgängig erfasst. Dazu werden Ladungsträger mit mobilen Sensoren ausgestattet. Diese können Qualitätsparameter wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Erschütterungen sowie die Lokalisierung erfassen und diese Daten an eine zentrale Plattform senden. Zusätzlich werden als stationäre Sensoren 3D-Kameras an strategischen Punkten entlang der Lieferkette positioniert, um Waren optisch zu überprüfen. Die Datenspeicherung erfolgt in einer Cloud. Der unternehmensübergreifende Datenaustausch erfolgt auf Basis des EPCIS-Standards. Die Freigabe der Daten erfolgt ereignisgesteuert, also beispielsweise dann, wenn ein Sensor meldet, dass ein Ladungsträger den Wareneingang eines Werks passiert hat.

Aufbauend auf der digitalen Erfassung und dem Austausch relevanter Daten aus der gesamten Lieferkette werden digitale Services entwickelt. Diese basieren auf einer intelligenten Verknüpfung und Verarbeitung der heterogenen Daten. Ziel ist es dabei, den einzelnen Akteuren zum richtigen Zeitpunkt qualitäts- und zustandsrelevante Informationen über Produkte und Transportprozesse zur Verfügung zu stellen und sie so bei der Sicherung der Produktqualität zu

unterstützen. Es sollen sowohl Services zur Prävention von Mängeln als auch zur schnellen Reaktion auf Probleme in der Lieferkette entwickelt werden. Ebenso werden Dienste entwickelt, die einen effizienten strategischen Ablauf des gesamten Prozesses unterstützen.

Praktische Anwendung

Das Praxisbeispiel im Projekt SaSCh ist die Lieferkette einer Umwälzpumpe. Das Produkt wird von einem Unternehmen in Deutschland für einen Abnehmer in den USA hergestellt. Logistikdienstleister sind für den Transport des Produktes und das Management der Spezialbehälter verantwortlich. Der Anwendungsfall wird in ein Produktionsszenario und ein Logistikszenario aufgeteilt, um die besonderen Herausforderungen der einzelnen Lieferkettenabschnitte gezielter ansprechen zu können. Die Szenarien werden so gestaltet, dass sich die Ergebnisse verallgemeinern und auf weitere Anwendungsfälle übertragen lassen.

Um Qualitätsmängel bereits während der Produktion zu detektieren und bei Bedarf gezielt betroffene Bauteile zurückzurufen, müssen Sensor- und Qualitätsdaten auch während der Produktion erfasst werden. Die Daten der mobilen Sensoren werden durch die Daten der stationären 3D-Kameras ergänzt, die unter anderem Aufschluss über Abmessungen oder Oberflächeneigenschaften geben. Alle relevanten Daten werden den digitalen Services der an der Produktionskette beteiligten Unternehmen (Hersteller und Abnehmer) standardisiert zur Verfügung gestellt.

Aufgrund der Sensibilität des Bauteils müssen Sensor- und Qualitätsdaten während des Transports kontinuierlich erfasst werden, um die Qualität des Produktes bei der Anlieferung sicherzustellen. Durch die an den Transportkisten befestigten Sensoren werden Umwelteinflüsse kontinuierlich erfasst, was letztlich einen Rückschluss auf die Qualität der transportierten Waren zulässt. Die im Prozess positionierten 3D-Kameras erfassen die Transportkisten, wodurch der Zustand der transportierten Produkte regelmäßig überprüft und dokumentiert wird. Die gesammelten Daten werden allen beteiligten Unternehmen (Hersteller, Logistikunternehmen und Abnehmer) standardisiert zur Verfügung gestellt.

Konsortium

queo GmbH (Konsortialführer), BIBA - Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, BLG INDUSTRIELOGISTIK GmbH & Co. KG, GS1 Germany GmbH, Robert Bosch GmbH

Ansprechpartner

Matthes Winkler, queo GmbH,
m.winkler@queo-group.com

HEUTE	ZUKUNFT
Die beteiligten Unternehmen haben keine Kontrolle über das, was an anderen Stationen der Lieferkette und auf dem Transportweg passiert.	Die vernetzte, intelligente Lieferkette erfasst über mobile und stationäre Sensoren durchgängig qualitätsrelevante Daten.
Durch den Verzicht auf Lager und große Bestände gibt es kaum noch Puffer, um Störungen während des Transports abzufedern.	Probleme werden sofort erkannt – eine umgehende Reaktion ist möglich, hohe Kosten werden vermieden.
Die Unternehmen tauschen kaum Produktionsdaten aus, da die Daten in unterschiedlichen Formaten vorliegen.	Der unternehmensübergreifende Datenaustausch erfolgt auf Basis des EPCIS-Standards.
Kein durchgängiges Qualitätsmanagement der verbauten Produkte über die ganze Lieferkette und den gesamten Produktionsprozess hinweg.	Den einzelnen Akteuren werden zum richtigen Zeitpunkt qualitäts- und zustandsrelevante Informationen über Produkte und Prozesse zur Verfügung gestellt. So werden sie bei der Sicherung der Produktqualität unterstützt.
Es gibt kaum Möglichkeiten, in die Lieferkette einzugreifen.	Durch die Auswertung der erfassten Daten können Services zur Prävention von Mängeln, zur schnellen Reaktion auf Probleme sowie Dienste, die einen effizienten strategischen Ablauf des gesamten Prozesses unterstützen, angeboten werden.

AutARK

Autonomes Assistenzsystem zur Unterstützung von MRK-Montageprozessen

Kurzsteckbrief

Im Projekt AutARK wird ein autonomes Assistenzsystem für die Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) in der Montage entwickelt. Das System besteht aus verschiedenen Sensoren und einem Framework, das die Sensordaten verarbeitet. Systemunabhängig kann es an bestehende Robotik-Einheiten angeschlossen werden. Das Assistenzsystem gewährleistet die Sicherheit des Menschen und ermöglicht zudem dessen Entlastung in ergonomisch ungünstigen Arbeitssituationen. Außerdem kann das System zu Schulungszwecken genutzt werden.

Ausgangslage

Damit Menschen und Roboter direkt zusammenarbeiten können, müssen die Roboter aus ihren Schutzzonen hinaus und hinter den Schutzzäunen hervorkommen, die sie jahrzehntelang aus Sicherheitsgründen umgaben. Daraus resultiert ein Bedarf an neuen, innovativen Schutzvorkehrungen, damit Kollisionen vermieden werden. Benötigt werden dafür zum Beispiel Sensorkonzepte, die flexibel in die bestehenden Montagelinien und weitgehend unabhängig von bestimmten Robotertypen eingesetzt werden können. Großes Potenzial bieten sogenannte körpernahe Assistenzsysteme für den Menschen. Sie bestehen aus Sensoren, die etwa in Kleidungsstücke integriert werden, und ermöglichen nicht nur eine sichere Mensch-Roboter-Kollaboration – der Mensch kann zusätzlich in seinem Arbeitsprozess inhaltlich und qualitativ unterstützt werden. Die Analyse der Sensordaten kann zur Vermittlung eines besseren Prozessverständnisses eingesetzt werden, zum Erlernen von Detailwissen sowie zur kognitiven Entlastung.

Ziel

Im Projekt AutARK werden innovative Lösungsansätze und Technologien der Mensch-Roboter-Kollaboration erprobt und auf ihre Marktfähigkeit in Montage- und Qualifizierungsanwendungen in der Industrie geprüft. Zielgruppe sind insbesondere produzierende und ausbildende Betriebe in Deutschland. Ziel ist es, eine ergonomisch optimierte MRK-Anwendung zu entwickeln, die auf der Fusion verschiedener Sensordaten basiert. Sie soll neben der unterstützenden Funktion zusätzlich eine interaktive Kompetenzentwicklung im Rahmen halbautomatischer Montage- und Qualifizierungsprozesse ermöglichen.

In die Kleidung integrierte Sensoren erfassen permanent den Standort und die Bewegungen des Menschen. Diese Informationen werden mit den Daten aus weiteren Sensoren und der Robotersteuerung fusioniert, also zusammengeführt. Die dezentral über die Sensoren und die Robotersteuerung gewonnenen Daten werden miteinander aggregiert und im AutARK-Sensor-Framework verarbeitet. Das System steuert dann auf Basis der Daten autonom die angeschlossene Robotik-Einheit an, also etwa einen Roboterarm. Dies geschieht in Echtzeit, um eine funktional-sichere Mensch-Roboter-Kollaboration zu ermöglichen.

Eine wesentliche Innovation der Projektidee besteht darin, dass sich das Verhalten des Roboters an die Arbeitssituation des Menschen anpasst. Dazu gehören der konkrete Arbeitsprozess und die Umgebungsbedingungen, aber auch Faktoren wie die Körpergröße des mit dem System arbeitenden Menschen. Darüber hinaus soll der Mensch in seiner Tätigkeit qualitativ unterstützt werden, etwa durch eine Rückmeldung des Systems, ob die jeweilige Tätigkeit angemessen ausgeführt wurde. Besonderer Wert wird bei der Entwicklung auf zwei Faktoren gelegt: Die funktionale Sicherheit des Systems – sodass auch im Fehlerfall keine Gefahr vom Roboter ausgeht – und die Systemunabhängigkeit. Durch die angestrebte Systemunabhängigkeit soll die Lösung auch in anderen industriellen Anwendungsfeldern eingesetzt werden können.

Praktische Anwendung

Das zu entwickelnde System wird in zwei Szenarien erprobt. Im ersten Szenario geht es um die Entlastung der Mitarbeiter bei der Montage von Transformatoren mit einem Gewicht bis zu 50 kg. Diese Tätigkeit ist geprägt von manuellen Prozessen, die sich größtenteils nicht automatisieren lassen. Ziel ist die MRK-unterstützte Durchführung dieses Prozesses unter Einhaltung ergonomischer Anforderungen. Mitarbeiter sollen dadurch entlastet und gleichzeitig eine altersunabhängige langfristige Beschäftigungsmöglichkeit an bisher ergonomisch nicht optimalen Arbeitsplätzen geschaffen werden. Im zweiten Szenario geht es um die MRK-unterstütze Ausbildung von Schweißern. Hier steht die interaktive Kompetenzentwicklung im Vordergrund. Zielgruppe sind Auszubildende, Fachkräfte und Meister, die im Schweiß-Prozess unterstützt und angeleitet werden sollen.

Konsortium

Pumacy Technologies AG (Konsortialführer), Arend Prozessautomation GmbH, BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, BLOCK Transformatoren-Elektronik GmbH

Ansprechpartner

Dr. Bernd Bredehorst, Pumacy Technologies AG,
bernd.bredehorst@pumacy.de

HEUTE >>> ZUKUNFT

HEUTE	ZUKUNFT
Roboter sind nur für einen Arbeitsvorgang programmiert, den sie immer starr ausführen. Sie können nicht auf unterschiedliche Arbeitssituationen reagieren.	Das Verhalten des Roboters kann sich an die Arbeitssituation des Menschen anpassen, zum Beispiel an den konkreten Arbeitsprozess oder das Arbeitsumfeld, aber auch an Faktoren wie die Körpergröße des mit ihm zusammenarbeitenden Menschen.
Unfälle und Fehler während der Arbeitsprozesse geschehen häufig, weil Mitarbeiter unzureichend ausgebildet sind.	Durch die Analyse der Sensordaten kann ein besseres Prozessverständnis vermittelt werden: Das System gibt Rückmeldung zur ausgeführten Arbeit, wodurch Mitarbeiter Detailwissen erlernen und kognitiv entlastet werden.
Menschen und Roboter können aus Sicherheitsgründen nur durch Schutzzäune getrennt zusammenarbeiten. Die Arbeitsentlastung durch die Technik bleibt gering.	Innovative Schutzvorkehrungen ermöglichen die Zusammenarbeit in einem Raum und optimieren dadurch die Mensch-Roboter-Kollaboration.
Bestehende Assistenzsysteme sind häufig nicht herstellerübergreifend kompatibel.	Assistenzsysteme können systemunabhängig an Robotereinheiten angeschlossen werden, da die Daten vorab standardisiert verarbeitet werden.
Mitarbeiter müssen nicht-ergonomische Prozesse manuell ausführen.	Die MRK-unterstützte Durchführung der Prozesse unter Einhaltung ergonomischer Anforderungen führt zur körperlichen Entlastung des Menschen.

BakeR

Baukastensystem für kosteneffiziente, modulare Reinigungsroboter

Kurzsteckbrief

Übergeordnetes Ziel des Projekts BakeR ist die Entwicklung eines universell einsetzbaren Serviceroboters, der durch wiederverwendbare Software- und Hardware-Module auf individuelle Arbeitsgänge angepasst werden kann. Im Rahmen des Projekts soll dafür exemplarisch eine mobile Roboterplattform entwickelt werden, die mit verschiedenen Modulen zur automatisierten Reinigung ausgestattet wird. Der daraus entstehende Prototyp soll in der Büroreinigung getestet werden, wo der Roboter die benötigten Module je nach Ort und Putzvorgang auswählen und aufnehmen kann.

Ausgangslage

Manuell zu bedienende Reinigungsgeräte weisen einen hohen Erklärungs- und Bedienungsaufwand auf, und es gibt immer weniger erfahrenes Reinigungspersonal. Daher ist die Reinigungsbranche zunehmend an Automatisierungslösungen interessiert. Hohe Komponentenkosten und die Komplexität der Technologien vorhandener Lösungen haben bisher jedoch die Marktreife von Reinigungsrobotern, vor allem im professionellen Bereich, verhindert. Existierende Serviceroboter weisen bisher eine starke Spezialisierung auf den vorgesehenen Einsatzbereich auf, was den Transfer in andere Anwendungsfelder teuer und teilweise sogar unmöglich macht und damit eine Wiederverwendung einschränkt. Bislang fehlt es demnach an einem Konzept für das einfache und kostengünstige Zusammenführen verschiedener Hardware- und Softwarekomponenten, um Roboter flexibel an neue Aufgaben wie zum Beispiel die automatisierte Reinigung anzupassen.

Ziel

Übergeordnetes Ziel des BakeR-Projekts ist es, die günstigere und flexible Herstellung von Servicerobotern zu vereinfachen. Dafür soll im Rahmen des Projekts ein modulares Hardwarekonzept entwickelt werden, das es ermöglicht, eine

mobile Basisplattform exemplarisch mit verschiedenen Modulen für die automatisierte Reinigung zu versehen. Der daraus entstehende Prototyp eines Serviceroboters soll in der Büroreinigung getestet werden, wo der Roboter die benötigten Module je nach Ort und Putzvorgang auswählen und aufnehmen kann. Gleichzeitig werden Software-Komponenten (weiter-)entwickelt und für den Praxiseinsatz optimiert, die für die Umsetzung des Anwendungsszenarios „Büroreinigung“ benötigt werden. Hierzu zählen Funktionen wie die Bildverarbeitung, insbesondere Objekterkennung und Umgebungserfassung, die mobile Manipulation und die Navigation.

Durch die Modularisierung von Roboter-Technologien ist es möglich, die Entwicklungskosten neuer Serviceroboter drastisch zu senken, da viele Module und Funktionen für verschiedene Anwendungen wiederverwendet werden können. Dadurch können Hersteller leichter neue Roboterlösungen entwickeln.

Praktische Anwendung

Der entwickelte Reinigungsroboter soll in mehreren Evaluierungsstufen in der automatisierten Büroreinigung getestet werden. Sowohl in Büroräumen als auch auf Fluren soll er Hartböden wischen sowie Verschmutzungen auf Teppichböden automatisch entfernen. Der Roboter verfügt zudem über einen Roboterarm und Greifer, mit dem er Papierkörbe fassen und leeren, Türen öffnen oder Stühle verrücken kann. Mit Hilfe seiner Sensoren kann der Roboter relevante Umgebungsmerkmale und zu greifende Gegenstände erkennen. Verschmutzungen, die der Roboter nicht selbst entfernen kann, sollen in einer Grundrisskarte protokolliert werden, so dass sie zu einem anderen Zeitpunkt, zum Beispiel falls die Reinigung nachts durchgeführt wird, am nächsten Morgen, vom Reinigungspersonal entfernt werden können.

Konsortium

Fraunhofer IPA (Konsortialführer), Dussmann Service Deutschland GmbH, KENTER Bodenreinigungsmaschinen Vertriebs- und Service GmbH, MetraLabs GmbH Neue Technologien und Systeme

Ansprechpartner

Birgit Graf, Fraunhofer IPA,
birgit.graf@ipa.fraunhofer.de

HEUTE >>> ZUKUNFT

HEUTE	ZUKUNFT
Die Wiederverwendung einzelner Serviceroboter-Komponenten ist eingeschränkt.	Ein Baukastensystem enthält wiederverwendbare Software- und Hardware-Module, aus denen der Serviceroboter anwendungsspezifisch zusammengesetzt wird.
Serviceroboter weisen eine starke Spezialisierung auf den vorgesehenen Einsatzbereich auf.	Eine einfache und kostengünstige Zusammenführung verschiedener Hardware- und Softwarekomponenten ermöglicht es, Roboter flexibel an neue Aufgaben anzupassen.
Die Entwicklung neuer Serviceroboter-Anwendungen ist sehr teuer.	Durch die Modularisierung ist es möglich, die Entwicklungskosten zu senken.
Einsatz manuell zu bedienender Reinigungsgeräte erfordert qualifiziertes Personal.	Reinigungsroboter kann auch von unerfahrenem Personal genutzt werden.

QBIIK

Autonomer, lernender Logistikroboter mit Greifsystem und Mensch-Maschine-Schnittstelle

Kurzsteckbrief

Im Projekt QBIIK werden die Vorteile der autonomen Technologien mit den Fähigkeiten des Menschen kombiniert. Ziel ist die Entwicklung eines lernfähigen autonomen Kommissionierungssystems. Dabei handelt es sich um ein dezentral gesteuertes Fahrzeug mit Greifroboter. Das Fahrzeug orientiert sich selbst im Raum, navigiert autonom zum Ziel und greift nach der benötigten Ware. Über eine Mensch-Maschine-Schnittstelle besteht die Möglichkeit, ferngesteuerte Unterstützung vom Menschen per Virtual-Reality-Benutzerschnittstelle anzufordern.

Ausgangslage

Sowohl im Lager als auch in der Produktion wird das Greifen und Ablegen von verschiedenen Objekten manuell durchgeführt. Das hat zunächst technische Ursachen: Die verschiedenen Objekte weisen eine Vielfalt von Größen oder Beschaffenheit auf, so müssen die technischen Systeme entweder aufwändig programmiert werden oder selbst komplexe ressourcenintensive Berechnungen vornehmen. Daher sind die motorischen Fähigkeiten der menschlichen Mitarbeiter nach wie vor gefragt, weil sie flexibler auf neue und noch unbekannte Arbeitsschritte reagieren können. Die Umstellung auf vollständig automatisierte Systeme ist sowohl mit hohen Investitionen als auch mit hohem organisatorischen Aufwand verbunden und bietet gerade für KMU keine rentable Lösung. In vielen Bereichen der Wirtschaft ist der Wandel in Richtung Automatisierung dennoch unaufhaltsam: Unternehmen müssen sich verändernden Bedingungen wie schwankender Nachfrage, Neuerungen in der Produktpalette oder kurzen Vertragslaufzeiten anpassen können. In diesen Bereichen gewährleistet wiederum nur die Automatisierung die notwendige Flexibilität. Doch je weiter die Automatisierung voranschreitet, desto schwerfälliger wird die Umstellung von bereits etablierten Arbeitsprozessen oder macht diese gar unmöglich.

Für zahlreiche Arbeitsprozesse in der Logistik wäre es daher von Vorteil, wenn Automatisierung nicht nach dem Alles-oder-nichts-Prinzip stattfinden müsste. Dazu müssten die vernetzten und automatisierten Anlagen über Schnittstellen für die (temporäre) Zusammenarbeit mit dem Menschen verfügen. So könnten kleine und mittelständische Unternehmen der Logistikbranche die Vorteile der Industrie 4.0 für sich nutzen, ohne die Flexibilität einzelner manuell ausgeführter Arbeitsprozesse aufgeben zu müssen. Im Projekt QBIIK wird daher eine Plattform entwickelt, die die Kooperation zwischen dem Menschen und autonomen Systemen im Bereich Logistik ermöglicht. Durch die Bereitstellung der entsprechenden Benutzerschnittstellen und Funktionen kann die sukzessive Automatisierung realisiert und nutzbringend eingesetzt werden.

Ziel

Ziel des Verbundvorhabens QBIIK ist die Entwicklung eines lernfähigen autonomen Kommissionierungssystems. Dabei handelt es sich um ein dezentral gesteuertes Fahrzeug mit Greifroboter. Das Fahrzeug orientiert sich selbst im Raum, navigiert autonom zum Ziel und greift nach der benötigten Ware. Während des Greifvorgangs wird die Autonomie des Roboters durch verschiedene Sensoren unterstützt: Mit Hilfe einer 3D-Kamera und taktiler Näherungssensoren, die dem menschlichen Tastsinn nachgebildet sind, erkundet der Greifer seine Umgebung. Im Normalfall gewährleisten die Sensoren das kollisionsfreie Greifen und Ablegen von Gegenständen.

Falls das System die Ware jedoch nicht erkennen oder greifen kann, fordert es menschliche Unterstützung an. Die Kommunikation und der Datenaustausch zwischen Mensch und Maschine erfolgt über eine zu entwickelnde Plattform. Der Mensch übernimmt mit Hilfe einer Virtual-Reality-Bedienoberfläche die Kontrolle über den Roboter und führt den Erkennungs- und Greifprozess durch. Auch hier helfen die Sensoren, wie etwa die 3D-Kamera, bei der Orientierung. Das Robotersystem lernt dabei die Bewegungsabläufe vom Menschen und kann denselben Arbeitsschritt dadurch zukünftig selbstständig durchführen. So kann die räumliche Distanz zwischen einem menschlichen Bediener und dem Fahrzeug, das sich zum Beispiel im Lager aufhält, überbrückt werden.

Praktische Anwendung

QBIIK wird in zwei Szenarien realitätsnah erprobt und entwickelt. Im ersten Szenario wird die Versorgung eines Supermarktes durchgespielt. Dafür wird ein Anhänger an das Fahrzeug angedockt, der mit Warenkisten aus dem Lager bestückt ist. Das Fahrzeug fährt mit dem Anhänger autonom durch den Supermarkt und stellt alle Kisten in die entsprechenden Regale. Sollten Probleme auftreten, wird automatisch ein Benutzer für die Fernsteuerung kontaktiert. In diesem Szenario werden alle wichtigen Funktionen getestet: autonomes Fahren, autonomes Greifen, Fernsteuerung mit Hilfe von Virtual-Reality-Technologie und das daran gekoppelte Lernen.

In einem zweiten Szenario wird die Komplexität der Artikel erhöht. Anstatt Kisten zu erkennen und zu greifen, werden Einzelteile gegriffen. Dadurch werden Objekterkennung und Greifprozess erheblich schwieriger. Durch das zweite Szenario sollen weitere Einsatzmöglichkeiten des Systems ermittelt und wichtige Kennzahlen erfasst werden, etwa wie schnell das pro Artikel benötigte Wissen vom System erlernt werden kann.

Konsortium
Bär Automation GmbH (Konsortialführer), quattro GmbH, Karlsruher Institut für Technologie, Still GmbH

Ansprechpartner
Jonathan Dziedzitz, Karlsruher Institut für Technologie, jonathan.dziedzitz@kit.edu

HEUTE	ZUKUNFT
Viele Tätigkeiten in Lager und Produktion werden manuell durchgeführt, da Maschinen nicht über die nötige Flexibilität verfügen.	Der im Projekt QBIIK entwickelte Roboter löst seine Aufgaben autonom. Sollte er – aufgrund mangelnder Fertigkeiten – einmal nicht weiterkommen, kann er über eine Mensch-Maschine-Schnittstelle menschliche Hilfe anfordern.
Ein Roboter kann nur das, wozu er programmiert ist.	Das Robotersystem lernt vom Menschen, mit neuen Arbeitsprozessen umzugehen, und kann einen neuen Arbeitsschritt dadurch zukünftig selbstständig durchführen.
Automatisierung findet nach dem Alles-oder-nichts-Prinzip statt.	Der in QBIIK entwickelte Roboter ermöglicht eine schrittweise Automatisierung.
Roboter sind schwerfällig und unsensibel, Lagerbestände können beschädigt werden.	Der Roboter erkundet seine Umgebung vorsichtig über 3D-Kameras und taktile Näherungssensoren, die dem menschlichen Tastsinn nachempfunden sind.
Der Mensch muss vor Ort an der Maschine einen (fehlgeschlagenen) Prozess oder Arbeitsschritt reparieren.	Der Mensch übernimmt mit Hilfe einer Virtual-Reality-Bedienoberfläche die Kontrolle über den Roboter und führt den Erkennungs- und Greifprozess durch.

RoboPORT

Crowd-Engineering in der Robotik: Webplattform für Ideen- und Prototypen-Entwicklung

Kurzsteckbrief

Im Projekt RoboPORT wird eine Plattform entwickelt, auf der verschiedene Akteure gemeinsam Komponenten für Servicerobotik-Anwendungen entwickeln und realisieren. Der in der Softwareentwicklung bereits weit verbreitete Community-Ansatz hat das Potenzial, auch die Entwicklung von Robotik-Hardware zu reformieren. Auf der Plattform werden zahlreiche Entwicklerwerkzeuge, eine Bibliothek für Open-Source-Robotik sowie Kommunikations- und Management-Tools bereitgestellt.

Ausgangslage

Die Entwicklungsprozesse für Hardwarekomponenten haben sich in den vergangenen Jahren kaum verändert und profitieren bisher nur wenig von den Möglichkeiten, die die Digitalisierung bietet. Während gerade in Projekten für frei verfügbare Software eine intensive Vernetzung und Arbeitsteilung über Online-Plattformen stattfindet, entsteht Robotik-Hardware meist noch durch firmeninterne, isolierte Prozesse. Besonders mittelständische Unternehmen scheuen vor dem Aufwand, den Kosten und dem Risiko zurück, diese Prozesse durch innovativere Arbeitsabläufe zu ersetzen. Im Projekt RoboPORT wird daher eine neue, kooperative Herangehensweise entwickelt, die eine Änderung der Entwicklungsprozesse für Hardware im Mittelstand attraktiver macht.

Dabei stellt insbesondere die funktionierende Abbildung des verteilten Innovations- und Entwicklungsprozesses über die Online-Plattform eine der wichtigsten Voraussetzungen für eine professionelle webbasierte Co-Creation dar.

Ziel

Das Ziel des Projektes ist es, eine Plattform für arbeitsteilige Entwicklungsprozesse aufzubauen. Um diese Arbeitsteilung zu ermöglichen, werden auf der Plattform Werkzeuge zur Vernetzung und projektübergreifenden Kooperation bereitgestellt. Firmen, freie Entwickler und Dienstleister, Zulieferer oder auch Produktionsdienstleister sind eingeladen, sich mit ihrem jeweiligen Wissen, ihren Fähigkeiten und Ressourcen einzubringen. Gleichzeitig profitieren sie von Produktverbesserungen oder -weiterentwicklungen durch die Community. Ebenfalls in den Entwicklungsprozess eingebunden sind die Endkunden, die somit zugleich zu Produzenten des Produkts werden: sogenannte Prosumer. Digitale Geschäftsmodelle machen die Zusammenarbeit für alle wirtschaftlich.

Auf der Plattform wird der gesamte Entwurfs- und Entwicklungsprozess einer Servicerobotik-Anwendung durchlaufen. Zu den neuen Werkzeugen, die dies ermöglichen, gehören eine Hardware- und Softwaredatenbank, Programme für die Hardware-Entwicklung wie etwa webbasierte CAD-Werkzeuge und darüber hinaus Werkzeuge für das Wissens- und Projektmanagement. Dabei wird der gesamte Entwicklungsworkflow durch Projekt-Moderatoren mit digitalen Werkzeugen gesteuert und eine Teilung der Arbeitspakete koordiniert.

Über die Plattform sollen auch Netzwerke zur gemeinsamen Realisierung kundenindividueller Produktion geknüpft werden können. Kleine und mittelständische Unternehmen erhalten zudem Unterstützung durch Zugang zu einem Ideen- und Expertenpool – zum Beispiel über eine Matching-Funktion, die Unternehmen mit Fachexperten zusammenbringt. RoboPORT schließt mit seinem Ansatz, die verschiedenen Interessengruppen bei der Hardwareentwicklung miteinzubeziehen, die aktuell bestehende Lücke zur verteilten Softwareentwicklung in der Robotik.

Praktische Anwendung

Im Projekt entsteht ein Plattform-Prototyp, auf dem Use-Cases und Anwendungsszenarien umgesetzt werden. Zu den Anwendungsszenarien zählen Co-Creation, Crowd-Innovation und Engineering-as-a-Service:

Co-Creation bezeichnet einen offenen Innovationsprozess, bei dem Robotik-Entwickler, -Prosumenten und -Enthusiasten eingeladen werden, Projekte in einem offenen Innovationsprozess aktiv mitzugestalten. Sie können Ideen dafür einbringen, was im gemeinsamen Entwicklungsprozess, auch Crowd-Engineering genannt, realisiert werden soll. Gefragt sind inspirierende und kreative Vorschläge und Ideen für Servicerobotik-Anwendungen im Konsumenten- sowie professionellen Bereich. Mit Hilfe der RoboPORT-Funktionalitäten und unter Einbeziehung der dort wachsenden Co-Creation-Community werden Unternehmen – und auch Gründerteams – innovative Prototypen, fortgeschrittene Demonstratoren, Pilotanwendungen und Produktverbesserungen erarbeiten können.

Durch die sogenannte Crowd-Innovation können neue Konzepte, Trends oder Lösungsideen bereits während der Produktentwicklung berücksichtigt werden. Durch diese frühe Einbeziehung des Kunden-Feedbacks während der Produktentwicklung sind auch mittelständische

Unternehmen in der Lage, ohne hohen Aufwand, Kosten oder Risiko die Beliebtheit eines Robotik-Produkts bereits vor der Markteinführung abzuschätzen. Der Aufbau einer Community von Prosumenten um das Produkt kann zusätzlich als Marketingfaktor genutzt werden.

Durch das Angebot von Engineering-as-a-Service lassen sich Teile der Entwicklung in die Community auslagern und somit anwenderorientiert durch Experten und Prosumenten realisieren. Dies beschleunigt die Entstehung des Produkts und reduziert das Investitionsrisiko für neue Produktentwicklungen für mittelständische Unternehmen.

Indem RoboPORT den Zugriff auf Mitwirkung, Entwicklungsprozesse, Wissen und das Produktionsnetzwerk miteinander verbindet und Lösungen zur Berücksichtigung von Urheber- und Schutzrechten (IPR) bietet, wird der Community-Ansatz neu gedacht und dadurch eine weltweit neuartige Entwicklungsumgebung geschaffen. RoboPORT soll – wie es der Name impliziert – ähnlich einem Hafen eine „Anlaufstelle“ für neue und bestehende Robotik-Projekte darstellen, mit „Docks“ für die Entwicklung, „Jungfernfahrten“ für Beta-Produkte und einer „Markthalle“ für Wissens- und Ressourcenaustausch und zur Erhöhung der eigenen Sichtbarkeit.

Konsortium
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA (Konsortialführung), BSH Hausgeräte GmbH, General Interfaces GmbH, innosabi GmbH, Universität Stuttgart

Ansprechpartner
Maik Siee, Fraunhofer IPA,
maik.siee@ipa.fraunhofer.de

HEUTE >>> ZUKUNFT

HEUTE	ZUKUNFT
Die Entwicklungsprozesse für Hardwarekomponenten haben sich in den vergangenen Jahren kaum verändert und profitieren bisher nur wenig von den Möglichkeiten, die die Digitalisierung bietet.	RoboPORT schließt mit seinem Ansatz, die verschiedenen Interessengruppen bei der Hardwareentwicklung miteinzubeziehen, die aktuell bestehende Digitalisierungslücke in der Robotik.
Robotik-Hardware entsteht durch firmeninterne, isolierte Prozesse.	Firmen, freie Entwickler und Dienstleister, Zulieferer, Produktionsdienstleister und Prosumer bringen sich auf der Plattform mit ihrem jeweiligen Wissen, ihren Fähigkeiten und Ressourcen in den Entwicklungsprozess ein.
Innovativere Arbeitsabläufe als die bisherigen sind dem Mittelstand zu aufwändig und zu teuer. Für Start-up-Gründer ist die Produktion von Prototypen, Pilotanwendungen und fortgeschrittenen Demonstratoren mit hohen Hürden verbunden.	Kosten und Aufwände für die Hardwareentwicklung werden durch RoboPORT gesenkt. Kleine und mittelständische Unternehmen erhalten zudem Unterstützung durch Zugang zu einem Ideen- und Expertenpool.
Entwurfs- und Entwicklungsprozesse von Robotik-Anwendungen finden getrennt voneinander statt.	Auf der Plattform wird der gesamte Entwurfs- und Entwicklungsprozess einer Servicerobotik-Anwendung durchlaufen und profitiert vom Feedback der Community.
Kundenfeedback kommt nicht oder zu spät bei den Hardware-Entwicklern an.	Durch die sogenannte Crowd-Innovation können neue Konzepte, Trends oder Lösungsideen der Kunden bereits während der Produktentwicklung berücksichtigt werden. Der gesamte Entwicklungsworkflow wird durch Projekt-Moderatoren gesteuert und Feedback kommt auf kurzen Wegen da an, wo es wirksam ist.

ROBOTOP

Offene Plattform für Roboter-Anwendungen in Industrie und Service

Kurzsteckbrief

Im Projekt ROBOTOP wird eine offene Plattform entwickelt, um den Massenmarkt für Roboter in Service-, Logistik- und Fertigungsanwendungen zu erschließen. Auf der Plattform lassen sich intelligent standardisierte und wiederverwendbare Hardware- und Peripherie-Komponenten zu individuellen Servicerobotik-Lösungen kombinieren. Vor der eigentlichen Installation können die Lösungen durch 3D-Simulationen auf ihre Passfähigkeit untersucht werden. So können Angebots- und Engineering-Entwicklungen sowie Kosten für die Planung und Gestaltung von industriellen Robotik-Lösungen deutlich reduziert werden.

Ausgangslage

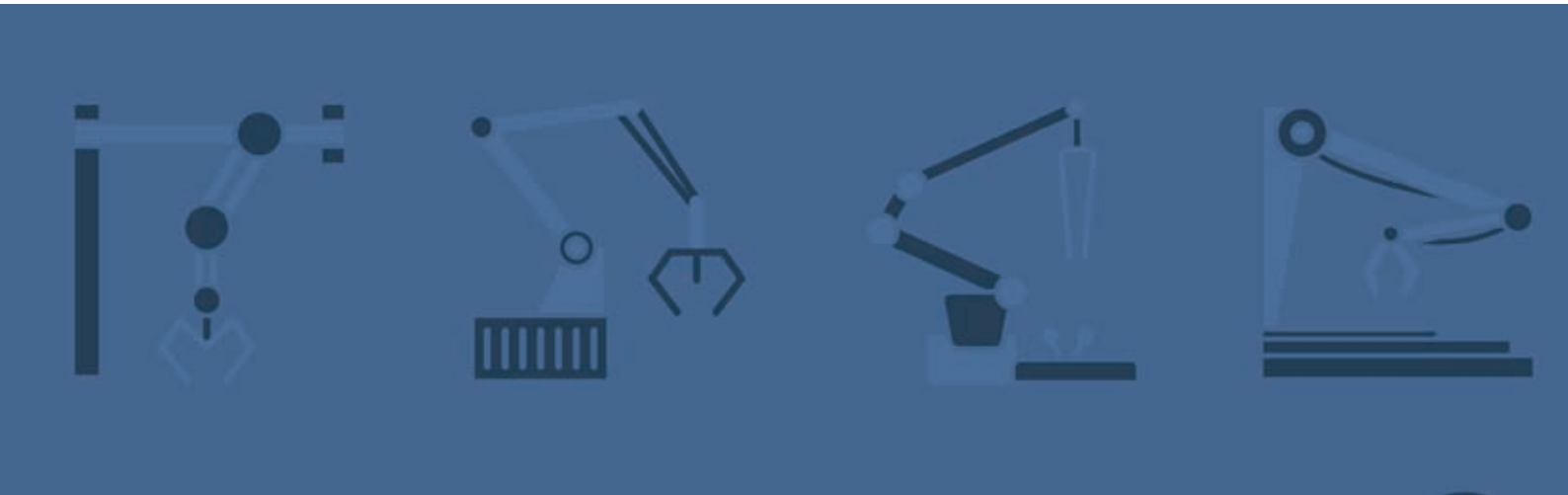
Um Roboter-Anwendungen zu entwickeln und umzusetzen, sind bisher hohes Fachwissen, ein großer Erfahrungsschatz und umfangreiche Kenntnisse der Normungslage erforderlich. Dies ist auf die hohe Komplexität von Roboterlösungen und die steigenden technischen Anforderungen an die Verfügbarkeit, Reproduzierbarkeit, Qualität und Sicherheit von industriellen Anwendungen zurückzuführen. Für kleine und mittlere Unternehmen stellt dies eine hohe Eintrittsbarriere zur Nutzung industrieller Servicerobotik-Anwendungen dar. Der große Aufwand für das Engineering und die hohen Kosten für Systemintegratoren machen viele Roboterlösungen für den Mittelstand wirtschaftlich nicht sinnvoll.

Ziel

Im Projekt ROBOTOP wird eine Plattform zur Planung und Simulation sowohl der Soft- als auch der Hardware von Roboter-Anwendungen entwickelt. Sie dient der arbeitsteiligen Entwicklung, dem Einsatz und der Vermarktung von Robotern in den Bereichen Industrie, Dienstleistung sowie im privaten Umfeld. Auf der Plattform wird der vollständige Engineering-Zyklus durchgeführt: von der benutzergeführten Aufgabenbeschreibung über die Komponentenauswahl und Integrationsunterstützung bis hin zur Inbetriebnahme sowohl für Anwender als auch Integratoren – also solche Unternehmen, die herstellerunabhängig Robotersysteme in die IT ihrer Kunden integrieren. Zudem werden der Verkaufsprozess und das Liefermanagement dort integriert.

ROBOTOP funktioniert nach dem Baukasten-Prinzip: Über die Plattform sind in einem Shop Software-Module erhältlich, aber auch Hardwarekomponenten und Instrumente für die Steuerungselektronik, die je nach Bedarf kombiniert werden. Alle Elemente sind standardisiert, herstellerübergreifend nutzbar und wiederverwendbar – ein einmal gekauftes Modul kann also für mehrere Anwendungen genutzt werden. So kann jeder Anwender sein individuelles Roboter-System aus Hard- und Software Schritt für Schritt selbst zusammenstellen. Für die unkomplizierte Umsetzung sorgen durchgängige Engineering-Tools und vereinheitlichte Schnittstellen für Sensoren, mechanische Einstellungen und den Einsatz physischer Arbeitshilfen (Werkzeuge, Greifer etc.).

Systemintegratoren und Kunden können auf ROBOTOP mit geringerem personellen und finanziellen Aufwand Roboteranwendungen erstellen, da sie durch den Entwicklungsprozess geleitet werden und automatisiert geeignete, kompatible Komponenten vorgeschlagen bekommen. Für Komponentenhersteller erschließen sich auf diese Weise neue Kunden, für die bisher die Automatisierungshürde zu hoch war. Softwareanbieter erweitern durch die Plattform ebenfalls ihre Nutzerbasis, da die Eintrittsbarrieren unter anderem durch ein Pay-per-Use-Prinzip gesenkt werden.



Die Entwicklung und Einführung der ROBOTOP-Plattform eröffnet zudem eine Vielzahl neuartiger Geschäftsmodelle. Dank einer optionalen Online-Unterstützung durch Experten werden sowohl versierte Anwender als auch Benutzer ohne umfassende Engineering-Kenntnisse angesprochen. So können Expertenleistungen abgerufen („engineering as a service“) und leistungsfähige Engineering-Software-Funktionen (etwa Konstruktions-, Planungs-, Simulationssysteme) ohne aufwändige Installation über die Plattform genutzt werden. Zudem können eine unbegrenzte Vielfalt an Robotik-Hard- und Softwarelösungen einfach weltweit vermarktet und Komponenten wie Greifer, Vorrichtungen oder Ersatzteile bedarfsgerecht produziert werden. Auf Basis der neu generierten Informationen (dazu zählen etwa der Informationsbedarf des Kunden und sein Kaufverhalten) können innovative Marketing-Services und somit völlig neue Geschäftsmodelle initiiert werden.

Praktische Anwendung

In der Praxis sind unterschiedliche Nutzungsszenarien denkbar. Erfahrenen Kunden und Systemintegratoren bietet die ROBOTOP-Plattform die Möglichkeit, individuelle Robotik-Lösungen selbst zu konfigurieren, virtuell zu testen und online zu bestellen. Unerfahrene Kunden können die Dienste von Spezialisten in Anspruch nehmen, die selbst auf der Plattform als Zwischenhändler, Fachexperten oder Systemintegratoren agieren. Sie selbst können durch ROBOTOP den Kunden schneller und kostengünstiger individuelle Robotik-Lösungen oder erforderliche Beratungsleistungen zur Verfügung stellen. Einsteiger können auch über einfache Suchstrategien Standardlösungen finden. Sie sind als Paketlösungen aus Software und physischen Komponenten in der Regel vorrätig und sofort lieferbar. Für den Anwender resultiert damit ein sofort realisierbarer Nutzen.

Konsortium

ICARUS Consulting GmbH (Konsortialführer), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Infosim GmbH & Co. KG, Karlsruher Institut für Technologie, Robert Bosch GmbH, Ruhr-Universität Bochum, SCHUNK GmbH & Co. KG, Technische Universität Dortmund

Ansprechpartner

Jan-Peter Schulz, ICARUS Consulting GmbH,
jan-peter.schulz@icarus-consult.de

HEUTE >>> ZUKUNFT

HEUTE	ZUKUNFT
Um Roboter-Anwendungen zu entwickeln und umzusetzen, sind hohes Fachwissen, ein großer Erfahrungsschatz und umfangreiche Kenntnisse der Normungslage erforderlich.	Selbst unerfahrene Anwender können dank der ROBOTOP-Plattform Roboter-Anwendungen selbst konfigurieren, testen und bestellen.
Der große Aufwand für das Engineering und die hohen Kosten für Systemintegratoren machen viele Roboterlösungen für den Mittelstand wirtschaftlich nicht sinnvoll.	Durch ROBOTOP können Angebots- und Engineering-Aufwendungen deutlich reduziert und Kosten für die Planung und Gestaltung von industriellen Robotik-Lösungen gespart werden.
Robotik-Komponenten sind häufig nicht herstellerübergreifend miteinander kompatibel.	Über die Plattform sind in einem Shop Software-Module erhältlich, aber auch Hardwarekomponenten und Instrumente für die Steuerungselektronik, die je nach Bedarf kombiniert werden. Alle Elemente sind standardisiert, herstellerübergreifend nutzbar und wiederverwendbar.
Den Herstellern von Robotik-Komponenten bietet sich nur ein kleiner Kreis an potenziellen Kunden.	Für Komponentenhersteller erschließen sich dank der Plattform neue Kunden, für die bisher die Automatisierungshürde zu hoch war. Zudem kann eine unbegrenzte Vielfalt an Robotik-Hard- und -Softwarelösungen einfach weltweit vermarktet werden.
Vielen potenziellen Anwendern fehlt die kostenintensive Software, die sie bräuchten, um Robotik-Anwendungen zu entwickeln.	Expertenleistungen können über die Plattform abgerufen („engineering as a service“) und leistungsfähige Engineering-Software-Funktionen (etwa Konstruktions-, Planungs-, Simulationssysteme) ohne aufwändige Installation genutzt werden.

SeRoNet

Plattform zur Entwicklung von Serviceroboter-Lösungen

Kurzsteckbrief

Im Projekt SeRoNet wird eine offene IT-Plattform für Anwender, Systemdienstleister, Robotik- und Komponentenhersteller im Bereich der Servicerobotik entwickelt. Auf der Plattform können die Nutzer gemeinsam Software entwickeln und zwischen Herstellern sowie Dienstleistern und Kunden gemäß deren individuellen Anforderungen vermitteln. Ziel ist es, den Software-Entwicklungsaufwand in der professionellen Servicerobotik deutlich zu senken. Systemintegratoren können sich durch rasche Entwicklungszyklen neue Märkte vor allem im KMU-Bereich erschließen. Gleichzeitig können Endanwender ihre eigenen Softwaredienste über die Plattform für andere Unternehmen anbieten.

Ausgangslage

Serviceroboter erbringen Dienstleistungen in ganz unterschiedlichen Umgebungen: Sie werden als Boten in Produktion und Logistik eingesetzt oder zum Rasenmähen und Staubsaugen in Privathaushalten. Der Roboter sorgt für eine spürbare Entlastung des Menschen, sein Bediener muss dabei nicht speziell geschult sein. Gerade im professionellen Bereich sind Serviceroboter, trotz unbestrittenem Potenzial, jedoch bisher wenig verbreitet. Das hat mehrere Gründe: Meist handelt es sich um spezialisierte Systeme, deren Steuerungs-Software auf eine konkrete Anwendung zugeschnitten ist. Die Kosten für die individuelle Abstimmung und Programmierung jedes einzelnen Roboters stellen zurzeit die höchste Hürde für einen stärkeren Einsatz von Servicerobotern dar. Hinzu kommt die oft komplizierte Integration der Robotersoftware in das bestehende IT-Netzwerk des Anwenders.

Üblicherweise ist die Entwicklung anwendungsspezifischer Software bisher erst ab Stückzahlen von 20 bis 30 Robotersystemen rentabel. Um der professionellen Servicerobotik zum Durchbruch zu verhelfen und somit auch die Wettbewerbsfähigkeit verschiedener Branchen in Deutschland weiter zu verbessern, wollen die Projektpartner die Programmierung und den Einsatz von Servicerobotern flexibler und wirtschaftlicher machen.

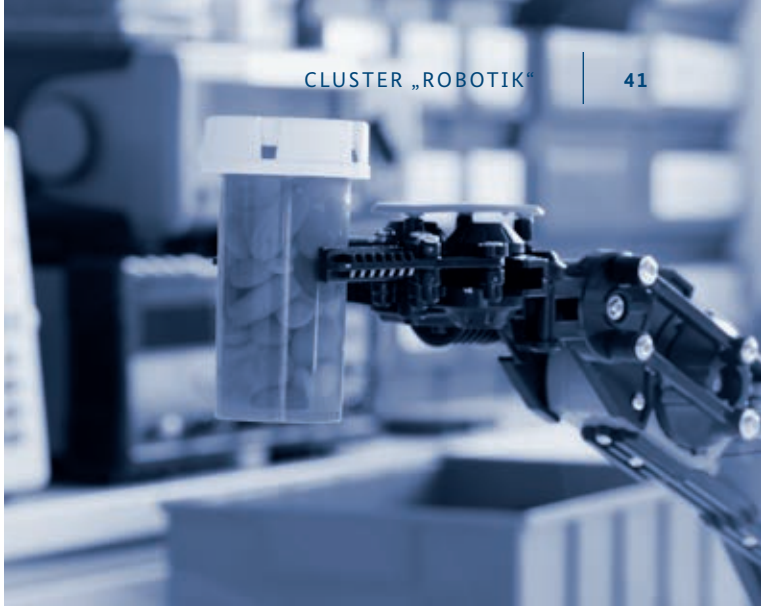
Ziel

Ziel des Projektes ist, den Entwicklungsaufwand für Robotersoftware in der professionellen Servicerobotik deutlich zu senken. Dazu wird eine offene IT-Plattform für Anwender, Hersteller und Systemdienstleister entwickelt. Systemdienstleister, oder auch Systemintegratoren, sind Unternehmen, die dem Kunden dabei helfen, aus am Markt verfügbaren Komponenten wie Roboterhardware, Sensoren, speziellen Aktoren und Steuerungssoftware eine Serviceroboterlösung zu erstellen und diese in das IT-Netzwerk seiner Firma zu integrieren – der Systemdienstleister arbeitet dabei herstellerübergreifend. Die Plattform dient dazu, Software gemeinsam zu entwickeln und Hersteller und Dienstleister an den Kunden gemäß seinen individuellen Anforderungen zu vermitteln.

Bei der Softwareentwicklung ist das Ziel, die klassische lineare Wertschöpfungskette durch ein Wertschöpfungsnetzwerk zu ersetzen, in dem alle Akteure entsprechend ihren Kompetenzen dynamisch kooperieren. Entstehen sollen dabei kombinierbare und wiederverwendbare Softwarekomponenten, die Systemintegratoren passend zum Bedarf der Anwender einsetzen können. Wiederverwendbar bedeutet in diesem Zusammenhang, dass eine vom Komponentenhersteller einmal entwickelte Komponente für mehrere, verschiedene Zwecke und in Kombination mit Komponenten anderer Hersteller benutzt werden kann. Auf der Plattform arbeiten Anwender, Systemintegrator und Komponentenhersteller über (Online-)Softwaretools in allen Phasen von der Spezifikation bis zur Inbetriebnahme des Robotersystems zusammen und vermeiden so teure Fehl- und Änderungsentwicklungen. SeRoNet stellt die steigende Bedeutung dieser Form der kollaborativen Software-Entwicklung ins Zentrum, indem es erstmals als Robotik-Forschungsprojekt eine explizit auf dauerhaften Betrieb ausgelegte, offene Plattform schafft.

Die entwickelten Softwarekomponenten werden dem Anwender dann ebenfalls über die Plattform angeboten, was für eine hohe Transparenz der am Markt verfügbaren Anbieter und Komponenten sorgt. Damit die Komponenten auch in mehreren Systemen herstellerübergreifend einsetzbar und tatsächlich auch wiederverwendbar sind, werden im Projekt einheitliche Schnittstellenstandards definiert. Dies geschieht in enger Abstimmung mit den internationalen Gremien. Zudem soll der Entwicklungsprozess durch systematische Beschreibungen von Komponenten, Systemen und Anforderungen erleichtert werden.

Diese systematischen Beschreibungen unterstützen auch den zweiten Zweck der Plattform als Vermittlungsinstrument. Auf der Systematik aufbauend entwickeln die Projektpartner ein Tool, mit dem Anwender ihre Anforderungen



an eine Servicerobotiklösung angeben können. Sie werden dabei durch den Eingabeprozess geführt – so wird sichergestellt, dass die Angaben der Standardisierung entsprechen und ausgewertet werden können. Im Projekt werden also zunächst Kategorien definiert, die diese Standardisierung überhaupt erst ermöglichen. Des Weiteren wird ein Verzeichnis aller relevanten Komponenten aufgebaut und in einem digitalen Archiv bereitgestellt. Entsprechend seinem Anforderungsprofil kann dem Kunden dann die passende Komponente und der passende Systemintegrator vermittelt werden.

Praktische Anwendung

Die Projektpartner werden drei Pilotdemonstratoren umsetzen: Ein Demonstrator wird Pharmaartikel stückgenau abzählen, ein weiterer wird in einem Krankenhaus Pflegeutensilien bedarfsgerecht vom Lager zum Zimmer bringen. Und der dritte Demonstrator übernimmt Assistenzaufgaben in der Produktion und hilft beim Schrauben an einem manuellen Arbeitsplatz. Jedes Beispiel bietet Herausforderungen, die auf viele Servicerobotik-Anwendungsfelder übertragbar sind. Die drei Pilotdemonstratoren sollen die Robustheit der Plattform und Entwicklungswerkzeuge sowie die Qualität der verfügbaren Komponenten und Services belegen. Die Plattform soll zudem ab 2018 einem offenen Praxistest unterzogen werden – hierzu wird es einen Beteiligungsaufruf an interessierte Teilnehmer geben.

Konsortium

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA (Konsortialführung), Daimler TSS GmbH, FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie, Hochschule Ulm, Klinikum Mannheim GmbH, KUKA Roboter GmbH, MLR System GmbH für Materialfluss- und Logistiksysteme, Ruhrbotics GmbH, Transpharm Logistik GmbH, Universität Paderborn, Universität Stuttgart

Ansprechpartner

Dr. Björn Kahl, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA,
sekretariat@seronet-project.de

HEUTE >>> ZUKUNFT

HEUTE	ZUKUNFT
Die Kosten für die individuelle Abstimmung und Programmierung eines Serviceroboters sind so hoch, dass sich die Systeme im professionellen Umfeld noch zu wenig durchsetzen.	Serviceroboter sind weit verbreitet und sorgen für eine spürbare Entlastung des Menschen. Die Kosten für ihre Entwicklung konnten drastisch reduziert werden.
Es findet kaum Austausch zwischen Anwendern, Herstellern und Systemintegratoren statt.	Auf der Plattform arbeiten Anwender, Systemintegrator und Komponentenhersteller über (Online-)Softwaretools in allen Phasen der Entwicklung zusammen und vermeiden so teure Fehl- und Änderungsentwicklungen.
Die Integration der Robotersoftware in das bestehende IT-Netzwerk des Anwenders ist kompliziert.	Einheitliche Schnittstellenstandards ermöglichen die einfache Integration eines Roboters.
Üblicherweise ist die Entwicklung anwendungsspezifischer Software erst ab Stückzahlen von 20 bis 30 Robotersystemen rentabel.	Software kann individuell aus wiederverwendbaren Bausteinen erstellt werden – und rentiert sich ab dem ersten Roboter.

Begleitforschung und Projektträger

Begleitforschung

Die geförderten Projekte werden durch die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie beauftragte wissenschaftliche Begleitforschung des Instituts für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH mit dem Ziel unterstützt, eine hohe Effizienz der Fördermaßnahmen und eine hohe Qualität der Vorhabensergebnisse zu gewährleisten.

Ansprechpartner bei der Begleitforschung

Peter Gabriel
Leiter der Begleitforschung
Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Steinplatz 1
10623 Berlin
Tel.: +49 30 310078-206
E-Mail: gabriel@iit-berlin.de

Dr. Steffen Wischmann
Stellvertretende Projektleitung
Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Steinplatz 1
10623 Berlin
Tel.: +49 30 310078-147
E-Mail: wischmann@iit-berlin.de

Projektträger

Der Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR PT) setzt die Fördervorhaben nach den geltenden Förderrichtlinien für verschiedene Bundesministerien fachlich und organisatorisch um und ist somit ein zentraler und unverzichtbarer Baustein im Projektfördersystem der Ministerien.

Ansprechpartner beim Projektträger

Gerd Hembach
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Linder Höhe
51147 Köln
Tel.: +49 2203 601-3404
E-Mail: gerd.hembach@dlr.de

Matthias Kuom
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
Rosa-Luxemburg-Str. 2
10178 Berlin
E-Mail: matthias.kuom@dlr.de

www.bmwi.de