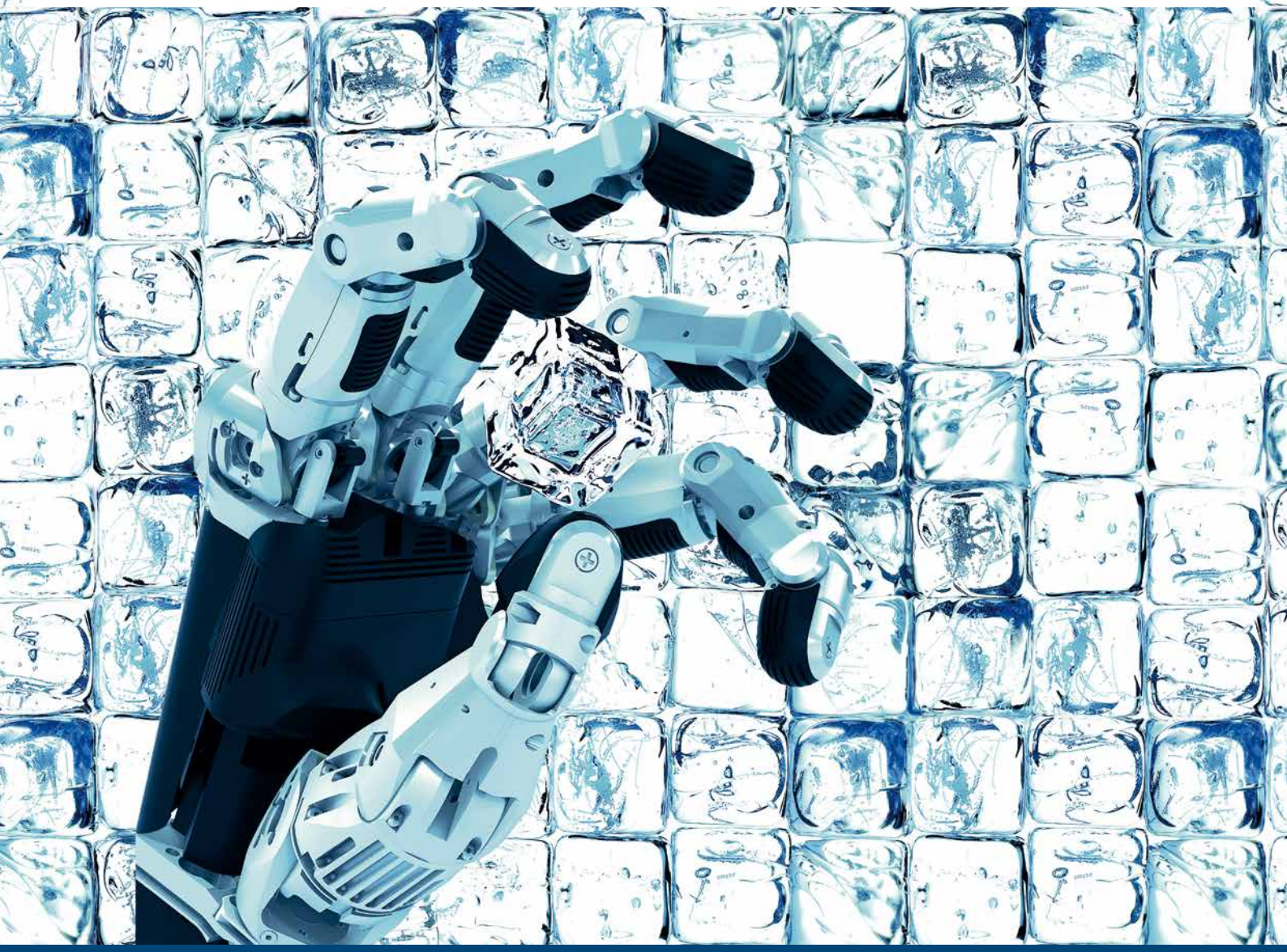
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

AUTONOMIK
INDUSTRIE 4.0



AUTONOMIK für Industrie 4.0

Impressum

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

Text & Redaktion
Begleitforschung zum Technologieprogramm
AUTONOMIK für Industrie 4.0:
Institut für Innovation und Technik
in der VDI/VDE Innovation+Technik GmbH, Berlin
Loesch*Hund*Liepold Kommunikation GmbH, Berlin

Gestaltung und Produktion
Loesch*Hund*Liepold Kommunikation GmbH, Berlin

Stand
März 2015

Druck
vierC print + mediafabrik GmbH & Co. KG, Berlin

Bildnachweis
adidas Group (S. 36), Ammann Schweiz AG (S. 34), artstudio_pro – Fotolia.com (S. 5), AUTONOMIK (S. 40), Fraunhofer (S.31), BMWi (S. 4), Denis Junker – Fotolia.com (S. 41), Festo (S. 10, 11), FESTO AG & Co. KG (S. 28), Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML/ Georgios Katsimitsoulias (S. 22), HYVE Innovation Community GmbH (S. 18), industrieblick – Fotolia.com (S. 13, 20), Janto Trappe (S. 23), Jürgen Effner – Fotolia.com (S. 21), KD Busch/Hochschule Esslingen (S. 26), Michaela Rofeld – Fotolia.com (S. 17), Nataliya Hora – Fotolia.com (S. 7), Pressmaster – Fotolia.com (S. 24), Rainer Bressel (S. 32), Rainer Plendl – Fotolia.com (S. 8), Schunk GmbH & Co. KG (Key Visual – Titel), Sergey Nvns – Fotolia.com (S. 39), Jungheinrich (S. 14), DOC RABE Media – Fotolia.com (S. 39)

Diese Broschüre ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Nicht zulässig sind die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben von Informationen oder Werbemitteln.

Zertifikat seit 2002
audit berufundfamilie

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ist mit dem audit berufundfamilie® für seine familienfreundliche Personalpolitik ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von der berufundfamilie gGmbH, einer Initiative der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.

FSC
www.fsc.org
MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
FSC® C074448

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: 030 182 722 72
Bestellfax: 030 181 027 227 21

Inhalt

Vorwort 4

AUTONOMIK für Industrie 4.0 5

Die Projekte

APPsist 10

CoCoS 12

FTF out of the box 14

GEMINI 16

InnoCyFer 18

InSA 20

InventAIRy 22

MANUSERV 24

motionEAP 26

OPAK 28

ReApp 30

SMART FACE 32

SMARTSITE 34

SPEEDFACTORY 36

Querschnittthemen

AUTONOMIK, Industrie 4.0 und das Recht 38

IT-Sicherheit für Industrie 4.0 39

Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0 40

Normung und Standardisierung 41

Vorwort

Die industrielle Produktion gehört zu den Kraftfeldern unserer Wirtschaft. Qualitätsorientierte Produkte mit höchstem technologischen Anspruch und ergonomischem Design sind das Aushängeschild vieler Branchen und ein Garant der internationalen Konkurrenzfähigkeit Deutschlands. Die produzierende Wirtschaft in unserem Land hat in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder erfolgreich bewiesen, dass sie technologischen und ökonomischen Herausforderungen mit der Fähigkeit zu nachhaltigen Erneuerungsprozessen begegnet. Das wünsche ich mir auch für den anstehenden Wandel in der industriellen Produktion durch den Einzug digitaler Technologien, dem Zeitalter von Industrie 4.0.

Die Bedeutung der industriellen Produktion wächst in vielen Ländern wieder. Hochmoderne Fertigungsmethoden bringen die Produktion näher zum Kunden. Es geht längst nicht mehr um die Frage der niedrigsten Löhne. Eine flexible und zeitnahe Fertigung nach kundenspezifischen Wünschen, umwelt- , energie- und ressourcenschonend: Das ist das Ziel von Industrie 4.0, der sogenannten vierten industriellen Revolution. Dieses Potenzial haben auch andere Nationen erkannt, die nun mit erheblichen Anstrengungen eine Reindustrialisierung starten. Der Konkurrenzdruck wird also weiter steigen.

Eine wesentliche Herausforderung bei der Umsetzung von Industrie 4.0 liegt für Deutschland im Zusammenwirken ganz unterschiedlicher Disziplinen. Es gilt, das ganze technologische Können aus dem Maschinen- und Anlagenbau, der Automatisierungstechnik, der Logistik, der Elektrotechnik sowie den Informations- und Kommunikationstechnologien zu bündeln. Gemeinsame Sprachebenen müssen gefunden, branchenübergreifende Einigungsprozesse rasch herbeigeführt werden. Unser Ziel ist es, international akzeptierte Normen und Standards für die Produktion aus Deutschland heraus zu setzen. Vor allem in den Informations- und Kommunikationstechnologien besteht die Chance, bei der Weiterentwicklung wichtiger Internet-Technologien verloren gegangenes Terrain gut zu machen und auch bei den künftigen industriellen Anforderungen vorne zu sein.

Das Thema Industrie 4.0 wird einen Schwerpunkt der Digitalen Agenda für Deutschland bilden. Darauf steht die Digitalisierung klassischer Industrien und deren Erweiterung um intelligente Dienstleistungen ganz weit oben. Unser neues Technologieprogramm „AUTONOMIK für Industrie 4.0“ wird rund 100 hochkarätige Partner aus Industrie und Wissenschaft in 14 Verbundprojekten zusammenbringen, die Machbarkeit, Potenziale und wirtschaftlichen Nutzen einer vernetzten intelligenten Produktion der Zukunft aufzeigen können.

Zu den besonderen Herausforderungen von Industrie 4.0 gehört die industrielle IT-Sicherheit. Sie ist eine Voraussetzung für Akzeptanz und Vertrauen auf Kundenseite. Auch die Rechtssicherheit beim Datenschutz und der Produkthaftung sowie die Zukunft der Arbeit, insbesondere beim Arbeitsschutz und der Qualifizierung, werfen neue Fragen auf. Wichtig ist mir, dass die vierte industrielle Revolution nicht zu menschenleeren Fabriken führt. Das muss keineswegs so sein. Industrie 4.0 eröffnet Mitarbeitern neue Gestaltungspielräume. Sie benötigt mehr und anders ausgebildete Fachkräfte. Auch zu diesen und weiteren wichtigen Querschnittsthemen soll die begleitende Forschung zu „AUTONOMIK für Industrie 4.0“ gemeinsam mit Experten aus den Projekten und den beteiligten Branchen Lösungsansätze und Handlungsempfehlungen entwickeln.

Ich bin mir sicher: Die deutsche Wirtschaft wird an der Zukunftsherausforderung Industrie 4.0 erfolgreich wachsen!

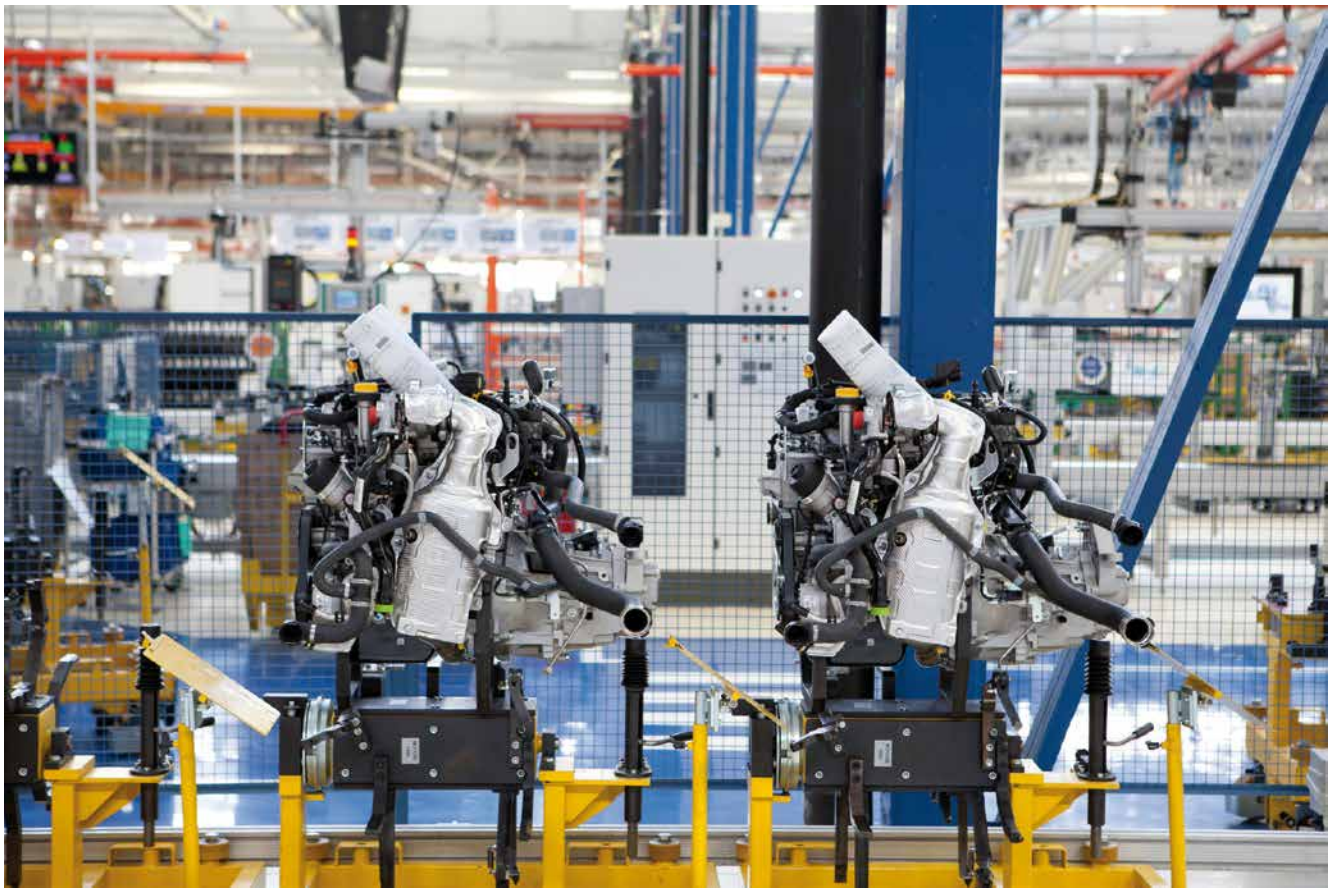
Ihr

AUTONOMIK für Industrie 4.0

Das Internet der Dinge hat in den letzten Jahren einen hohen technologischen Reifegrad erreicht und treibt wichtige Entwicklungen in vielen Anwenderbranchen. Im industriellen Kontext bezeichnet der Begriff „Industrie 4.0“ die Verbindung der digitalen Welt des Internets mit den konventionellen Prozessen und Diensten der produzierenden Wirtschaft. Hohe Erwartungen knüpfen an diese Entwicklung an. Viele sprechen von der vierten industriellen Revolution, die große Chancen für die Wirtschaft mit sich bringt, zugleich aber auch große Herausforderungen an alle Beteiligten stellt und zum Teil massive Umbrüche bewirken wird. Für Deutschland gilt es, diese Entwicklung zu einem Standortvorteil auszubauen. Im Rahmen der Digitalen Agenda für Deutschland leistet das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie mit dem Technologieprogramm „AUTONOMIK für Industrie 4.0 – Produktion, Produkte, Dienste im multidimensionalen Internet der Zukunft“ einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung des „Zukunftsprojekts Industrie 4.0“. Das ambitionierte politische Ziel von Industrie 4.0 ist es, Deutschland als Anbieter und Anwender neuer und zukunftsweisender internet-basierter Technologien für die industrielle Produktion zum Leitmarkt sowohl für Anbieter als auch für Nutzer auszubauen.

Das Technologieprogramm „AUTONOMIK für Industrie 4.0“ mit der Fokussierung auf die Digitalisierung der produzierenden Wirtschaft in Deutschland ist eingebettet in eine konsequente, nachhaltige Abfolge von Förderinitiativen zur Erschließung technologischer und wirtschaftlicher Potenziale des Internets der Dinge. Zu den Vorläufern gehören die Technologieprogrammw „Next Generation Media – vernetzte Lebens- und Arbeitswelten“ (2006 – 2010) sowie „Autonomik – Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand“ (2010 – 2013).

Die angestrebte Digitalisierung im Bereich der produzierenden Wirtschaft zielt auf die Schaffung hochflexibler Produktionsinfrastrukturen, um den zunehmenden Anforderungen nach individualisierten Produkten, weiteren Effizienz- und Qualitätssteigerungen sowie energie-, umwelt- und materialschonenden Fertigungsprozessen Rechnung zu tragen. Die Grundlage dafür bilden Maschinen und Komponenten, die durch Einbettung von Rechenleistung und Software-Intelligenz (Embedded Systems, Embedded Software) zu sogenannten cyber-physikalischen Systemen (CPS) erweitert werden und neue Fähigkeiten zur Kommunikation über das Internet, zu



eigenständigem Handeln und zur intelligenten Interaktion mit Menschen und anderen Maschinen erlangen. Ganz neue Möglichkeiten eröffnen sich so für die Gestaltung ganzer Produktionsnetzwerke, die dezentral organisiert sein und über Unternehmens- und Ländergrenzen hinweggehen können. Nicht nur die Produktion selbst ist von diesem Paradigmenwechsel betroffen: Auf der Produktseite stehen neue Methoden für das kundeninnovierte Design von Produkten, verbunden mit frühzeitigen Aussagen über Realisierbarkeit und Kosten im Fokus. Die Erschließung von neuen Wertschöpfungspotenzialen und Geschäftsmodellen resultiert zudem aus der Verknüpfung von Produktionsnetzen und Produkten (hybride Produkte) mit wissensintensiven intelligenten Diensten (Smart Services).

Die geförderten Verbundprojekte des vorliegenden Programms wurden bei einem öffentlichen Technologiewettbewerb mit Unterstützung eines Gutachtergremiums mit hoher fachlicher Expertise ausgewählt. Insgesamt arbeiten rund einhundert hochkarätige Partner aus Industrie und Wissenschaft in den Verbundprojekten zusammen, um Machbarkeit, Potenziale und wirtschaftlichen Nutzen einer vernetzten intelligenten Produktion der Zukunft aufzuzeigen.

In den Feldern Produktion, Logistik, Robotik und Dienste befassen sich die ausgewählten Projekte mit folgenden Themen:

- mobile Assistenzsysteme und Internetdienste in der intelligenten Produktion,
- Plug-and-Play-Vernetzung von Maschinen und Anlagen,
- autonom handelnde, fahrerlose Transportfahrzeuge,
- bionisch gesteuerte Fertigungssysteme für die Herstellung kundenindividueller Produkte,
- Schutz- und Sicherheitskonzepte für die Zusammenarbeit von Mensch und Roboter in gemeinsamen Arbeitsbereichen,
- Inventur von Lagerbeständen mit autonomen Flugrobotern,
- Planungs- und Entscheidungsunterstützung bei der Auswahl industrieller Serviceroboter,
- autonome Echtzeitassistenz für Mitarbeiter in der Fertigung,
- 3D-gestützte Engineering-Plattform für die intuitive Entwicklung und effiziente Inbetriebnahme von Produktionsanlagen,
- Plug-and-Play-Integration von Robotern in industriellen Automatisierungslösungen,
- dezentrale Produktionssteuerung für die Automobilindustrie,
- autonome und vernetzte Baumaschinen im Straßenbau,
- automatisierte Einzelstückfertigung von Sportschuhen und Textilien,
- musterbasierte Entwicklung von Geschäftsmodellen für die Industrie 4.0 mit IT-Werkzeugunterstützung für die Entwicklung und Operationalisierung neuer Geschäftsfelder.

Einen wichtigen Orientierungspunkt für die angestrebten Innovationsprojekte bilden die Umsetzungsempfehlungen des Arbeitskreises Industrie 4.0.[1] Diese Empfehlungen sind abgeleitet aus der Analyse sowohl technologischer als auch nichttechnologischer Handlungsfelder, denen für eine erfolgreiche Umsetzung des Szenarios Industrie 4.0 eine hohe Bedeutung beigemessen wird. Aus einzelbetrieblicher Perspektive und den spezifischen Herausforderungen in den Projekten werden hier Bedarfe zutage treten und Erkenntnisse gewonnen werden, die in enger Wechselwirkung mit den dafür etablierten Arbeitsgruppen der „Plattform Industrie 4.0“ bearbeitet werden. Ein intensiver Informations- und Erfahrungsaustausch wird durch die vom BMWi beauftragte Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0 befördert.

1 Arbeitskreis Industrie 4.0 (Forschungsunion, acatech): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, April 2013.

Handlungsfelder im „Zukunftsprojekt Industrie 4.0“

- **Sicherheit** als erfolgskritischer Faktor
- **Recht**liche Rahmenbedingungen
- **Arbeitsorganisation** und **Arbeitsgestaltung** im digitalen Industriezeitalter
- **Normung, Standardisierung** und **offene Standards** für eine Referenzarchitektur
- Beherrschung **komplexer Systeme**
- Flächendeckende **Breitbandinfrastruktur** für die Industrie
- **Aus- und Weiterbildung**
- **Ressourceneffizienz**
- **Neue Geschäftsmodelle**

Quelle: Arbeitskreis Industrie 4.0 (Forschungsunion, acatech): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, April 2013

Aufgaben der Begleitforschung und des Projektträgers

Die geförderten Projekte des Technologieprogramms AUTONOMIK für Industrie 4.0 werden durch den Projektträger „PT-DLR, Abteilung Informationstechnologien/Elektromobilität“ des BMWi im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. und zusätzlich durch die vom BMWi beauftragte wissenschaftliche Begleitforschung der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH unterstützt. Ziel ist es, eine hohe Effizienz der Fördermaßnahmen und ebenso eine hohe Qualität der Vorhabenergebnisse zu gewährleisten. Darüber hinaus sollen die Unterstützungsmaßnahmen wesentlich dazu beitragen, den projektübergreifenden Nutzen des Gesamtprogramms zu steigern und die gewonnenen Erkenntnisse im Sinne eines effektiven Mitteleinsatzes weiteren Interessierten und anderen Anwendungsbereichen zur Verfügung zu stellen. Der Projektträger im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt ist die zentrale Instanz in der Projektförderung zu AUTONOMIK für Industrie 4.0. Er bereitet die Fördermaßnahme im Auftrag des BMWi inhaltlich und konzeptionell vor und begleitet die Projekte in der Vorbereitungs- und Durchführungsphase fachlich und administrativ auf Grundlage der geltenden Förderbestimmungen.

Die zusätzlichen Aufgaben der wissenschaftlichen Begleitforschung umfassen:

- kontinuierliche Überprüfung des Verlaufs und der Ausrichtung der geförderten Projekte im Hinblick auf die international fortschreitende Technologieentwicklung sowie sich verändernde Marktbedingungen. Darauf aufbauend werden Erkenntnisse und Empfehlungen für erforderliche Korrekturen abgeleitet und an die Fördernehmer herangetragen.
- Unterstützung der Projekte bei der nachhaltigen Verwertung von Projektergebnissen und deren Überführung in tragfähige Geschäftsmodelle.[1]
- Initiierung von geeigneten Netzwerken zur Stimulierung des Wissenstransfers und von projekt- und programmübergreifenden Kooperationen zwecks Herbeiführung

1 Siehe dazu auch das Projekt GEMINI, dessen Prozesse und Ergebnisse hierzu genutzt und einbezogen werden.

von Synergieeffekten. Dies bezieht sich insbesondere auf die Vernetzung der Verbundprojekte untereinander und nach außen (u. a. mit Initiativen wie der Plattform Industrie 4.0 und vergleichbaren Projekten auch auf EU-Ebene).

- Identifikation und Aufbereitung von relevanten projektübergreifenden Fragestellungen und Herausforderungen wie rechtlichen Aspekten, Normung und Standardisierung, industrieller IT-Sicherheit und Veränderungen in der Arbeitswelt.
- Analysen und Kurzstudien, u. a. zu technologischen und wirtschaftlichen Potenzialen von cyber-physikalischen Systemen in Logistik und Produktion, zur Transformation von Erkenntnissen aus der Automatisierungstechnik auf die industrielle Servicerobotik sowie zu weiteren relevanten Fragestellungen aus den Projekten.
- Ableitung von verallgemeinerungsfähigem Wissen sowie zielgruppengerechte Aufbereitung und Verbreitung (Leitfäden, Good-Practice-Broschüren etc.).
- Koordination, 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.
- fachliche Betreuung und Redaktion der Internetplattform.

Querschnittthemen mit besonderer Relevanz

Besondere Beachtung durch die Begleitforschung erhalten die den Handlungsfeldern des Zukunftsprojektes Industrie 4.0 korrespondierenden Themenkomplexe:

- **rechtliche Herausforderungen**
  Bereits im Technologieprogramm Autonomik konnten Erkenntnisse hinsichtlich des rechtskonformen und sicheren Einsatzes autonomer Systeme, der straf- respektive zivilrechtlichen Haftung, Fragen der Betriebszulassung und Zertifizierung wie auch zum Risk-Management und zum Arbeits- und Datenschutz aufbereitet werden. Diese Erkenntnisse sollen an den Herausforderungen in den aktuellen Verbundprojekten des Technologieprogramms AUTONOMIK für Industrie 4.0 gespiegelt, spezifisch weiterentwickelt und als Ergebnisse formuliert werden, um allen Beteiligten Rechtssicherheit und Orientierung zu vermitteln.

- **Normung und Standardisierung**
  Normen und Standards sind eine wesentliche Grundlage für die Effizienz und Effektivität hochgradig vernetzter Systeme in Industrie 4.0. In einer entwicklungsbegleitenden Normung auf Projektebene, der Mitwirkung an einer Referenzarchitektur für cyber-physikalische Systeme in Industrie 4.0 und der Weiterentwicklung der nationalen Normungsroadmap auf Basis der Bedarfe aus den Projekten heraus (Bottom-up) sieht die Begleitforschung einen wesentlichen Beitrag, um die Wettbewerbsfähigkeit der Verbundvorhaben im Einzelnen wie auch der deutschen Industrie insgesamt zu stärken. Die Begleitforschung ist damit in die Lage versetzt, Interessen der AUTONOMIK-Vorhaben in etablierten Standardisierungsgremien zu Industrie 4.0 einzubringen und zu vertreten. Zudem wird die Begleitforschung Möglichkeiten sondieren und nutzen, dieses wichtige Thema zumindest auf europäischer Ebene aktiv zu begleiten.

- **IT-Sicherheit für Industrie 4.0**
  Der Schutz der IT-basierten Infrastruktur vernetzter Maschinen und Anlagen zur Automatisierung, Überwachung und Steuerung von industriellen Prozessen stellt die Unternehmen vor enorme Herausforderungen. Kunden und Partner in der Wertschöpfungskette erwarten neben dem Datenschutz zu Recht ein Höchstmaß an Sicherheit vor denkbaren Angriffen wie Spionage und Sabotage. Mit unternehmens- und länderübergreifenden Prozessen in Produktion, Logistik und hybriden Dienstleistungen wachsen die Komplexität der Systeme und deren Angreifbarkeit. In enger Kooperation mit Experten für industrielle IT-Sicherheit wird die Begleitforschung Plattformen zur Diskussion von Lösungsansätzen auf Basis bereits heute existierender Praktiken und Mechanismen sowie Ansätze der Security by Design und den neuen Qualitäten von Industrie 4.0 adäquate Sicherheitsarchitekturen organisieren und auswerten.

- **Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0**
  Mit dem Zusammenwirken von Mensch und Technik in autonom agierenden technischen Systemen und Prozessen in der Industrie 4.0 werden Chancen und Risiken verbunden sein. Fahrerlose, auf Gestik reagierende Transportsysteme, kooperierende, assistierende Roboter und autonome cyber-physikalische Systeme stellen neue Herausforderungen an die Arbeitsgestaltung und -organisation. Dadurch kann die Qualität der Arbeit – einschließlich Faktoren wie Arbeitszufriedenheit, Lernförderlichkeit und Gesundheit – erheblichen Veränderungen unterliegen. Anschließend an die Erfahrungen aus dem ausgelaufenen Technologieprogramm Autonomik, die in einer ausführlichen Veröffentlichung dokumentiert sind, werden unterschiedliche „Zukünfte“ und Gestaltungsmöglichkeiten diskutiert werden, um den berechtigten Interessen der Beschäftigten und der Unternehmen hinsichtlich der Arbeit in Industrie 4.0 Gehör zu verschaffen und an gemeinsam formulierten Zielvorstellungen zu arbeiten.

Zur Mitwirkung an der Bearbeitung der Herausforderungen, am Erfahrungsaustausch und der Initiierung gemeinsamer strategischer Prozesse in diesen Querschnittsthemen wird die Begleitforschung Arbeitsgruppen einrichten. Hierzu sind neben den Vertretern der geförderten Verbundvorhaben weitere interessierte Unternehmen, Verbände, Sozialpartner und Wissenschaftseinrichtungen herzlich eingeladen.

Durch das Technologieprogramm „AUTONOMIK für Industrie 4.0“ des BMWi werden wichtige politischen Ziele des „Zukunftsprojekts Industrie 4.0“ konkretisiert. Sie reichen von der Rückholung von Produktionskapazitäten nach Deutschland (vgl. Projekt SPEEDFACTORY) über innovative Formen der Arbeitsplatzgestaltung (vgl. Projekte APPsist und motionEAP) bis hin zu einem systematischen Vorgehen bei der Entwicklung Industrie-4.0-spezifischer Geschäftsmodelle (vgl. Projekt GEMINI). Perspektivisch soll AUTONOMIK für Industrie 4.0 wichtige Impulse zur Stärkung der Innovationsfähigkeit und -kraft der deutschen produzierenden Industrie leisten.

APPsist

Intelligente Wissensdienste für die Smart Production

Mobile Assistenzsysteme und Internetdienste in der intelligenten Produktion

Kurzsteckbrief

Im Projekt APPsist wird ein ganzheitlicher Ansatz für die Interaktion zwischen Mensch und Maschine in der Produktion entwickelt. Softwarebasierte Assistenzsysteme werden sich anhand spezifischer vorhandener Kompetenzen von Mitarbeitern automatisch auf deren Unterstützungsbedarf einstellen. Somit könnten Unterstützungen und Lernprozesse für die unterschiedlichsten Anforderungen entwickelt werden, wie z. B. für die Inbetriebnahme, den Betrieb, die Wartung, Reparatur und vorbeugende Instandhaltung von Anlagen. Durch diese passgerechte Unterstützung können Mitarbeiter mit unterschiedlichem Vorwissen umfassender als bisher eingesetzt werden.

Herausforderung

Kunden verlangen heute oft individuelle Produktvarianten mit gleichzeitig hoher Produktqualität und dem günstigen Preis einer Serienfertigung. Um dem gerecht zu werden, setzen fertigende Unternehmen zunehmend auf gleichermaßen hochautomatisierte und flexible Produktionssysteme. Mit der Komplexität eines solchen Produktionssystems und der zunehmenden „Intelligenz“ seiner Einzelkomponenten steigen aber auch die Anforderungen an die Mitarbeiter in der Fertigung, etwa bei Inbetriebnahme, Überwachung, Wartung und Instandhaltung. Neben Montagefähigkeiten werden nun auch elektronische und datentechnische Kompetenzen verlangt.

Ziel

Im Projekt APPsist werden daher multimediale „Assistenzsysteme“ entwickelt, die den Werker bei der Bedienung cyber-physikalischer Systeme in der Produktion und beim Wissensaustausch untereinander unterstützen. Dabei sollen die Assistenzdienste kontextbezogen die Ausbildung und den Wissensstand des jeweiligen Mitarbeiters ebenso berücksichtigen wie die Besonderheiten der konkreten Arbeitssituation, in der er mit einer Komponente in der Fertigungsanlage interagiert.

Technologien

Damit der digitale Assistent in jeder Situation die genau richtigen Antworten geben kann, greifen die Forscher auf Methoden der künstlichen Intelligenz, des Wissensmanagements und der semantischen Technologien zurück. Außerdem sollen etwa für die Simulation eines Fertigungsprozesses Virtual-Reality- und Augmented-Reality-Technologien erprobt werden. Dazu trägt der Nutzer eine Datenbrille, in die beispielsweise die korrekte Verkabelung elektronischer Bauteile eingeblendet wird. Neben diesen technisch orientierten Aufgaben greift das Projekt arbeitsorganisatorische und ökonomische Fragestellungen auf, die sich mit der Einführung dieser neuen Generation von Assistenzsystemen und damit verbundenen Veränderungen in der Aufbau- und Ablauforganisation ergeben können. Die Beschäftigten, ihre Betriebsräte und die IG Metall werden von Beginn an in die Konzeption und Ausgestaltung des Systems mit einbezogen. Im Projekt soll außerdem erprobt werden, inwieweit Gamification, d. h. spielerische Elemente und Anreize, in industrielle Assistenzsysteme sinnvoll zur Steigerung von Arbeitsfreude und Motivation integriert werden kann. Bereitgestellt werden sollen die Funktionen des APPsist-Systems über eine unternehmensinterne Cloud.

Use Case

Die Assistenzsysteme von APPsist werden bei drei Projektpartnern aus der fertigenden Industrie erprobt: dem Werkzeug- und Vorrichtungsbauer Brabant & Lehnert, dem Automatisierungstechnikhersteller Festo und dem Sonderanlagenbauer MBB Fertigungstechnik. Für die Produktionsmitarbeiter in den Pilotanwendungen wird eine Vielzahl digitaler Hilfsdienste angeboten. Die Unterstützung reicht von Bedienungsanleitungen für gerade anstehende Arbeitsschritte über einen „Emergency-Dienst“ im Notfall bis hin zu Möglichkeiten, sich schnell und unkompliziert mit anderen Kollegen über fachliche Fragen auszutauschen. Über Touch-Bildschirme an den Maschinen oder über Apps auf Smartphones, Tablets und PCs kann schnell auf die Dienste zugegriffen werden.

Konsortialpartner

Festo Lernzentrum Saar GmbH (Konsortialführer), Brabant & Lehnert GmbH, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI), Festo AG, Fraunhofer IAO, imc information multimedia communication AG, MBB Fertigungstechnik GmbH, Ruhr-Universität Bochum

Ansprechpartner

Klaus Herrmann (herm@de.festo.com)
Festo Lernzentrum Saar GmbH

www.appsist.de

Innovationen mit APPsist

Bisher	Mit APPsist
Partielle Unterstützung der Mitarbeiter bei einzelnen Arbeitsaufgaben, z. B. in Form einer Montageanleitung.	Berücksichtigung aller Arbeitsprozesse einer Fertigungsanlage oder -maschine, u. a. Inbetriebnahme, Produktion, Überwachung und Wartung.
Erfassung der Wissenslücken und Fähigkeiten von Produktionsmitarbeitern und Ausgleich durch Schulungen und Trainings.	Systematische Erfassung der Kompetenzprofile der Mitarbeiter und automatische Ausrichtung der Assistenzdienste an ihrem Wissen und ihren Fähigkeiten.
Kaum tragfähige Ansätze für die Vermarktung von Dienstleistungen cyber-physikalischer Systeme.	Anhand der Anwendungsszenarien werden konkrete Geschäftsmodelle für die APPsist-Dienste aufgezeigt und erprobt.
Die Einführung innovativer Rationalisierungstechnologien stößt oft auf Vorbehalte der Arbeitnehmer.	Die Arbeiten im Projekt werden im Dialog mit den Beschäftigten, den Anwendungspiloten und ihren Interessenvertretern durchgeführt.

CoCoS

Context-Aware Connectivity and Service Infrastructure for Cyber-Physical Production Systems

Plug-and-Play-Vernetzung in der Produktion

Kurzsteckbrief

CoCoS entwickelt eine intelligente Informations- und Kommunikationsinfrastruktur, die eigenständig in der Lage ist, unterschiedlichste Komponenten einer Produktionslinie zu erkennen – wie etwa Maschinen und auch Werkstücke – und miteinander zu vernetzen. Sie soll darüber hinaus die Kommunikationsbrücke zwischen Produktions-, Logistik- und anderen eingesetzten Managementsystemen bilden, die zukünftig dezentral und virtuell ausgelegt werden können. Auch die eigenständige Vernetzung von unabhängigen Produktionssystemen an unterschiedlichen Standorten soll ermöglicht werden. Sowohl für die Inbetriebnahme der Produktionslinie als auch für erforderliche Anpassungen sind keine tiefgehenden Fachkenntnisse erforderlich.

Herausforderung

Der Wandel der Produktionswelt hat begonnen: Konsum- und Investitionsgüter werden komplexer und variantenreicher, ihre Produktionszyklen werden enger und die Zeitspanne zwischen Entwicklung und Markteinführung wird immer kleiner. Heutige Produktionssysteme können mit diesem Tempo kaum Schritt halten. Ihre Komponenten lassen sich kaum rekonfigurieren, sie sind starr verkettet und werden streng hierarchisch gesteuert. Eine Vernetzung über verschiedene Produktionsstätten hinweg ist bisher sehr aufwendig.

Ziel

Im Projekt CoCoS soll daher eine Informations- und Kommunikationsplattform entwickelt werden, die diese Beschränkungen aufhebt. Die Basis hierfür bilden Maschinen, Transportmittel und Werkstücke in einer Produktionslinie, die über Sensoren, Aktoren, Software und Kommunikationstechnik miteinander vernetzt werden. Dieses System wird über die CoCoS-Plattform zu einem intelligenten und vernetzten Produktionssystem zusammengefasst. Auf diese Weise wird über Betriebsstätten hinweg die Fertigung bei Zulieferern und Produzenten einbezogen sowie Logistikdienstleister integriert. Bei alledem lässt sich das System schnell und einfach an neue Produktionsprozesse anpassen.

Technologien

Die CoCoS-Plattform wird mehrere Ebenen umfassen (Multilayer-Ansatz). Die unterste, die „physikalische Vernetzungsplattform“, verbindet die Komponenten einer Produktionslinie zu einem Kommunikationsnetzwerk. Sie integriert die in der Fertigung gängigen Netzwerke und Kommunikationsmittel wie WLAN, Industrial Ethernet oder RFID und ergänzt Methoden des Netzwerkmanagements, die in Produktionsnetzwerken bislang nicht üblich waren: Selbstkonfiguration, Selbstoptimierung, Selbstheilung, Anomaliedetektion, Virtualisierung und ein ausgereiftes Sicherheitsmanagement. CoCoS wird auch drahtlose Sensornetzwerke integrieren. Um die zu erwartende große Menge an Sensordaten effizient zu verarbeiten, werden im Projekt Verfahren der In-Netzwerk-Datenverarbeitung erprobt, bei denen einfache Berechnungen bereits im Netzwerk erledigt werden, um die zentralen Komponenten zu entlasten.

Auf diese Kommunikationsbasis setzt die „Diensteplattform“ auf. Dazu werden zunächst alle Komponenten des cyber-physikalischen Produktionssystems, sei es Maschine, Werkstück oder Transportsystem, in einer einheitlichen Form als Informationsobjekte mit eigenen Daten und Diensten, wie z. B. zur Zustandsüberwachung, beschrieben. Eine innovative Laufzeitumgebung erlaubt es, Mehrwertdienste zu implementieren und zu nutzen, etwa für die Fertigungsplanung oder -steuerung. Für den Anwender stellt sich die Produktionsanlage damit als eine Sammlung von Informationsobjekten in einer Diensteplattform dar, deren (virtuelle) Services er über Apps auf dem Smartphone, dem Tablet oder dem PC nutzen und die er zu neuen Fertigungsabläufen miteinander kombinieren kann. Mit CoCoS erhält er so ein Produktionsleitsystem, mit dem er die Fertigung installieren, überwachen, warten, steuern und rekonfigurieren kann.

Die Verbindung verschiedener Produktionssysteme über Betriebsstätten und Unternehmensgrenzen hinweg geschieht über die Cloud-Infrastruktur Virtual Fort Knox (VFK) des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung, Stuttgart. Durch VFK werden IT-Services für das produzierende Gewerbe einfach, flexibel und sicher bereitgestellt.

Use Case

CoCoS wird an einem unternehmensübergreifenden Demonstrator erprobt. Für eine Fertigung z. B. von Steckverbindungen oder Gerätegehäusen bei Bosch in Renningen werden als Zulieferer die Modellfabrik Smart Factory des DFKI in Kaiserslautern und Maschinen zur Teilefertigung bei DMG Electronics in Pfronten über die VFK-Cloud miteinander verbunden.

Konsortialpartner

Robert Bosch GmbH (Konsortialführer), Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI), DMG Electronics GmbH, trustsec IT-solutions GmbH, TU Berlin, XETICS GmbH

Ansprechpartner

Dr. Patrick Nickel (Patrick.Nickel@de.bosch.com)
Robert Bosch GmbH

Innovationen mit CoCoS

Bisher	Mit CoCoS
Aufgrund heterogener Technologien und Netzwerkprotokolle in IT-Netzwerken ist eine direkte Kommunikation zwischen den Komponenten gar nicht oder nur über eigene Softwaresysteme möglich. Das führt zu langen Laufzeiten der Nachrichten und zu hohen Integrationsaufwänden.	Die Komponenten einer Produktionslinie sind zu einem Kommunikationsnetzwerk verbunden.
Hochwertige Managementfunktionen wie Selbstkonfiguration, Selbstoptimierung, Selbstheilung („Self-X“), Anomaliedetektion, Virtualisierung und ein ausgereiftes Sicherheitsmanagement finden sich so gut wie gar nicht in heutigen Produktionsnetzwerken.	Self-X- und Virtualisierungsfunktionen werden auf IT-Netze in der Produktion übertragen und ermöglichen eine wesentlich einfachere Verwaltung sowie Erweiterung der Netzwerke.
Datentransport und Auswertung von großen Sensordatenmengen belasten die drahtlosen Sensornetzwerke, die sowieso schon mit höheren Latenzzeiten und Ausfallquoten kämpfen müssen.	Mit dem Konzept der In-Netzwerk-Datenverarbeitung wird die Belastung zentraler Knoten in Sensornetzwerken deutlich verringert. Damit sinken die Laufzeiten der Nachrichten, zudem wird die Anzahl der Kommunikationsausfälle verringert.
Die Komponenten heutiger Produktionssysteme verfügen in der Regel nur über einfache speicherprogrammierbare Steuerungen und bieten nur wenige Schnittstellen nach außen an. Ihre Inbetriebnahme, Rekonfiguration und Anbindung an übergeordnete Steuersysteme ist damit sehr aufwendig.	Alle wichtigen Daten und Funktionen einer Komponente werden in einer einheitlichen Form als Services auf einer Diensteplattform angeboten. Die Integration von Komponenten zu einem Fertigungssystem oder die Implementierung neuer Steuerungs- und Managementfunktionen wird damit zu einer Kombination vorhandener Dienste zu neuen Services über eine einfach zu handhabende grafische Nutzeroberfläche („Orchestrierung“).
Keine umfassende technische Lösung für die einfache, kostengünstige und sichere Vernetzung von Produktionsanlagen über mehrere Standorte und Unternehmen hinweg.	Produktionsanlagen lassen sich über mehrere Betriebsstätten hinweg sowohl hinsichtlich der Netzwerkkommunikation als auch auf Ebene der Fertigungsprozesse in einfacher Weise miteinander koppeln.

FTF out of the box

Situative Verhaltenssteuerung für interaktive fahrerlose Transportfahrzeuge

Autonom handelnde fahrerlose Transportfahrzeuge mit Sprach- und Gestensteuerung

Kurzsteckbrief

FTF out of the box entwickelt intelligente, fahrerlose Transportfahrzeuge, die sich nach Anlieferung und einer durch den Menschen gesteuerten Einführungsfahrt selbständig in der Fabrikhalle orientieren, sich ihre Umgebung einprägen und denen auf einfache Weise mittels Sprache oder Gesten z. B. Transportaufträge zugewiesen werden können. Gegenüber bisherigen Systemen entfallen aufwendige Einlern- und Nachkonfigurationsphasen, wie beispielsweise die Vorab-Implementierung einer Lagekarte oder die Anbringung von künstlichen Landmarken. So können für Kunden deutliche Einsparungen realisiert werden.

Herausforderung

Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) können die Effizienz von Logistikprozessen gegenüber dem manuellen Transport von Waren erheblich erhöhen. Existierende Lösungen sind entweder teilautonom, wobei die Auf- und Abnahme von Transportgütern noch manuell von einem Bediener gesteuert wird, oder vollautonom, wobei spezielle aufwendige Softwarelösungen zur Steuerung benötigt werden. Die Bedienung teilautonomer Systeme ist derzeit wenig intuitiv und erfordert spezielle Qualifikationen der Mitarbeiter. Der Einsatz autonomer Systeme setzt tiefgreifende, kostenintensive Änderungen in den Infrastrukturen von Lagerhallen voraus, um eine zuverlässige Navigation zu ermöglichen. Existierende autonome Systeme sind außerdem unflexibel gegenüber sich ändernden Umgebungen. Taucht ein Hindernis auf, zwingt es die Fahrzeuge zu einem Not-Stopp. Befindet sich das Transportgut nicht genau an dem erwarteten Ort, kann es in der Regel nicht aufgenommen werden. Es besteht also ein hoher Bedarf an adaptiven und einfach zu bedienenden FTF mit geringem Installationsaufwand.

Ziel

Im Projekt FTF out of the box werden FTF-Konzepte auf den Betrieb von autonom agierenden Gabelstaplern übertragen und weiterentwickelt. Autonome Gabelstapler sollen sich künftig in Lagerhallen allein zurechtfinden, sich ihre Umgebung einprägen, sich anhand von markanten Punkten orientieren und adaptiv auf Veränderungen reagieren. Darüber hinaus können ihnen von Lagermitarbeitern per Sprache und Gesten einfach Aufträge erteilt werden.

Technologien

Innovative 3D-Kameras und eine intelligente Bildverarbeitungssoftware sorgen dafür, dass das Fahrzeug seine Umgebung eigenständig erfasst, eine Art Landkarte abspeichert und sich so anschließend allein zurechtfindet. Dabei lernt das System ständig dazu und erkennt, wenn das Lager geräumt worden ist oder sich die Umgebung verändert hat. Mehr noch: Hindernisse und Menschen werden zuverlässig erkannt und sicher vermieden. Sämtliche Hindernisse werden durchgängig mit Kameras erfasst, die auch für andere Zwecke, wie Objekterkennung oder automatische Dokumentation der Logistikprozesse eingesetzt werden können. Dieses Konzept senkt die Installations- und Gerätekosten sowie die Komplexität der Bedienung. Die eingesetzte innovative Optik ermöglicht zudem eine Gestensteuerung. Durch sie wird es ausreichen, beispielsweise auf eine Palette zu zeigen, die das Fahrzeug bewegen soll. Oder dem Fahrzeug wird per Sprachbefehl der nächste Auftrag erteilt. Dank der gesten- und sprachbasierten Interaktion lässt sich das System intuitiv ohne speziell entwickelte Interfaces oder Schnittstellen zum Lagerverwaltungssystem bedienen. Fachkenntnisse sind zur Kontrolle der Fahrzeuge nicht mehr notwendig. Dank des technischen Designs, durch das

vor allem bauliche Veränderungen entfallen, an denen sich das System orientieren kann, werden fahrerlose Transportsysteme auch für kleinere Unternehmen wirtschaftlich einsetzbar sein.

Use Case

FTF out of the box wird in der Automobil-, der Luftfahrt- oder der Lebensmittelindustrie und im Speditionsgewerbe praktisch demonstrieren, dass FTF Transportwaren autonom lokalisieren, aufnehmen und ablegen sowie zuverlässig zum Zielort bewegen können. Die einfache Bedienung soll es dabei einem einzelnen Lagermitarbeiter ermöglichen, mehrere Fahrzeuge parallel zu kontrollieren.

Konsortialpartner
Jungheinrich AG (Konsortialführer), Basler AG, Götting KG, Universität zu Lübeck, IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH

Ansprechpartner
Dr. Frank Mänken (frank.maenken@jungheinrich.de)
Jungheinrich AG

www.ftf-out-of-the-box.de

Innovationen mit FTF out of the box

Bisher	Mit FTF out of the box
Die Hinderniserkennung gängiger FTF-Lösungen basiert in der Regel auf eigens dafür eingesetzten speziellen Laserscannern.	Hindernisse werden durchgängig mit Kameras erfasst, die auch für andere Zwecke, wie Objekterkennung oder automatische Dokumentation, eingesetzt werden können. Dies reduziert die Gerätekosten und die Komplexität der Bedienung.
Visuelle Assistenzsysteme für die Ein- und Auslagerung von Palletten mittels Gabelstaplern nutzen 2D-Kameras. Aufgrund fehlender Tiefeninformation ist eine Automatisierung dieser Prozesse nicht möglich.	Eine Kamera, die sowohl 2D-Bilder als auch Tiefeninformationen liefert, erhöht die Assistenzfunktion und erlaubt ein automatisches Ein- und Auslagern von Paletten selbst an schwer einsehbaren Stellen.
Aktuelle 3D-Kameras liefern neben den Tiefeninformationen nur 2D-Bilder in Graustufen. Zur Navigationssteuerung können damit nur spezielle kontrastreiche Markierungen benutzt werden.	Neue Kamerasysteme erlauben die kombinierte Wiedergabe von Tiefeninformationen und farbigen 2D-Bildern. Dies erhöht das Spektrum an potenziellen Markierungen in der Umwelt zur Navigationssteuerung.
Der gleichzeitige autonome Aufbau von Karten in unbekannten Umgebungen und die eigene Lokalisation von Transportfahrzeugen in diesen Karten ohne spezielle Infrastruktur kann momentan nur mit kostenintensiver Sensorik gelöst werden.	Mit Hilfe von 3D-Kamera-Systemen kann auf künstliche Markierungen, globale Positionssysteme oder kostenintensive Laserscanner verzichtet werden. Die Systeme sind damit sehr leicht in bestehende Infrastrukturen integrierbar.
Fahrerlose Transportfahrzeuge werden über eine zentrale Leitstelle koordiniert, von der das jeweilige Fahrzeug seine Aufträge erhält, oder sie werden über spezielle Interfaces wie Tablets oder Smartphones gesteuert.	Gestenbasierte Interaktion mit Hilfe der 3D-Kameras erlaubt neben einer sprachgestützten Interaktion die Auftragserteilung direkt vor Ort in der Logistikhalle ohne speziell dafür zu entwickelnde Interfaces oder Schnittstellen in den Leitstellen. Durch diese natürliche Interaktion sind Spezialkenntnisse zur Kontrolle der Fahrzeuge nicht mehr notwendig.
Bei teilautonomen Systemen erfolgt die Aufnahme und Ablage der Transportpaletten derzeit noch manuell. Autonome Stapler werden von einem Softwaresystem bedient, das aufwendige Schnittstellen zu den Lagerverwaltungssystemen voraussetzt.	Der Mensch wird zur Schnittstelle zwischen der Lagerverwaltung und den Staplerfahrzeugen, die Paletten autonom aufnehmen und ablegen können. Spezielle Softwareentwicklungen sind nicht mehr notwendig und durch das einfache sprach- und gestenbasierte Bedienkonzept kann ein Lagermitarbeiter eine ganze Flotte von Staplern gleichzeitig bedienen.

GEMINI

Geschäftsmodelle für Industrie 4.0

Kurzsteckbrief

Ziel des Projekts GEMINI sind tragfähige Geschäftsmodelle im Kontext von Industrie 4.0. Das in GEMINI entstehende Instrumentarium ermöglicht den beteiligten Unternehmen und Organisationen, mit Hilfe von Methoden, Prozessen und IT-Werkzeugen individuelle Geschäftsmodelle zu entwickeln und umzusetzen.

Herausforderung

Mit dem Paradigma Industrie 4.0 bahnt sich für produzierende Unternehmen ein grundlegender Wandel in der Natur ihrer Wertschöpfung an. Innerhalb der Möglichkeiten von Industrie 4.0 werden sich Chancen für völlig neue Geschäftsmodelle ergeben. Allerdings ist es für Unternehmen schwierig, die faszinierenden Möglichkeiten, aber auch die Risiken von Industrie 4.0 zu überblicken und innovative Geschäftsmodelle zu entwickeln. Es besteht Handlungsbedarf zur Unterstützung bei der Entwicklung, Risikoabschätzung und Umsetzung innovativer Geschäftsmodelle für Industrie 4.0. Ziel des Projekts GEMINI sind tragfähige Geschäftsmodelle auf Basis der Chancen, die sich im Kontext Industrie 4.0 ergeben.

Technologien

Den beteiligten Unternehmen und Organisationen wird ein Instrumentarium bereitgestellt, um individuelle Geschäftsmodelle entwickeln und wirtschaftlich betreiben zu können. Ausgehend von einer Geschäftsidee werden allgemeine und Industrie 4.0-spezifische Geschäftsmodellmuster identifiziert (z.B. Fernwartung, Digitalisierung, individuelle Massenfertigung). Diese Muster werden in einer Wissensbasis hinterlegt und zu Erfolg versprechenden Geschäftsmodellen kombiniert. Das musterbasierte Vorgehen erleichtert dabei die Geschäftsmodellentwicklung und erlaubt eine effiziente Einschätzung und Minimierung möglicher Risiken. Die Integration des entwickelten Geschäftsmodells in die unternehmerische Wertschöpfung wird durch einen Operationalisierungsplaner sichergestellt. Zudem wird ein Geschäftsmodellkonfigurator auf der Online-Plattform www.innovations-wissen.de die Erstellung von Geschäftsmodellen für potenzielle Anwender unterstützen. Die Validierung der wissenschaftlich fundierten Methoden erfolgt in Pilotprojekten anhand konkreter Beispiele. Die daraus gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse fließen in die Wissensbasis und das Instrumentarium ein.

Use Case

Im Rahmen von fünf Pilotprojekten werden unterschiedliche Schwerpunkte der Geschäftsmodellentwicklung vertieft. Additive Fertigung (AM) ermöglicht die werkzeuglose Herstellung individueller Bauteile direkt aus CAD-Modellen. Eine B2B-Plattform vergibt diese CAD-Daten und die korrespondierenden Bauaufträge in einem Netzwerk verteilter AM-Maschinen. Cloud-basierte Services für Industrie 4.0 und eine Plattform für integrierte Produktionsnetzwerke sind Gegenstand eines weiteren Pilotprojekts. Neuartige Geschäftsmodelle werden ebenfalls für drei ausgewählten Projekte aus dem Förderprogramm Autonomik für Industrie 4.0 entwickelt. Im Mittelpunkt stehen dabei Vernetzungs- und Dienste-Infrastrukturen für cyber-physikalische Produktionssysteme (CoCoS), wiederverwendbare intelligente Dienste für flexible Roboteranlagen (ReApp) und Systeme zur automatischen Lokalisierung und Inventarisierung von Lagerbeständen mit Hilfe autonomer Flugroboter (InventAIRy).

Konsortialpartner
Universität Paderborn (Konsortialführer), Atos IT Solutions and Services GmbH, CONTACT Software GmbH, Fraunhofer IPT, Ruhr-Universität Bochum, SLM Solutions Group AG, UNITY AG

Ansprechpartner
Prof. Dr. Ing. Jürgen Gausemeier
Stefan Peter (stefan.peter@hni.uni-paderborn.de)
Universität Paderborn

Innovationen mit GEMINI

Bisher	Mit GEMINI
Es existiert keine methodische Unterstützung, um neue Geschäftsmodelle im Kontext Industrie 4.0 zu entwickeln.	Ein systematisches Vorgehen unterstützt die Geschäftsmodellentwicklung basierend auf Industrie 4.0-Geschäftsideen.
Basis innovativer Industrie 4.0-Geschäftsmodelle sind häufig Industrie 4.0-Technologien sowie allgemein erfolgreiche und bekannte Geschäftsmodellmuster.	GEMINI stellt einen Katalog Industrie 4.0-spezifischer Geschäftsmodellmuster bereit.
Einfluss neuer Industrie 4.0 Geschäftsmodelle auf die Risikoverteilung zwischen den Akteuren der Wertschöpfungskette ist kaum erforscht.	Eine Methode zur Risikoabschätzung berücksichtigt die unterschiedlichen Risiken aller Akteure einer Wertschöpfungskette.
Eine integrative Betrachtung des Wertschöpfungssystems und Geschäftsmodells im Kontext von Industrie 4.0 fehlt.	Ein Vorgehensmodell und eine Bibliothek mit Standardausprägungen von Wertschöpfungsnetzwerken befähigen Unternehmen vom Geschäftsmodell zu einem sinnvollen Wertschöpfungssystem zu gelangen.
Es gibt keine umfassende Werkzeugunterstützung für die Entwicklung und Operationalisierung von Industrie 4.0-Geschäftsmodellen.	Ein integriertes IT-Werkzeug unterstützt Anwender von einer Geschäftsidee bis zur Umsetzung eines Geschäftsmodells im Kontext Industrie 4.0.

InnoCyFer

Integrierte Gestaltung und Herstellung kundeninnovierter Produkte in cyber-physikalischen Fertigungssystemen

Bionisch gesteuerte Fertigungssysteme für die Herstellung kundenindividueller Produkte

Kurzsteckbrief

Im Projekt InnoCyFer wird eine webbasierte Open-Innovation-Plattform entwickelt, auf der Kunden selbständig und ohne spezifische Vorkenntnisse mit Hilfe eines Toolkits Produkte innerhalb der produktionstechnischen Möglichkeiten individuell nach eigenen Vorstellungen gestalten können. Für die Fertigung der kundeninnovierten Produkte werden neuartige Methoden der Produktionsplanung und -steuerung nach dem Vorbild von Organisationsformen aus der Natur entwickelt. Diese ermöglichen eine hochflexible und adaptive automatisierte Fertigung der Produkte.

Herausforderung

Die Realisierung individueller Gestaltungswünsche der Verbraucher liegt im Trend. So ist es z. B. bei der Konfiguration von Neuwagen mittlerweile möglich, das Produkt innerhalb eng definierter Grenzen an eigene Wünsche und Vorstellungen anzupassen. Immer mehr Kunden verlangen jedoch einen noch stärkeren Individualisierungsgrad. Sie wollen direkten Einfluss auf die Gestalt und Funktion des Produktes nehmen. Dafür werden jedoch neue Werkzeuge zur Produktgestaltung und hochflexible Fertigungsanlagen benötigt, die es erlauben, hochindividuelle Produkte zu gestalten und effizient zu fertigen sowie durch hohe Flexibilität Änderungen bis in die späten Phasen des Produktentstehungsprozesses zu ermöglichen.

Ziel

Im Rahmen des Projekts InnoCyFer wird eine Open-Innovation-Plattform mit integriertem Gestaltungswerkzeug entwickelt, die es Kunden erlaubt, ihr Kreativitäts- und Innovationspotenzial in den Produktentstehungsprozess einzubringen und die sich mit einer neuartigen intelligenten Planung und Steuerung einer autonomen Fertigungsanlage vernetzt. Dies ermöglicht eine stark individualisierte und flexible Produktion bei hoher Varianten- und geringer Stückzahl. Darüber hinaus kann das Innovationspotenzial der Kunden auch von den Herstellern zur Entwicklung neuartiger Produkte und Designs im Rahmen des Open Innovation-Gedankens genutzt werden.

Technologien

Über eine webbasierte Open-Innovation-Plattform kann jeder Kunde ein völlig neues Design entwerfen oder bestehende Entwürfe seinen Wünschen und Vorstellungen anpassen. Die kundenindividuellen Designs können anschließend auf der Open-Innovation-Plattform veröffentlicht werden, um weitere Ideen, Problemlösungen oder Meinungen anderer Kunden einzuholen. Zudem wird der Kunde über die Open-Innovation-Plattform angeleitet, Produkte zu entwerfen, die mit den Möglichkeiten des Herstellers auch fertigbar sind. Des Weiteren bekommt er ein direktes Feedback, welcher Liefertermin zu erwarten ist und was das Produkt kosten wird.

Eine Besonderheit der neuartigen bionischen Produktionssteuerung ist, dass sich das Fertigungssystem flexibel an die

jeweiligen Kundenaufträge anpasst, ohne dass der laufende Betrieb gestört wird. Bereits erteilte Aufträge können vom Kunden, soweit möglich, kurzfristig noch bis in späte Produktionsphasen geändert werden. Möglich werden soll das durch einen sogenannten „bionischen Scheduler“ zur Koordination der einzelnen Fertigungsaufträge, mit dem hohe Flexibilität und einfache Eingriffsmöglichkeiten bei geringer Fehlertoleranz und niedriger Komplexität gewährleistet werden. Dabei hilft ein Blick in die Natur, wo beispielsweise Ameisen komplexe Aufgaben kollektiv ohne zentrale Steuerung durch das Platzieren von Duftstoffen bewältigen. Diese Art der Selbststeuerung wird nun auf die Industrie übertragen, damit Fertigungsanlagen hochautomatisiert frei gestaltete Bauteile fertigen können: Alle momentan zu erledigenden Arbeitsgänge bilden dabei das Wegesystem ab. Virtuelle Ameisen durchlaufen dieses Wegenetz und legen „digitale Duftstoffe“ ab. Die daraus resultierenden Wegentscheidungen realisieren die Produktionssteuerung. Abhängig von den äußeren Bedingungen (Kundenwünsche, Materialbestände, Maschinenauslastung und -verfügbarkeit, Zulieferer, Auftragspriorität) organisiert sich das Gesamtsystem kontinuierlich neu, ohne dass dabei eine zentrale, planende Instanz mit komplexen Algorithmen erforderlich ist – wie beim Vorbild des Ameisenstaats.

Use Case

Am Beispiel eines frei zu designenden Kaffeevollautomaten soll der Weg von standardisierten hin zu kundeninnovierten Produkten demonstriert werden. Hierzu wird neben einer stationären Demonstrationsplattform an der Technischen Universität München auch ein sogenanntes Public Innovation Lab aufgebaut, das eine Demonstration der Forschungsergebnisse auf Messen und Ausstellungen erlaubt.

Konsortialpartner
TU München (Konsortialführer), BSH Hausgeräte GmbH, Festo Didactic GmbH & Co. KG, Fraunhofer IWU – Projektgruppe RMV, HYVE Innovation Community GmbH

Ansprechpartner
Michael Niehues (Michael.Niehues@iwb.tum.de)
Technische Universität München

www.innocyfer.de

Innovationen mit InnoCyFer

Bisher	Mit InnoCyFer
Kunden können in die finale Gestaltung ihres Produktes entweder nur vor oder nach der Produktion eingreifen (Materialauswahl, Veredelung, etc.).	Durch die enge Verzahnung der Produktionsplanung und -steuerung mit der Open-Innovation-Plattform sind Änderungen auch noch im späten Produktentstehungsprozess möglich. Dabei erhält der Kunde jederzeit Rückmeldung über die Realisierbarkeit seiner Wünsche und die zu erwartenden Termin- und Kostenänderungen.
Berücksichtigung individueller Produktwünsche der Kunden ist nur in vordefinierten Varianten möglich.	Auch komplexe technische Produkte lassen sich durch den Kunden mit Hilfe der Open-Innovation-Plattform individuell und frei gestalten.
Durch starre Produktionssteuerungen sind Fabriken bei unerwartet hoher Nachfrage nur durch komplizierte Eingriffe in die Produktionssteuerung skalierbar.	Die bionische Produktionssteuerung ermöglicht eine schnelle autonome Anpassung des Produktionsprozesses an externe und interne Änderungen.
Kundenindividuelle Fertigung beruht auf einer direkten Beziehung zwischen Kunde (ggf. Zwischenhändler) und Hersteller.	Zusätzlich zum Austausch zwischen Kunde und Hersteller findet über die Open-Innovation-Plattform auch eine Kommunikation zwischen den Kunden statt. In einer solchen Community können Kunden von dem Wissen und den Erfahrungen anderer Kunden profitieren.
Hersteller besitzen nur sehr geringe Möglichkeiten, von dem Kreativitäts- und Innovationspotenzial ihrer Kunden zu profitieren.	Die kollektive Intelligenz eines großen Kundenstammes (Open Innovation) kann dem Hersteller behilflich sein, neue Designs zu entwickeln und damit sein Produktportfolio ohne hohen Forschungs- und Entwicklungsaufwand zu erhöhen.

InSA

Integrierte Schutz- und Sicherheitskonzepte in cyber-physikalischen Arbeitsumgebungen

Schutz- und Sicherheitskonzepte für die Zusammenarbeit von Mensch und Roboter in gemeinsamen Arbeitsbereichen

Kurzsteckbrief

Im Projekt InSA werden bisher voneinander unabhängige Arbeitsbereiche von Mitarbeitern in der Produktion und von Robotersystemen mit Hilfe von Sensorik überwacht, um Sicherheitsvorkehrungen aufeinander abzustimmen. Das System registriert aktuelle Tätigkeiten und beurteilt anhand des Kontextes und der jeweiligen Situation das Gefährdungspotenzial, das z. B. für Mitarbeiter durch die Bewegungen eines Roboters entstehen kann. Ziel sind die technische Standardisierung solcher kontextorientierter Schutzsysteme und ihre Integration in intelligente Produktionsumgebungen. Damit soll die Wirtschaftlichkeit von Industrierobotern in gemischten Arbeitsumgebungen verbessert werden.

Herausforderung

Roboter und Menschen werden in der Fabrik der Zukunft eng zusammenarbeiten. Bisher findet aus Sicherheitsgründen eine saubere Trennung, z. B. durch entsprechende Sicherheitszäune, zwischen robotischen und menschlichen Arbeitsplätzen statt. Dabei wäre eine enge Zusammenarbeit beider für eine effiziente und reibungslose Produktion enorm hilfreich. Und wenn heute doch Mensch und Maschine zusammenarbeiten, stoppt der Roboter sofort, sobald eine gefährliche Situation erkannt wird. Das hat Folgen. Die Produktion stockt oder kommt ganz zum Erliegen. Was fehlt, sind neue Schutzkonzepte, die eine enge Zusammenarbeit beider Akteure erlauben und den produktiven Betrieb möglichst wenig stören.

Ziel

Im Rahmen des Projekts InSA erarbeiten Forscher ein umfassendes Schutzmodell, das den Benutzer eines Roboters und dessen Kontext, seine Umgebung, seine Tätigkeiten und seine Interaktion einschließt. Das System registriert aktuelle Tätigkeiten und beurteilt anhand des Kontextes und der jeweiligen Situation das Gefährdungspotenzial, das z. B. für Mitarbeiter durch die Bewegungen eines Roboters entstehen kann. Ziel sind die technische Standardisierung solcher kontextorientierter Schutzsysteme und ihre Integration in intelligente Produktionsumgebungen. Damit soll die Wirtschaftlichkeit von Industrierobotern in gemischten Arbeitsumgebungen verbessert werden.

Technologien

Ermöglicht wird das durch das intelligente Zusammenspiel verschiedenster Sensorsysteme (Magnetfeldsensoren, Stereokameras, Laserscanner, RFID, Berührungssensoren). Dafür wird der Arbeiter mit einer speziellen Sensorkleidung ausgestattet und von Stereokameras und Laserscannern im Raum erfasst. Anhand der so gewonnenen Informationen errechnet das System Risiken und veranlasst Schutzmaßnahmen, etwa indem ein schwerer Greifarm vor einem ungünstig vorbeilaufenden Arbeiter zurückweicht. Ebenso werden, wenn es der Sicherheit dient, Werkzeuge, wie etwa Schweißgeräte, von dem Roboter anders eingesetzt, Geschwindigkeiten reguliert und Bewegungsabläufe angepasst. Oberste Maxime ist, Mitarbeiter zu keiner Zeit zu gefährden. Die Schutzmechanismen müssen gewissermaßen vorausahnen, was passieren könnte.

Das Projekt geht zudem über die sichere Mensch-Maschine-Interaktion hinaus und befasst sich auch mit der Arbeitsprozessgestaltung und der Akzeptanz von Robotern in der direkten Zusammenarbeit mit dem Menschen. Weiterhin wird versucht, normierte Softwarearchitekturen sowie vorhandene Kommunikations- und Interoperabilitätsstandards zu nutzen, um die neuen Schutzkonzepte möglichst einfach in vorhandene einfügen zu können.

Use Case

Die neuartigen Schutzkonzepte werden in zwei Szenarien demonstriert. Im ersten Szenario arbeiten Mensch und Roboter in der Montage eng miteinander zusammen. Die Bestückung erfolgt durch den Arbeiter, der vorgefertigte Teile an den Roboter zur weiteren Montage übergibt. Hierbei überlappen sich die Arbeitsbereiche von Mensch und Maschine, verlässliche Schutzsysteme sind daher zwingend erforderlich. Das zweite Szenario widmet sich der Wartung industrieller Anlagen. Hierbei betritt der Monteur den Arbeitsbereich von Industrierobotern, die in der Regel nicht für eine Mensch-Roboter-Kooperation vorgesehen sind. Damit ergeben sich deutlich höhere Gefährdungspotenziale als im ersten Szenario, allerdings sind diese zeitlich begrenzt.

Um in beiden Fällen die Produktion so effizient wie möglich zu gestalten, sollte der Roboter zu keiner Zeit stillgelegt werden müssen oder in seiner Tätigkeit zu sehr eingeschränkt werden. Um dies zu gewährleisten, spielt die sensorbestückte Kleidung des Arbeiters eine zentrale Rolle, weil sie im Zusammenspiel mit am Arbeitsplatz integrierten Sensoren Bewegung und Position des Arbeiters exakt erfasst. Anhand dieser Informationen reagiert der Roboter, damit sein Kollege Mensch nicht verletzt wird.

Konsortialpartner
neusta mobile solutions GmbH (Konsortialführer), Hubert Schmitz GmbH, ThyssenKrupp System Engineering GmbH, Universität Bremen

Ansprechpartner
Prof. Dr. Michael Lawo (m.lawo@neusta.de)
neusta mobile solutions GmbH

www.insa-projekt.de

Innovationen mit InSA

Bisher	Mit InSA
Mensch und Roboter arbeiten an industriellen Arbeitsplätzen kaum zusammen.	Die exakte Gefahrenerkennung und ein umfassendes Schutzkonzept ermöglichen die Kooperation von Mensch und Roboter in Anwendungsgebieten.
Sicherheitskonzepte in der Produktion und Fertigung werden in der Regel für jede einzelne Komponente mit Gefahrenpotenzial individuell entwickelt und implementiert.	Sicherheitskonzepte für Arbeiter, Maschinen, Anlagen und Prozesse werden vernetzt. Es entsteht ein ganzheitlicher Schutz am Arbeitsplatz.
Aktuelle Schutzkonzepte separieren in der Regel die Arbeitsbereiche von Mensch und Roboter, so dass ein Zusammenarbeiten nicht möglich wird.	Mensch und Roboter werden enger und dennoch sicher zusammenarbeiten können.
Wo sich Mensch und Roboter in der Fabrik bereits begegnen, behindern Schutzmechanismen beim Auftreten von Gefahren den Betrieb, weil Roboter langsamer oder abgeschaltet werden müssen.	Gefahrenpotenziale werden sehr früh erkannt. Entsprechende Schutzmechanismen können dadurch so gesteuert werden, dass der normale Arbeitsablauf von Mensch und Maschine möglichst wenig eingeschränkt wird.
Die detaillierte Erkennung von menschlichem Verhalten am Arbeitsplatz weist derzeit noch nicht die in einer industriellen Umgebung geforderte Robustheit auf.	Durch den gleichzeitigen Einsatz verschiedenster Sensorsysteme (Magnetfeldsensoren, Stereokameras, Laserscanner, RFID, Berührungssensoren) werden eine robuste Erkennung und ein umfassendes Schutzkonzept möglich.
Bisher nur sehr wenige zertifizierte Schutzmaßnahmen für eine sichere Mensch-Roboter-Kooperation, die hauptsächlich auf dem Einsatz von Laserscannern beruhen.	InSA strebt als Zertifizierungsvorbereitung weitere Schutzkonzepte an und erweitert so das Spektrum an zur Verfügung stehender Sensorik. Damit erschließen sich deutlich mehr Anwendungsbereiche für eine sichere Mensch-Roboter-Kooperation als bisher.

InventAIRy

Identifikation mit autonomen Flugrobotern

Inventur von Lagerbeständen mit autonomen Flugrobotern

Kurzsteckbrief

Ziel des Projekts InventAIRy ist ein System zur automatischen Lokalisierung und Inventarisierung von Lagerbeständen mit Hilfe autonomer Flugroboter. Die Sensorik des Systems sorgt dafür, dass der Flugroboter seine Umgebung selbständig wahrnehmen und analysieren kann, um darauf basierend durch ein Lager zu navigieren, logistische Objekte zu erfassen und eine Inventur durchzuführen. Das System soll sowohl für Innen- als auch Außenlager einsetzbar und leicht mit existierenden Lagerverwaltungssystemen vernetzbar sein.

Herausforderung

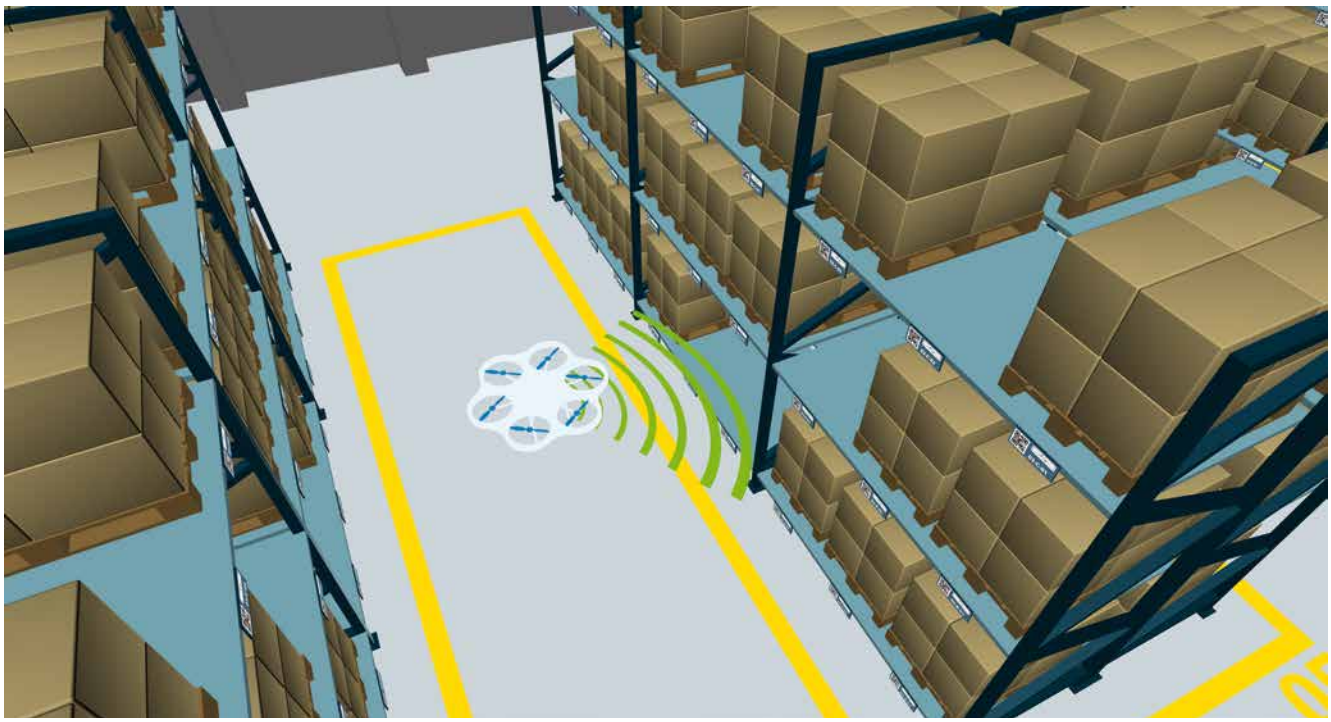
Inventuren sind notwendig, um Lagerbestände zu überprüfen, und zudem an gesetzliche Bestimmungen gebunden. Oft werden für das zeitaufwendige Verfahren Aushilfskräfte beschäftigt. Dies ist mitunter kostenintensiv und kann zu Fehlern führen. Neben den Personalkosten erzwingt eine manuelle Inventur auch den Stillstand eines großen Teils des Lagerbetriebs. Daran ändert auch der Einsatz von Barcodes oder RFID-Chips wenig, die auch manuell erfasst werden müssen. Ideal wäre, diesen fehlerträchtigen Prozess automatisiert und permanent ablaufen zu lassen.

Ziel

Das Projekt InventAIRy verfolgt das Ziel, einen autonomen Flugroboter zu entwickeln, der dank eingesetzter Sensorik in der Lage ist, eigenständig durch Lager zu navigieren und Inventuren durchzuführen. Neu ist, dass er Objekte sowohl in Lagern als auch im Außenbereich lokalisieren sowie über Barcodes oder RFID-Chips erfassen kann. Flugroboter bieten den Vorteil, dass sie sich in alle Richtungen bewegen können und somit auch schwer erreichbare Stellen, etwa in Hochregallagern, erreichen und unabhängig von Hindernissen am Boden agieren können. Durch den koordinierten Einsatz mehrerer Flugroboter lassen sich auch umfangreiche Materialbestände in kürzester Zeit erfassen. Eine Anbindung an das Lagerverwaltungssystem erlaubt eine automatische drahtlose Übertragung der erfassten Daten in übergeordnete Softwaresysteme. Damit wird im Vergleich zu herkömmlichen Inventuren nicht nur immens Zeit gespart, sondern Fehlerfassungen werden auch drastisch vermindert. Weiterer Vorteil: Durch die Flugroboter können Lager kontinuierlich überwacht und somit Materialengpässe frühzeitig erkannt und beseitigt werden, bevor es zu Produktionsausfällen kommt.

Technologien

In dem Projekt werden verschiedene Problemstellungen angegangen: Das Design robuster Roboter, eine zuverlässige



Umwelterkennung sowie intelligente Software zur Routenplanung und Koordination von Flugrobotern. Damit die Lösung auch für kleine und mittlere Unternehmen attraktiv ist, wird bewusst auf die Installation einer kostenintensiven lokalen Infrastruktur zur Orientierung der Roboter verzichtet. Machbar wird das durch intelligente Algorithmen, die es den Flugrobotern erlauben, völlig autonom Karten der Lagerhallen zu erstellen und diese bei Veränderungen eigenständig anzupassen. Basis hierfür sind Ultraschallsensoren, 3D-Kameras sowie Laserscanner. Deren Kombination macht es erst möglich, dass die Roboter ihre Arbeit zuverlässig bei schwierigen Umweltverhältnissen in Innen- und Außenlagern erledigen.

Use Case

InventAIRy wird die automatisierte Inventur in den Logistikbereichen der Automobil-, Ersatzteil- und Stahlindustrie sowie im Speditionsgewerbe demonstrieren. Besondere Herausforderungen stellen sich hier durch heterogene Lagerstrukturen sowie den kombinierten Einsatz im Innen- und Außenbereich.

Konsortialpartner

Fraunhofer IML (Konsortialführer), Aibotix GmbH, Panopa Logistik GmbH, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Spedition Wiedmann GmbH & Co. KG

Ansprechpartner

Marco Freund (marco.freund@iml.fraunhofer.de)
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML)

www.inventairy.de

Innovationen mit InventAIRy

Bisher	Mit InventAIRy
Inventuren werden in der Regel manuell durchgeführt, was mit entsprechend hohen Kosten und unvermeidlichen Dokumentationsfehlern verbunden ist.	Eine automatische Inventur mit autonomen Robotern kann, einmal etabliert, langfristig kosteneffizient und mit hoher Zuverlässigkeit durchgeführt werden.
Lagerbestände werden nur in bestimmten Zeitabständen inventarisiert, Unstimmigkeiten werden dadurch oft erst spät entdeckt.	InventAIRy ermöglicht die kontinuierliche Überwachung und Inventarisierung von Lagerbeständen. Abweichungen von den gewünschten und erwarteten Kapazitäten können unmittelbar behoben werden.
Das Fehlen allgemeiner Richtlinien erschwert derzeit den kommerziellen Einsatz von Flugrobotern in Lager- oder Produktionshallen.	Vorschläge für Richtlinien und Arbeitsvorschriften für den Einsatz autonomer Flugroboter werden anhand praxisnaher Anwendungsfälle zur Verfügung stehen und erleichtern die Erarbeitung rechtlicher Rahmenbedingungen.
Derzeitige Ansätze für eine automatisierte Inventur benötigen in der Regel spezielle Infrastrukturen, die, wenn Lagerhallen vergrößert werden, nur mit hohen Kosten und zusätzlichem Aufwand skalierbar sind. Vor allem für KMU ist ein solches System nur schwer finanzierbar.	Durch neue Objekterkennungs- und Lokalisierungsstrategien sind automatisierte Inventuren ohne eigens dafür installierte Infrastrukturen auch in neuen und sich erweiternden Lagerbeständen möglich.
Automatisch erhobene Inventurdaten erfordern eine zusätzliche Softwareentwicklung zur Integration der Daten in bestehende Lagerverwaltungssysteme.	Smarte Schnittstellen zu Lagerverwaltungssystemen erlauben eine nahtlose Datenintegration in bestehende Softwareinfrastrukturen ohne zusätzliche Individualentwicklungen.

MANUSERV

Vom Manuellen Prozess zum industriellen Serviceroboter

Planungs- und Entscheidungsunterstützung bei der Auswahl industrieller Serviceroboter

Kurzsteckbrief

MANUSERV will ein System zur Planungs- und Entscheidungsunterstützung entwickeln, um bislang manuell durchgeführte Prozesse mit Hilfe von Servicerobotern zu automatisieren. Dabei geht es sowohl um die technologische Realisierbarkeit als auch um die ökonomische Sinnhaftigkeit. Das System unterstützt die Auswahl des am besten geeigneten Serviceroboters sowie dessen Programmierung bis hin zur virtuellen Inbetriebnahme. Die Lösung soll für Anwender als Dienst über eine Internetplattform angeboten werden. Dort stellen Anbieter ihre Servicerobotik-Lösungen in einem Technologiekatalog zur Verfügung, der auch planungstechnische Beschreibungen von Fähigkeiten der Produkte und Roboter beinhaltet.

Herausforderung

In der industriellen Fertigung sind Roboter heute unentbehrlich. Doch sie können mehr als nur an Ort und Stelle stehend vordefinierte Aufgaben erledigen. Roboter werden selbständig und erfüllen klassische Service-Aufgaben, um Menschen bei der Arbeit zu unterstützen. Das Problem: Auf dem Weg in die Praxis kommen die neuen Technologien noch wenig voran. Obwohl es erste Produktansätze gibt, sind tatsächliche Anwendungen noch wenig vorhanden.

Der Grund liegt in mangelndem Wissen über die Möglichkeiten der Übertragbarkeit von manuellen Prozessen auf Serviceroboter und der Angst vor hohen Implementierungskosten. Auf der anderen Seite fehlen Entwicklern und Anbietern von Servicerobotik-Applikationen Informationen zu den manuell ausgeführten Prozessen, die sich für eine (Teil-)Automatisierung eignen. Wissenslücken, durch die gerade kleine und mittlere Unternehmen, aber auch Agrarbetriebe Effizienzpotenziale ungenutzt lassen.

Ziel

Daher soll im Rahmen des Projekts MANUSERV ein Planungs- und Entscheidungsunterstützungssystem entwickelt werden, das Anwender und Entwickler von Servicerobotik-Applikationen bei der Analyse und Beschreibung der Arbeitsprozesse, der Handlungsplanung, der Auswahl geeigneter Serviceroboter sowie der Bewertung, Kostenabschätzung, Realisierung und Programmierung einer Lösung unterstützt.

Technologien

Um dieses Ziel zu erreichen, werden moderne Verfahren der Arbeitswissenschaften mit neuen Methoden der Handlungsplanung und -simulation sowie der Roboterprogrammierung kombiniert. Ergebnisse sowie konkrete Planungs- und Entscheidungshilfen, etwa ein Technologiekatalog oder Handlungsbibliotheken, werden Unternehmen über ein Internetportal zur Verfügung gestellt, über das auch Anbieter und Anwender servicerobotischer Komponenten zusammengeführt werden.

Use Case

Funktion und Vorteile von MANUSERV werden anhand von drei praktischen Anwendungsszenarien getestet, evaluiert und optimiert. Im Anwendungsszenario „Hybride Montage mit Leichtbaurobotern“ liegt der Fokus nicht auf der vollständigen Automatisierung eines manuellen Prozesses, sondern auf der aktiven Unterstützung von Mitarbeitern bei der Montage von Haustechnikgeräten und -systemen. Dementsprechend werden die Projektarbeiten und -ergebnisse bei diesem Anwendungsszenario stark

auf die Themen Mensch-Roboter-Interaktion und Einbeziehung von Sicherheits- und Überwachungssystemen sowie auf die Koordinierung manueller und automatisierter Prozessschritte ausgerichtet sein.

Ein weiteres Anwendungsszenario dreht sich um das autonome Rüsten und Instandhalten von Hochleistungsstreckblasmaschinen für PET-Flaschen. Dieses Szenario ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass die Produktion für diese Prozesse unterbrochen wird. Deshalb sollen Serviceroboter eingesetzt werden, um Instandhaltungs-, Rüst- oder Produktwechselzeiten (z. B. Dornwechsel im Heizmodul, Formwechsel im Blasmodul) zu optimieren.

Ein drittes Anwendungsszenario wird beim flexiblen Robotereinsatz in der Landwirtschaft umgesetzt. In der Landwirtschaft, vor allem im Bereich des Melkens, gibt es einen starken Trend zur Automatisierung. Es gibt jedoch noch viele nicht automatisierte Prozesse, beispielsweise im Viehtrieb sowie in der Liegeplatzreinigung und Melkkarussellreinigung. Diese sollen im Rahmen des Projektes analysiert werden. Robotiklösungen kommen dem Gemüt der Tiere entgegen: Kühe sind Gewohnheitstiere, die geregelte Abläufe bevorzugen. Auch aus Sicht der Mitarbeiter ist die Unterstützung durch Serviceroboter eine große Entlastung. Dazu werden in dem Projekt bisher nicht automatisierte komplexe und körperlich anstrengende Tätigkeiten auf Roboter übertragen.

Konsortialpartner
RIF e. V. – Institut für Forschung und Transfer (Konsortialführer), KHS Corpoplast GmbH, Albrecht Jung GmbH & Co. KG, GEA Farm Technologies GmbH, Icarus Consulting GmbH

Ansprechpartner
Frank Heinze (Frank.Heinze@rif-ev.de)
RIF e. V. – Institut für Forschung und Transfer

www.manuserv.de

Innovationen mit MANUSERV

Bisher	Mit MANUSERV
In der industriellen Servicerobotik sind zwar erste Produktansätze, aber noch keine breiteren Anwendungen sichtbar.	Lösungen der industriellen Servicerobotik können auf ein breiteres Anwendungsfeld übertragen werden.
Hoher zeitlicher und finanzieller Aufwand für Planung und Umsetzung von Lösungen für die industrielle Servicerobotik, der KMU oftmals überfordert.	Die automatisierte Auswahl geeigneter Technologien reduziert den Aufwand für die Planung und die Umsetzung von industriellen Servicerobotik-Lösungen deutlich und macht sie für KMU beherrschbar.
Informationen zu Anwendungsszenarien und verfügbaren Lösungen im Bereich industrieller Servicerobotik sind für potenzielle Anbieter und Anwender schwer zugänglich.	Informationen über Anwendungsszenarien und technische Lösungen können zentral und katalogisiert über ein Internetportal zur industriellen Servicerobotik abgerufen werden.
Es besteht Unklarheit darüber, welche manuellen Prozesse auf Serviceroboter übertragbar sind.	Anwender erhalten auf Grundlage eines standardisiert beschriebenen manuellen Prozesses und von Handlungsbibliotheken Handlungsempfehlungen zur (Teil-)Automatisierung.
Es fehlen Standards zu Verfahren und Methoden, welche die Planung von manuellen Arbeitsgängen, die in (teil-)automatisierte Prozesse überführt werden sollen, optimal unterstützen.	MANUSERV basiert auf dem Standard MTM zur Beschreibung manueller Arbeitsprozesse (Arbeitsablauf-Zeitanalyse), der um automatisierungstechnische Einflussgrößen erweitert wird.
Um Systemlösungen zu testen, sind Hardwareinvestitionen nötig.	Eine ausgewählte Systemlösung kann virtuell in Betrieb genommen werden, ohne Hardwareinvestitionen zu tätigen.
Eine umfassende ökonomische Bewertung von Servicerobotik-Lösungen ist erst nach Implementierung, Inbetriebnahme und Tests des Systems möglich.	Die Planungs- und Entscheidungsunterstützung umfasst neben der technologischen Realisierbarkeit auch die Bewertung ökonomischer Kriterien.
Die Programmierung von Servicerobotern für einen bestimmten Prozess stellt insbesondere für KMU ein Hemmnis dar.	Die Programmierung von Servicerobotern wird weitgehend automatisiert durchgeführt.

motionEAP

System zur Effizienzsteigerung und Assistenz bei Produktionsprozessen in Unternehmen auf Basis von Bewegungserkennung und Projektion

System zur Effizienzsteigerung und Assistenz bei Produktionsprozessen

Kurzsteckbrief

Im Projekt motionEAP wird ein System zur Effizienzsteigerung und Assistenz bei Produktionsprozessen in Unternehmen auf Basis von Bewegungserkennung und -projektion entwickelt. Per Kamera und Abstandssensor erfasst das System die Aktionen des Mitarbeiters und weist ihn auf Probleme und Verbesserungspotenziale hin. Neben der technischen Entwicklung liegt ein Schwerpunkt des Projektes auf psychologischen und arbeitsethischen Fragen, die sich aus den neuen Interaktionsformen ergeben.

Herausforderung

Permanente Qualitätskontrolle und IT-gestützte Hilfen bei einzelnen Arbeitsschritten sind Industriearbeitern längst vertraut. Bestehende Assistenzsysteme setzen aber etwas spät ein. Etwa, wenn die fertige Schweißnaht überprüft wird und dabei Fehlstellen zutage treten. Besser wäre es, einen Arbeiter unmittelbar bei seiner Arbeit darauf hinzuweisen, dass er im Begriff ist, einen Fehler zu begehen. Teure Nachbesserungen und Ausschuss ließen sich vermeiden und nebenbei die Motivation des Mitarbeiters erhöhen, weil er verlässlich gute Arbeit abliefert.

Ziel

An einem solchen neuartigen Assistenzsystem arbeiten Forscher im Projekt motionEAP: Erarbeitet werden soll eine kontextbewusste und prozessintegrierte Assistenz. Das heißt, die Arbeitsschritte des Mitarbeiters werden sensor- und videogestützt ausgewertet, wodurch Probleme oder Fehler sofort erkannt werden. Das kann ein falscher Montageschritt, aber auch eine unergonomische Körper- oder Handhaltung sein. Das System projiziert dann einen entsprechenden Hinweis in das Sichtfeld des Arbeiters. motionEAP ist nicht nur für die schnelle Einarbeitung in neue Produktionsabläufe gedacht – es soll auch ältere und leistungsgeminderte Werker entsprechend ihres Leistungsvermögens unterstützen. Um zugleich Motivation und Arbeitszufriedenheit zu steigern, wird die Integration spielerischer Elemente erprobt.

Technologien

Bei der Umsetzung des Ziels gibt es eine Reihe von Herausforderungen: Zunächst müssen bekannte Methoden der optischen Bewegungs- bzw. Objekterkennung mit Videokameras und Tiefensensoren an die Anforderungen in Produktionsumgebungen angepasst werden. Neben der Motorik des Körpers sollen zudem über eine Analyse der Gesichtsmimik auch die Emotionen des Werkers erkannt werden. Auf diese Weise könnten vor allem fehleranfällige Stresssituationen erkannt bzw. vermieden werden. Dabei dürfen Kameras und Sensoren weder Werker noch Materialfluss behindern. Eine weitere Herausforderung: Aus Sicherheitsgründen sollen bei der Projektion in den Arbeitsbereich keine Laserprojektoren eingesetzt werden, sondern lichtschwächere LED-Geräte, die entsprechend optimiert werden müssen.

Eine ebenso große Bedeutung wie diese technischen Fragestellungen haben arbeits- und motivationspsychologische Aspekte. Es ist eine zentrale Anforderung des Projekts, einzelne Werker durch das Assistenzsystem weder zu unterfordern noch zu überfordern. Die fachlichen und kognitiven Stärken und Schwächen sollen während der begleiteten Montage- oder Kommissioniertätigkeit über eine Analyse der Bewegungen und des Gesichtsausdrucks erkannt werden, so dass sich die Hinweise des Systems an der momentanen Befindlichkeit ausrichten können: Einerseits soll es keine Bevormundung durch zu viele Meldungen geben, andererseits sollen unnötige Fehler vermieden werden. Grundlage dieser Arbeiten sind etablierte Modelle der

Arbeitspsychologie. Im Projekt soll zudem erstmals erprobt werden, wie sich spielerische Elemente und Methoden in industrielle Assistenzsysteme integrieren lassen (Gamification) und wie auf diese Weise Arbeitsfreude und Motivation beeinflusst werden können.

Eine eigenständige ethische Begleitung des Projekts sorgt dafür, dass Aspekte wie Datenschutz oder persönliche Autonomie und Privatheit am Arbeitsplatz während des Vorhabens berücksichtigt werden.

Use Case

Der Ansatz von motionEAP wird anhand von mehreren Einsatzszenarien im Automobilbau und in Behindertenwerkstätten erprobt. Erstes Szenario ist ein Trainings- und Fortbildungssystem für Montagearbeitsplätze, das per Videokamera und Infrarottiefensensor die individuellen Leistungsdaten des Anwenders erfasst und das System darauf ausrichtet. In den nachfolgenden Szenarien wird der Anwender dann über eine Projektion direkt am Arbeitsbereich (in-situ) auf etwaige Fehler hingewiesen. Im zweiten Szenario wird das System in einen Fertigungsarbeitsplatz integriert, an dem auch häufige Produktwechsel zugelassen sind. Dabei sollen komplexe Bewegungsabläufe der Hände und Arme erkannt werden, und es sollen auch verschiedene Bewegungsstile, etwa unterschiedlich schnelle Handbewegungen, zugelassen werden. Im dritten Szenario werden Bauteile als Vorarbeit einer Montage zusammengestellt. Anders als bei heutigen Pick-by-Light-Systemen wird der Mitarbeiter nicht nur mit Lichtsignalen auf den jeweiligen Lagerort der Teile aufmerksam gemacht, sondern auch auf Fehlgriffe hingewiesen. Im letzten Szenario werden schließlich mehrere Werker in einer Montagezelle, also dem Zusammenschluss mehrerer Montagetische, unterstützt.

Konsortialpartner
Audi AG (Konsortialführer), BESSEY Tool GmbH & Co. KG, GWW GmbH, Hochschule Esslingen, KORION GmbH, Schnaithmann Maschinenbau GmbH, Universität Stuttgart

Ansprechpartner
Klaus Klein (klaus.klein@audi.de)
Audi AG

www.motioneap.de

Innovationen mit motionEAP

Bisher	Mit motionEAP
Assistenzsysteme in der Montage ermöglichen nur eine nachträgliche Qualitätskontrolle eines Kommissionierungs- oder Montageschritts.	Frühzeitige prozessintegrierte Erkennung falscher Bewegungen des Werkers. Das Assistenzsystem ist „kontextbewusst“.
Meist kein prozessintegriertes Feedback.	Spezifisches prozessintegriertes Feedback mit Hinweisen, wo der Fehler lag und wie er vermieden werden kann.
Assistenzsysteme in der Montage gehen kaum auf die individuellen Fähigkeiten des Arbeitnehmers ein.	Die fachlichen und kognitiven Fähigkeiten des Arbeiters werden individuell berücksichtigt. Hierdurch können insbesondere ältere und leistungsgeminderte Personen anspruchsvollere Tätigkeiten in der Montage ausüben.
Die konkrete körperliche und geistige Belastung eines Montagearbeiters kann nur mit hohem Personaleinsatz festgestellt werden.	Der Stresszustand des Arbeiters wird automatisch erfasst und vom Assistenzsystem berücksichtigt. Ebenso werden unergonomische Haltungen erkannt und Verbesserungen vorgeschlagen.
Die repetitiven Tätigkeiten in der Montage können zu Ermüdung und Langeweile führen, welche wiederum zusätzliche Fehler bedingen.	Spielerische Elemente helfen, gegen Ermüdung, Langeweile aber auch Stress vorzubeugen.

OPAK

Offene Engineering-Plattform für autonome mechatronische Automatisierungskomponenten in funktionsorientierter Architektur

3D-gestützte Engineering-Plattform für die intuitive Entwicklung und effiziente Inbetriebnahme von Produktionsanlagen

Kurzsteckbrief

Das Projekt OPAK zielt auf die Entwicklung einer 3D-gestützten Engineering-Plattform für die intuitive Planung, Entwicklung und Inbetriebnahme von Produktionsanlagen. Dabei kann die Anlage zunächst herstellerunabhängig anhand rein funktionaler Beschreibungen von Standardkomponenten der Automatisierungstechnik geplant werden. Erst später erfolgt die Unterlegung durch konkrete Komponenten mit den gewünschten spezifischen Leistungsmerkmalen jeweiliger Anbieter.

Herausforderung

In modernen Produktionsanlagen werden die Komponenten zunehmend miteinander, aber auch mit anderen Teilen der gesamten Wertschöpfungskette vernetzt. Einzelne Komponenten werden mit immer mehr Sensorik und Motorik ausgestattet, erhalten eine eigene Intelligenz und kommunizieren selbständig mit anderen Komponenten. So steigt durch die erhöhte Komplexität auch der Kosten- und Zeitaufwand bei ihrer Planung, Inbetriebnahme und Wartung.

Ziel

Das soll einfacher durch „Plug-and-Produce“ geschehen – das ist das Ziel des Projektes OPAK. Entwicklern und Betreibern einer Anlage soll künftig ein Assistenzsystem zur Verfügung gestellt werden, mit dem sie weniger abstrakt sondern über eine 3D-gestützte Engineering-Oberfläche planen, entwickeln, warten und erweitern können.

Technologien

Im Fokus steht dabei die Standardisierung von Schnittstellen sowohl der Anlagenkomponenten und ihrer mechatronischen Schnittstellen als auch der Anbindungen zwischen Hard- und Software. Dieser Ansatz erlaubt echtes Plug-and-Produce, durch das individuelle Komponenten herstellerübergreifend zu einem Gesamtsystem vereint werden können, ohne dass spezielle Anpassungen notwendig sind. Die Funktionen der einzelnen Komponenten werden standardisiert beschrieben, und zwar so, dass sie deren physikalischen Fähigkeiten entsprechen, was dem Konstrukteur entgegenkommt. So bestimmt er z. B. direkt die Fahrwege von mechatronischen Achsen oder Förderbändern, statt sie IT-gerecht zu beschreiben. Das übernimmt OPAK, indem der entsprechende Programmcode für die Maschine im Hintergrund automatisch erzeugt wird. Über eine 3D-Visualierung kann der Konstrukteur die Auswirkungen seiner Änderungen direkt verfolgen und die Anlage optimieren. Der Anlageningenieur kann sich durch diesen Fortschritt vollständig auf das Programmieren der Anlage konzentrieren. Vorteil: So können nicht nur Steuerungsprogramme einfacher geschrieben werden, sondern die Anlage kann bereits virtuell, am Rechner, getestet werden, was deutlich Kosten spart.

Use Case

Die Ergebnisse des Projektes werden in vier Anwendungen aus den Bereichen Forschung, Industrie und Bildung demonstriert. Am Beispiel der Asys-Unternehmensgruppe und der Festo AG soll die Praxistauglichkeit der geplanten Softwarearchitekturen im industriellen Produktionsbetrieb getestet werden. Anhand spezifischer mechatronischer Elemente, wie z. B. Greifer, Förderbänder, Pneumatikzylinder und elektrische Linearachsen, wird das einfache

Zusammenstellen einer Produktionsanlage demonstriert werden.

Die dadurch deutlich vereinfachte Planung und Inbetriebnahme von Produktionsanlagen wird auch in der Lemgoer Modellfabrik der Hochschule Ostwestfalen-Lippe und einem modularen Produktionssystem bei Festo Didactic demonstriert werden. Dadurch erschließen sich neue Möglichkeiten in der Forschung sowie Aus- und Weiterbildung, da die Konzeption von Produktionsanlagen nun keine speziellen Programmierkenntnisse mehr voraussetzt. Die 3D-Visualierungen erlauben darüber hinaus, dass Personal an verschiedenen Anlagen schnell und unkompliziert geschult werden kann.

Konsortialpartner
Festo AG & Co. KG (Konsortialführer), ASYS Automatisierungssysteme GmbH, elrest Automationssysteme GmbH, Festo Didactic GmbH & Co. KG, fortiss GmbH, Hochschule Ostwestfalen-Lippe (inIT), 3S-Smart Software Solutions GmbH

Ansprechpartner
Johannes Hoos (hojo@de.festo.com)
FESTO AG & Co. KG

www.opak-projekt.de

Innovationen mit OPAK

Bisher	Mit OPAK
Bei der Entwicklung und Inbetriebnahme von Produktionsanlagen stehen die einzelnen Komponenten im Mittelpunkt. Der Anlageningenieur muss diese einzeln verstehen, programmieren und warten können. Mit steigender Komplexität und Zahl an Komponenten steigen das erforderliche Fachwissen sowie der Aufwand für die Integration und den Betrieb.	Ausgestattet mit intuitiv zu bedienenden Planungs- und Entwicklungstools, kann der Aufwand für das Planen, Testen, die Inbetriebnahme und das Anpassen komplexer Produktionsanlagen deutlich reduziert werden.
Hochgradig spezialisierte Informations- und Netzwerktechnik muss vom Anlagenbetreiber und -installateur beherrscht werden, um die Anlagensteuerung zu programmieren.	Assistenzsysteme verbergen technische Details der Informationstechnik. Dadurch lassen sich Probleme leichter lösen und Optimierungen besser umsetzen.
Der Konstrukteur einer Produktionsanlage muss sich heute vor allem mit abstrakten, von Hersteller zu Hersteller unterschiedlichen Steuerungsprogrammen und In-/Outputsignalen befassen, um Komponenten anzusteuern.	Standards in der Fähigkeitsbeschreibung von Komponenten sowie ein einheitliches Kommunikationsprotokoll erlauben, sich auf die Auswahl der richtigen Komponenten im Hinblick auf die gewünschte Funktionalität der Gesamtanlage zu konzentrieren. Software-Werkzeuge erleichtern das Schreiben spezifischer Steuerprogramme.
Aufgrund herstellerspezifischer Schnittstellen ist die Verkabelung, Verschlauchung und elektronische Anbindung verschiedener Komponenten noch sehr aufwendig.	Der Aufwand für die Konfiguration und Systemintegration wird durch einheitlich definierte Hardwareschnittstellen deutlich reduziert.
Die Pläne einer zu installierenden Anlage sind sehr abstrakt und haben wenig mit dem Erscheinungsbild der eigentlichen Anlage gemein. Dadurch lassen sich Änderungen und Optimierungen nur mit Expertenwissen durchführen.	Anlagen können mit einer 3D-Visualisierungssoftware geplant werden, die die Anlage sehr realitätsnah darstellt. Damit lassen sich Änderungen und Anpassungen auch ohne Spezialwissen durch den Anlageningenieur und Produktionstechniker vornehmen. Alle Akteure der gesamten Wertschöpfungskette vom Gerätehersteller bis zum Betreiber haben damit die gleiche intuitive Sicht auf die zu planende Anlage.
Eine durchgehende Dokumentation des Produktionsbetriebes ist mit heterogenen Anlagen zurzeit nur mit hohem Aufwand möglich.	Aufgrund der Standarisierung kann die gesamte Produktion einheitlich und in Echtzeit erfasst und dokumentiert werden. Damit lassen sich Optimierungen und Anlagenumbau deutlich einfacher und ressourcensparender vornehmen.

ReApp

Wiederverwendbare Roboterapplikationen für flexible Roboteranlagen, basierend auf ROS-Industrial

Plug-and-Play-Integration von Robotern in der Industrieautomatisierung

Kurzsteckbrief

In ReApp werden standardisierte Schnittstellen zur herstellerübergreifenden Integration von Soft- und Hardware für Robotersysteme definiert. Zusammen mit einem Katalog wiederverwendbarer intelligenter Dienste (Robotik-Apps) und einer modellgetriebenen Entwicklungsumgebung sollen sich Robotersysteme schneller und kostengünstiger an spezifische Anforderungen vor allem kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) anpassen lassen. Der flexible und wirtschaftliche Einsatz von Robotersystemen soll so auch für KMU in der Fertigung, Montage und Logistik möglich werden.

Herausforderung

Robotergestützte Automatisierungssysteme werden zunehmend komplexer. Der Kosten- und Zeitaufwand für deren Programmierung, Integration, Wartung und Anpassung übersteigt die eigentlichen Komponentenkosten um ein Vielfaches. Dadurch ist der Einsatz robotergestützter Automatisierungssysteme für kleine Stückzahlen, wie sie vor allem bei KMU zu finden sind, nicht wirtschaftlich realisierbar. Zwar gibt es in der Forschung und in der konsumentenbasierten Servicerobotik bereits Softwarearchitekturen, die zwischen der Programmierung einzelner Komponenten und der Programmierung des Gesamtsystems unterscheiden. Doch diese Softwarearchitekturen genügen noch nicht den hohen Qualitäts- und Zuverlässigkeitsstandards der Industrie. Ebenso gibt es eine große Anzahl von Komponenten, die fast das gesamte Spektrum an (Robotik-)Funktionalitäten, Algorithmen und Steuerungsparadigmen abdecken. Diese sind aber meistens auf eine bestimmte Anwendung und Hardwarekonfiguration zugeschnitten. Das soll sich ändern. So arbeitet das Open-Source-Projekt ROS-Industrial derzeit daran, die offene Softwarearchitektur Robot Operating System (ROS) an die industriellen Anforderungen anzupassen und gleichzeitig Qualitäts- und Schnittstellenstandards für ROS-Komponenten zu etablieren.

Ziel

Das Projekt ReApp greift die Konzepte von ROS-Industrial auf, um standardisierte Schnittstellen zu definieren und Soft- sowie Hardwarebibliotheken anzulegen, die echtes Plug-and-Play verschiedenster Komponenten erlauben. Zusammen mit einem Katalog wiederverwendbarer intelligenter Dienste und einer modellgetriebenen Entwicklungsumgebung sollen sich Robotersysteme schneller und kostengünstiger an spezifische Anforderungen vor allem kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) anpassen lassen.

Technologien

Integraler Bestandteil der Entwicklungsumgebung ist ein innovativer intelligenter Programmierassistent, durch den der Anwender direkt vor Ort ohne Expertenwissen das Robotersystem für seine Anwendung einrichten kann, indem diese für eine Anwendung nötige Software- und Hardwarekomponenten aus den Bibliotheken ermittelt und bei Anschluss an die Integrationsplattform (weiterer Bestandteil der Entwicklungsumgebung) automatisch konfiguriert. Weiterhin werden cloudbasierte Simulationsumgebungen zur automatisierten Testung von Komponenten und Anwendungen bereitgestellt, um die hohen Qualitäts- und Zuverlässigkeitsanforderungen zu erfüllen. Das Simulationswerkzeug sorgt dafür, dass beispielsweise virtuelle Roboterzellen, aber auch ganze Fertigungsanlagen vor der eigentlichen Installation getestet und optimiert werden können. ReApp wird es so insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen ermöglichen, ihre Effizienz durch flexible und zuverlässige Automatisierungslösungen steigern zu können. Gleichzeitig erweitern sich so auch die Märkte für Systemintegratoren sowie Roboter- und Komponentenhersteller.

Use Case

Die Konzepte von ReApp werden in drei Szenarien erprobt: zwei im Automobilbau und eines in der Elektronikindustrie. Angesichts der steigenden Anzahl unterschiedlicher Fahrzeugmodelle stehen Automobilzulieferer zunehmend vor dem Problem, die geforderte Qualität und Liefergeschwindigkeit bei stark schwankenden Stückzahlen aufrechtzuerhalten. Insbesondere Werkstücke für die Kommissionierung und Montage sowie die Verpackung der fertigen Teile werden weitgehend von Hand erledigt, weil sie schwer automatisierbar sind – noch. ReApp wird eine Demonstrationsanlage für diesen Fall entwickeln, bei dem ein Roboter je nach Produkt leicht und schnell mit unterschiedlichen Greifwerkzeugen und Sensoren ausgestattet werden kann. Dabei übernimmt er vor allem monotone Teilaufgaben wie das Zählen, Abwiegen und Anordnen verschiedener Teile. Die Plug-and-Play-Fähigkeit erlaubt ein schnelles Umrüsten bei neuen Aufträgen und der Programmierassistent ein einfaches Anpassen des Verhaltens direkt durch den Mitarbeiter im Werk.

Flexibilität und einfache Rekonfigurierbarkeit spielen auch bei den Automobilherstellern eine immer größere Rolle. Die von ReApp entwickelten Technologien werden anhand der Türvormontage, des Klebens, der optischen Qualitätsüberprüfung und von Schraubvorgängen demonstriert, die bisher nur zum Teil kostengünstig automatisiert werden konnten.

Maßgeschneiderte Lösungen sind auch im Nischenmarkt der Bestückung elektronischer Leiterplatten gefragt. Die Fertigung sehr kleiner Stückzahlen wird derzeit hauptsächlich von KMU übernommen, für die sich existierende Automatisierungslösungen aufgrund der hohen Hardware-, Software- und Integrationskosten wirtschaftlich nicht rechnen.

Konsortialpartner
Fraunhofer IPA (Konsortialführer), BMW AG, Dresden Elektronik Ingenieurtechnik GmbH, Fischer IMF GmbH & Co. KG, Fluid Operations AG, fortiss GmbH, FZI Forschungszentrum Informatik, InSystems Automation GmbH, ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH, Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Institut für Prozessrechentechnik, Automation und Robotik, Ruhrbotics GmbH, SICK AG

Ansprechpartner
Dr. Ulrich Reiser (Ulrich.Reiser@ipa.fraunhofer.de)
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)

www.reapp-projekt.de

Innovationen mit ReApp

Bisher	Mit ReApp
Bereits entwickelte Steuerungen für einen spezifischen Roboter sind aufgrund fehlender Standards und Schnittstellen nicht ohne weiteres auf einen prinzipiell ähnlichen Roboter übertragbar.	ROS-Industrial-Schnittstellen erlauben den herstellerunabhängigen Austausch von Roboterkomponenten und Robotersteuerungen.
Existierende hersteller- und komponentenübergreifende Softwarelösungen (z. B. ROS) genügen nicht den hohen Qualitäts- und Zuverlässigkeitsanforderungen in der industriellen Anwendung.	Eine einheitliche Testplattform erlaubt das automatisierte Durchführen von Anwendungstests hinsichtlich Echtzeitfähigkeit und Zuverlässigkeit.
Roboter können aufgrund des hohen Programmier- und Integrationsaufwandes derzeit nur bei großen Stückzahlen effizient in der Automatisierung eingesetzt werden.	Standardisierte Schnittstellen und intuitive Programmierumgebungen erlauben den wirtschaftlichen Einsatz von Robotern auch bei kleinen Stückzahlen, insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen.
Kundenspezifische Anpassungen können mit bestehenden Automatisierungslösungen nur unter sehr hohem Aufwand umgesetzt werden.	Die Wiederverwendbarkeit von Automatisierungs- und Softwarekomponenten erlaubt eine erhöhte Produktvielfalt durch flexibel gestaltete Produktionsanlagen.
Die heutige Dominanz proprietärer Schnittstellen und Softwarelösungen erschwert die Integration von Komponenten unterschiedlicher Hersteller zu einer heterogenen Produktionsanlage und kann nur mit hohem Kostenaufwand realisiert werden.	Neue Integrationsplattformen und durch das ROS-Industrial-Konsortium standardisierte Schnittstellen erlauben eine rasche Integration verschiedenster Komponenten zu einem Gesamtsystem. Außerdem wird es auch möglich, weitere Komponenten einfach hinzuzufügen, wenn sich der Bedarf an die Produktionsanlagen ändert.
In der Regel hat der Anwender von roboterbasierten Automatisierungslösungen keinen direkten Zugang zu deren Programmierung. Damit kann das Hinzufügen von neuen Anwendungen für einmal erworbene Automatisierungssysteme nur mit der kostenintensiven Hilfe von Systemintegratoren bewerkstelligt werden.	Ein intelligenter Programmierassistent und eine intuitive Entwicklungsumgebung für Roboteranwendungen erlauben dem Anwender mit geringem Zeit- und Kostenaufwand eigenständig Änderungen im Verhalten seiner Automatisierungssysteme vorzunehmen.

SMART FACE

Smart Micro Factory für Fahrzeuge mit schlanker Produktionsplanung

Dezentrale Produktionssteuerung für die Automobilindustrie

Kurzsteckbrief

Die Entwicklung einer dezentralen Produktionsplanung und -steuerung ist das Ziel von SMART FACE. Damit sollen die Fertigungsstrukturen an die Anforderungen der Kleinserienfertigung angepasst werden; Montageteile werden über eine netzwerkgestützte Anwendung individuell angefordert, Maschinen verteilen selbstorganisierend ihre Last. Eine zentrale Reihenfolgeplanung wird so überflüssig. Flexibilität, einfache Adaptierung und die bessere Reaktion auf unvorhergesehene Änderungen im Ablauf sind die Vorteile.

Herausforderung

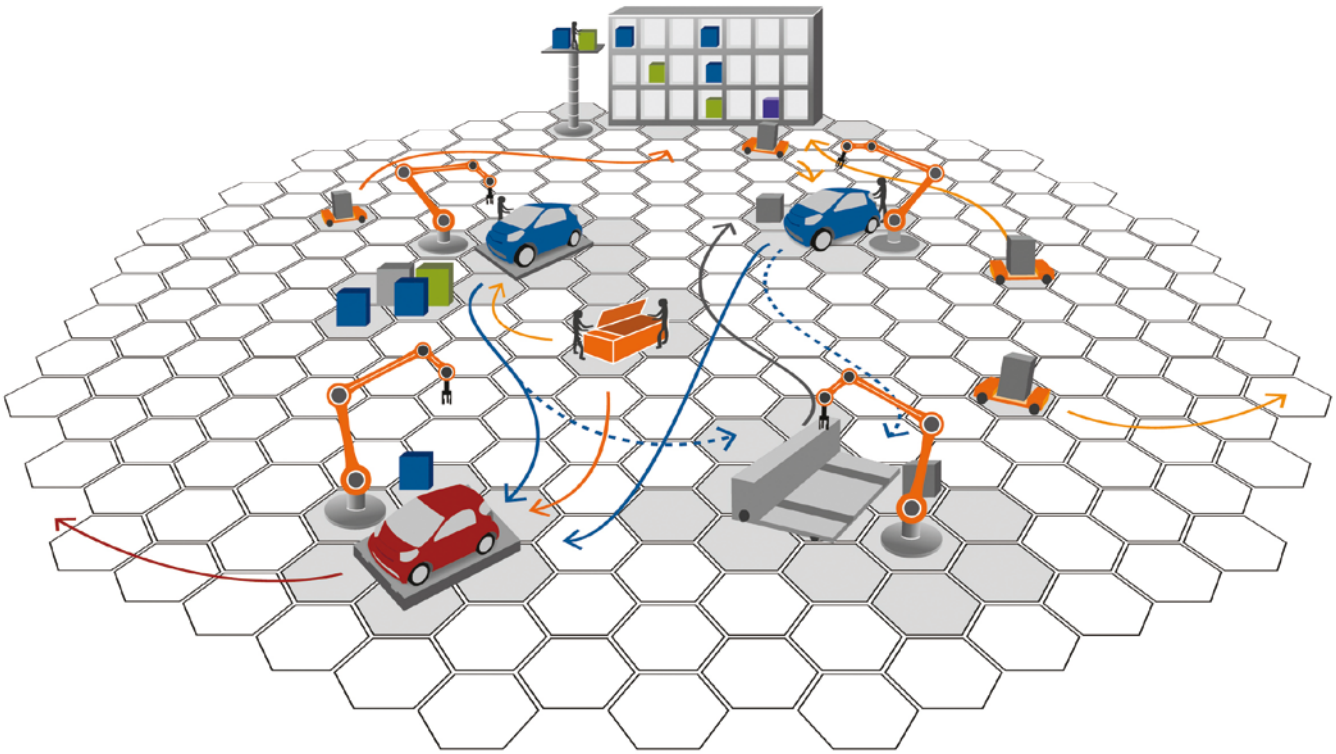
Moderne Fertigungslinien sind geprägt durch hohe Stückzahlen und größtmögliche Effizienz. Produktivität steht im Fokus der Großserienproduktion. Diese starren, unflexiblen und zentral gesteuerten Abläufe garantieren zwar eine wirtschaftliche, nicht aber eine individualisierbare Produktion. Kundenindividuelle Produkte werden aber in vielen Branchen immer wichtiger. Konfiguratoren, z. B. für PKWs oder Möbel, geben Kunden die Möglichkeit, Design und Ausführung individuell zu gestalten. Der Trend geht zur Kleinstserienfertigung. Die Berücksichtigung individueller Wünsche bei der Fertigung von Produkten mit geringer Stückzahl ist jedoch bedingt durch lange Umrüstzeiten aufwendig und zeitintensiv.

Ziel

Damit auch die Produktion von Kleinstserien hochflexibel und wirtschaftlich wird, entwickelt das Projekt SMART FACE neue Ansätze für eine hochflexible Fertigungsplanung und -steuerung. Einzelne Fertigungsstufen werden bedarfsgerecht und stets zum richtigen Zeitpunkt mit Bauteilen und Materialien versorgt. Das schont Ressourcen und vermeidet Leerlauf.

Technologien

Kern des neuen Ansatzes ist ein dezentral gesteuertes Produktionssystem, in dem sich Materialien und Fertigungsteile eigenständig ihren Weg von Maschine zu Maschine bahnen. Das setzt einen kontinuierlichen Datenaustausch der smarten Objekte und eine flexible Steuerung voraus. Möglich wird das durch intelligente vernetzte Sensoren, die die Umgebung erfassen und miteinander, aber auch mit ihrem Umfeld kommunizieren. So können unter anderem



Lieferantenbeziehungen (Wann muss was nachgeliefert werden?) direkt über einen kontinuierlichen Datenaustausch organisiert werden. Die Kontrolle über den Informationsaustausch und die Entscheidungen bezüglich der Logistik-Abläufe übernehmen sogenannte Agenten, die mit entsprechenden Softwaremodulen ausgestattet sind. Diese Form der verteilten künstlichen Intelligenz sorgt dafür, dass die Produktion weitestgehend selbstorganisierend erfolgen kann.

Use Case

Im Projekt SMART FACE werden unterschiedliche grundsätzliche Herausforderungen in Pilotanwendungen der Automobilproduktion untersucht. Kernfragen dabei sind: Wie lassen sich die Informationsflüsse zum Materialfluss parallelisieren? Wie lassen sich (zeitlich und qualitativ) die Reaktionen auf unvorhergesehene Änderungen im Produktionsablauf verbessern? Wie ist die Intelligenz der Objekte und ihrer Sensoren definiert und welche Entscheidungsmuster müssen festgelegt werden? Dies alles sind Herausforderungen, deren Lösungen im konkreten Anwendungsfall erprobt werden und auch auf andere Branchen übertragen werden sollen. Ausgehend von den Schwachstellen der heutigen Produktionsverfahren, die im Grunde keine wirtschaftliche Kleinstserienfertigung zulassen, werden neue Planungsalgorithmen entwickelt, die in ein Betriebskonzept einfließen. Zudem werden Softwarekomponenten entworfen, die den Standards der Automobilindustrie genügen. Das dezentrale Materialflusssystem wird mit einem Demonstrator simuliert und unter Praxisbedingungen validiert.

Konsortialpartner

LinogistiX GmbH (Konsortialführer), Continental Automotive GmbH, Continental Teves AG & Co. OHG, F/L/S Fuzzy Logik Systeme GmbH, Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., Lanfer Automation GmbH & Co. KG, TU Dortmund, SICK AG, VOLKSWAGEN AG

Ansprechpartner

Andreas Trautmann
(projektkoordination@smartfactoryplanning.de)
LinogistiX GmbH

www.smartfactoryplanning.de

Innovationen mit SMART FACE

Bisher	Mit SMART FACE
Manufakturähnliche Produktion ist teuer und zeitaufwendig.	Die Produktion von Kleinstserien mit hohem Individualisierungsanteil ist wirtschaftlich möglich.
Starre Montagelinien können nicht flexibel auf verändertes Nachfrageverhalten reagieren.	Dezentrale, kommunizierende smarte Sensoren und Materialflusseinheiten ermöglichen eine hochflexible Produktion.
Die Produktionsplanung für hocheffiziente Montagelinien wird durch eine zentrale IT-Infrastruktur vorgenommen.	Das Zusammenwirken von Sensorik, Informations- und Prozessmanagement ermöglicht die Selbstorganisation des Materialflusses.
Aktuelle Algorithmen unterstützen die Planung und Steuerung der Produktion für Großserien in der Fließfertigung.	Verbesserte Lastverteilung, höhere Ausbringungsmengen und Optimierung der Abläufe werden durch eine schlanke Programmplanung möglich.
Für die Produktion von Großserien ist eine wenig flexible zentrale Reihenfolgeplanung üblich.	Das dezentrale Produktionssystem optimiert sich zudem lokal, weil sich die Materialien von selbst auf den unmittelbaren Produktionsbedarf abstimmen.
Die Produktionsplanung ist stark abgestimmt auf den Einzelfall, eine Übertragung ist nur selten möglich.	Es entsteht ein Beschreibungsmodell zur grundsätzlichen Strukturierung von Produktionsprozessdaten und zur Überführung in ein Datenmodell, welches durch Anpassungen auf andere Branchen übertragbar ist.

SMARTSITE

Smarte autonome Baumaschinen, Baustellenumgebungen und Bauprozesssteuerungen für den intelligenten Straßenbau

Autonome und vernetzte Baumaschinen und Anlagen im Straßenbau

Kurzsteckbrief

SMARTSITE entwickelt intelligente Steuerungssysteme für autonom agierende Baumaschinen und Anlagen, die zugleich in der Lage sind, entlang der gesamten Logistikkette zu kooperieren. Als Anwendungsfall wird das Modell einer Autobahnbaustelle betrachtet, bei der über einen Leitstand entsprechende Arbeitsaufträge an Baumaschinen und Anlagen übermittelt und zusätzliche Informationen – z. B. Umweltbedingungen – bereitgestellt werden. Die Entwicklung von einheitlichen Standards für den Informationsaustausch und die Informationsbereitstellung über die Baustellengrenze hinweg ist dabei ein wichtiger Aspekt. Das Gesamtziel besteht in einer deutlichen Steigerung der Effizienz im Straßenbau und der Qualität so entstehender Straßen, insbesondere hinsichtlich längerer Haltbarkeit.

Herausforderung

Im Straßenbau stellt insbesondere der Prozess der Asphaltierung einen der kritischsten Schritte dar. Kleinste Fehler bei der Materialbeschaffenheit oder beim Auftragen oder Verdichten des Asphalts führen zu erheblichen Qualitätsmängeln, die meist erst nach Abschluss der Arbeiten festgestellt werden können. Gründe sind die Vielzahl rechtlich und wirtschaftlich unabhängiger Akteure, fehlende Kommunikationsstandards, die ungenügende Sensorik, die lückenhafte Vernetzung und Aufbereitung existierender Daten und die bisherige geringe Autonomisierung. Aufwendige Nachbesserungen, im schlimmsten Fall durch Abtragen und Neubau, sind die Folge und können zu erheblichen Zusatzkosten führen. Im Straßenbau können diese bis zu fünf Prozent der Bausumme betragen.

Ziel

Im Projekt SMARTSITE sollen deshalb offene und flexible Software-Plattformen für intelligente Baustellennetze, Bauprozesssteuerungen, autonome Baumaschinen und -anlagen entwickelt werden. Sie führen zu einer Automatisierung von bestehenden dezentralen Einzelsystemen und deren Vernetzung untereinander sowie mit der Baustellenumgebung auf Basis von einheitlichen Standards. Der verbesserte Informationstausch und die Informationsbereitstellung über die Baustellengrenze hinweg versprechen eine deutliche Verbesserung der Qualität und der ökonomischen sowie ökologischen Effizienz von Bauvorhaben.

Technologien

Die Asphaltierung erfordert ein koordiniertes Zusammenspiel von Materialauftrag und anschließender Verfestigung mit einer Walze. SMARTSITE entwickelt Algorithmen für eine autonome Steuerung einzelner mobiler Baumaschinen und deren Koordination. Die autonome Steuerung reagiert dabei in Echtzeit auf die aktuellen Umweltbedingungen (Niederschlag, Temperatur, Wind etc.), Materialbeschaffenheiten (z. B. Temperatur und Dichte des Asphalts, Verdichtungsdicke) und Maschinenzustände (z. B. Position, Beladezustände), um das beste Auftrags- und Verfestigungsergebnis zu erzielen.

Für eine qualitätsgetriebene Steuerung werden unterschiedlichste Sensoren in das Baumaterial, in die Baumaschinen selbst, aber auch in die Umwelt integriert und mit externen Informationen wie Wetterdiensten oder Staumeldungen zu einem sogenannten Smart Dust zusammengeführt. Ein solches Baustellennetz verlangt ein zuverlässiges und sicheres Kommunikationsnetzwerk, in das sich unterschiedlichste Elemente und Prozesse dynamisch auf einheitlichen Standards basierend einfügen können.

Die kontinuierlich erfassten Daten dienen nicht nur der intelligenten Steuerung der Baumaschinen, sondern auch einer effizienten Überwachung und lückenlosen Dokumentation des gesamten Bauprozesses für alle Beteiligten, vom Maschinisten über den Bauleiter bis zum Auftraggeber. Auf alle Prozessschritte kann durch cloudbasierte Dienste über mobile Endgeräte jederzeit orts- und zeitungebunden zugegriffen werden.

Zusätzlich können intelligente Optimierungsalgorithmen mit Hilfe des Baustellennetzes entlang der gesamten Wertschöpfungskette im Straßenbau – von der Asphaltmischanlage über die Transportlogistik hin zur einzelnen Baumaschine – die Effizienz des Energie- und Ressourcenverbrauchs erhöhen.

Use Case

Die beschriebenen Innovationen werden in unterschiedlichen Simulationen, Experimenten und realitätsnahen Anwendungsszenarien eines Pilotprojekts im Feld erprobt.

Konsortialpartner

Drees & Sommer Infra Consult und Entwicklungsmanagement GmbH (Konsortialführer), Ammann Verdichtung GmbH, ceapoint aec technologies GmbH, Ed. Züblin AG, Universität Hohenheim, Topcon Deutschland GmbH

Ansprechpartner

Dr. Burkhard Seizer (burkhard.seizer@dreso.com)
Drees & Sommer Infra Consult und Entwicklungsmanagement GmbH

www.smartsite-project.de

Innovationen mit SMARTSITE

Bisher	Mit SMARTSITE
Fehler durch manuelle oder nur teilautonome Baustellensteuerung im Straßenbau führen zu hohen Instandsetzungsaufwänden bei der Beseitigung von vermeidbaren Baumängeln.	Deutliche Fehlerreduzierung durch die Optimierung und automatische Überwachung von Bauprozessen auf Grundlage eines autonom gesteuerten Informationsaustausches zwischen Baumaschinen, Baustellenumgebung und Bauleitung.
Neue Elemente im Bauprozess müssen unter hohem Aufwand manuell in eine statische Kommunikationsstruktur integriert werden.	Einheitliche Standards erlauben Baumaschinen, Umgebungssensoren und Zulieferern die automatische und autonome Integration in ein dynamisches Kommunikationsnetz.
Positionsdaten von Baumaschinen und -materialien können derzeit nur im Meter- und Zentimeterbereich erfasst werden.	Neue Lokalisationssensoren ermöglichen eine weit genauere Erfassung im Millimeterbereich zur präzisen autonomen Baumaschinensteuerung.
Das Baugeschehen kann nur von Baumaschinen an den Leitstand rückgekoppelt werden. Ein Eingreifen bei eventuellen Fehlern ist damit nur zeit- und ortsversetzt möglich.	Neue Kommunikationsinfrastrukturen erlauben eine Rückkopplung zwischen Anlagen, Baumaschinen, Leitstand und mobilen Endgeräten. Abweichungen von geplanten Prozessen können damit schneller, umfassender und vor Ort erfasst und behoben werden.
Der Einfluss von Umweltfaktoren wie Temperatur, Niederschlag, Wind, aber auch Lieferverzögerungen auf den Bauprozess können nur sehr ungenau und auf Basis von individueller Erfahrung der Mitarbeiter bewertet werden.	Umwelteinflüsse werden von Sensoren automatisch erfasst, und beeinflussen über eine intelligente Steuerung den Bauprozess unmittelbar und erhöhen damit die Qualität der auszuführenden Arbeiten.
Steuerungsrelevante Daten können nur ortsspezifisch erfasst werden.	Cloudbasierte Architekturen ermöglichen den ortsunabhängigen Zugriff auf alle für den Bauprozess relevanten Daten. Damit kann jederzeit von verschiedenen Stellen in die Maschinensteuerung eingegriffen und automatische Qualitäts- und Mängelberichte erstellt werden. Der Datenschutz wird dabei durch intelligente Authentifizierungsmechanismen jederzeit sichergestellt.
Heute können Daten von einzelnen Maschinen nur über einfache Tablet-Anwendungen dargestellt werden.	Mobile, appbasierte Lösungen erlauben die Visualisierung im Cockpit der Maschinen zur individuellen Kontrolle, aber auch für ein gesamtes Qualitätsmanagement.
Energie und Ressourcen können aufgrund verteilter oder nicht erhobener Daten derzeit nur sehr aufwendig optimiert werden.	Die intelligente Verknüpfung aller für den Bauprozess relevanten Daten erlaubt eine stärkere Optimierung der Umweltverträglichkeit sowie des Energie- und Ressourcenverbrauchs.

SPEEDFACTORY

AUTONOMIK für die Sportartikelindustrie

Automatische Einzelstückfertigung von Sportschuhen und Textilien

Kurzsteckbrief

Im Forschungsprojekt SPEEDFACTORY wird eine automatisierte Einzelstückfertigung entwickelt, in der Menschen und Roboter in gemeinsamer Arbeitsumgebung Sportartikel sowie Bezüge für Autositze produzieren. Diese können innerhalb kurzer Zeit vom Design bis zum finalen Produkt kostengünstig und flexibel hergestellt werden.

Herausforderung

Die Fertigung textiler Produkte vollzieht sich seit Jahrzehnten in zwei unterschiedlichen Szenarien. Sie werden entweder – kostengünstig – in industrieller Massenfertigung und großen Stückzahlen hergestellt oder – aufwendig – durch Manufakturarbeit in kleinen Losgrößen. Die Wertschöpfungsketten im Mode- und Sportbereich sind global verknüpft. Produktmanagement, Design und Produktion finden nicht selten auf unterschiedlichen Kontinenten statt. Optimierungszyklen oder Änderungen in Aussehen und textiler Beschaffenheit bzw. Zusammensetzung sind zeitaufwendig und erfordern eine hohe Flexibilität der eingebundenen Akteure. Die logistischen Herausforderungen einer Wertschöpfungskette, die einen ständigen Austausch von Informationen, Designvorschlägen, Mustern und fertigen Produkten zwischen Asien und Europa erfordert, erschweren und verteuern die qualitativ hochwertige Produktion. Schnelle Modellwechsel oder kostengünstige Kleinserienfertigung sind kaum zu erreichen, werden aber zunehmend durch den Kundenbedarf gefordert. Der Trend zur Individualisierung bei geringen Preisen kann weder wirtschaftlich noch technisch durch die bestehenden Produktionsprozesse realisiert werden.

Ziel

Im Projekt SPEEDFACTORY werden die jeweiligen Vorteile der unterschiedlichen Produktionsansätze in einem neuen Verfahren zusammengeführt. Ziel ist die industrielle Kleinstserienfertigung bis zur Losgröße 1. Unter Nutzung aktueller Technologien und optimaler Mensch-Roboter-Interaktionen sollen sehr kurze Taktzeiten mit höchster Flexibilität erreicht werden. Ziel ist eine Verminderung der Transaktionen über die Kontinente hinweg. Die Wettbewerbsfähigkeit soll durch kürzere Logistikwege (physisch und informell) und damit schnellere Reaktion auf Kundenwünsche und Modetrends erhöht werden.

Technologien

Die Projektpartner erwarten im Ergebnis die prototypische Fertigung von Sporttextilien und -schuhen bzw. von Sitzbezügen für Fahrzeuge mit innovativen Produktionsprozessen ohne Wertschöpfungseinbußen. Diese erfordert intelligente Fabrikkonzepte mit hohem Automatisierungsgrad und kognitive Fähigkeiten der eingesetzten mit den Maschinen interagierenden Arbeitskräfte. Um die Prozesse effizient zu gestalten, wird zunächst die Modularisierung einzelner Produktionsschritte vorgenommen. Die Koordination und Steuerung der einzelnen Module erfolgt dabei weitgehend automatisiert und dezentral. Durch die Verwendung einzelner Werkstoffe, die bis heute nicht durch Maschinen automatisiert verarbeitet werden können, kommt den Arbeitskräften und ihrem Zusammenwirken mit Fertigungsrobotern eine herausragende Bedeutung zu. Erst die Anwendung innovativer Sensorik, Umgebungsintelligenz und Kognition sowie der Einsatz von Augmented Reality ermöglichen eine ökonomisch sinnvolle Interaktion zwischen Mensch und Roboter.

Use Case

Im Rahmen des Projekts wird ein Fabrikdemonstrator die neuen Fertigungsoptionen prototypisch nachweisen.

Konsortialpartner
adidas AG (Konsortialführer), fortiss GmbH, Johnson Controls GmbH, KSL Keilmann Sondermaschinenbau GmbH, RWTH Aachen

Ansprechpartner
Jan Hill (Jan.Hill@adidas.com)
adidas Group

Innovationen mit SPEEDFACTORY

Bisher	Mit SPEEDFACTORY
Die Produktion von Textilien und Schuhen erfolgt hauptsächlich in Asien.	Die Produktion soll dank moderner Technologien standortunabhängiger werden und die Fertigung von z. B. Kleinserien in Europa stattfinden.
Textilfertigung erfolgt entweder vollautomatisiert oder manuell durch handwerklich spezialisierte Arbeitskräfte.	Im Ergebnis werden automatisierte Prozessschritte und menschliche Fähigkeiten optimal aufeinander abgestimmt.
Vom Design bis zur Produktion – globale Kommunikations- und Fertigungsschritte sind nur in langen Zeitzyklen realisierbar.	Ziel ist die Produktfertigung als Einzelstück oder Kleinserie in sehr kurzen Zeitzyklen, binnen Tagen.
Lange Zykluszeiten in der Produktion, bedingt durch einen hohen Logistik- und Informationsaufwand.	Produktdesigner und -entwickler können ihre Ideen in kürzester Zeit serienreif umsetzen.
Planungs- und Steuerungssysteme werden zentral entworfen, sind auf Massenfertigung ausgelegt und daher kaum flexibel anpassbar an kleine Losgrößen.	Modular aufgebaute Fertigungsschritte machen die Produktion äußerst anpassungsfähig.
Der starre Aufbau von Serienfertigungslinien verhindert Flexibilität.	Durch Modularisierung von Software- und Hardwarekomponenten können Fabriken sehr wandlungsfähig gestaltet werden.
Menschen erledigen einzelne Arbeitsschritte innerhalb der Massenfertigung.	Menschen werden von Robotersystemen unterstützt und können ihre handwerklichen Fähigkeiten optimal einbringen.
Designentwürfe müssen aufwendig in Produktionsvorgaben übersetzt werden.	SPEEDFACTORY erlaubt eine produktionsgerechte Überführung von 3D-Designmodellen in Software zur Maschinensteuerung.

AUTONOMIK, Industrie 4.0 und das Recht

Hinter dem Konzept „AUTONOMIK für Industrie 4.0“ verbirgt sich eine Vielzahl von technischen, organisatorischen und wirtschaftlichen Innovationen, die in ihrem Ausmaß und in ihren Wirkungen bislang kaum abgeschätzt werden können. Das Recht wird durch derartige Revolutionen einerseits beeinflusst und mehr oder weniger rasch verändert. Andererseits ist der rechtliche Rahmen aber auch für die Entwicklung und Durchsetzung von Innovationen von größter Bedeutung. Dies gilt gerade in einem Land wie Deutschland mit seiner sehr weit entwickelten, am Rechtsstaatsprinzip ausgerichteten Legalordnung und einer sehr aktiven Rechtspolitik. Recht kann Innovation hemmen, es kann sie aber auch fördern.

Die rechtlichen Herausforderungen von Industrie 4.0 knüpfen eng an die juristischen Fragestellungen um autonome Systeme an, gehen jedoch zum Teil weit darüber hinaus. Der aus juristischer Sicht wichtigste Unterschied zwischen dem Vorgängerprojekt „Autonomik – Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand“ und dem Programm „AUTONOMIK für Industrie 4.0“ liegt in der umfassenden Vernetzung, die Teil der Konzeption von Industrie 4.0 ist. Die dadurch aufgeworfenen Rechtsfragen wurden bislang v. a. im Internetrecht diskutiert, welches mithin nun eine neue, teilweise entscheidende Bedeutung erlangt.

Ein Großteil der aufgeworfenen rechtlichen Fragestellungen ist eng mit der neuen Qualität der Vernetzung von Maschinen verknüpft. Der erste Einstieg in die relevanten Rechtsfragen geschieht deshalb zweckmäßigerweise über das Internetrecht (unter Einschluss des Rechts der Providerhaftung), einer anspruchsvollen Querschnittsmaterie mit zivil-, straf- und öffentlich-rechtlichen Elementen. Wie im Vorgängerprogramm zum Thema AUTONOMIK stellen sich erhebliche Fragen der Haftung für Schäden an Maschinen, Produkten, sonstigen Vermögenswerten und Menschen. Zivilrechtlich sind vor allem das Delikts- und das Produkthaftungsrecht einschlägig, relevant ist aber auch das Strafrecht. Es darf nicht übersehen werden, dass Geschädigte schon aus Beweissicherungsgründen im Schadensfall den Weg über das Strafrecht oft sogar vorziehen. Um Haftungsfälle (auch in der zunehmenden M2M-Kommunikation) zu vermeiden, ist es fast zwingend, die im Rahmen von Industrie 4.0 eingesetzten Maschinen und Geräte mit zahlreichen Sensoren auszurüsten, welche in großem Umfang Umgebungsdaten aufnehmen, verarbeiten und geeignete Sicherungsreaktionen auslösen können. Wegen der Vielzahl der aufgenommenen Daten entstehen dadurch jedoch erhebliche datenschutzrechtliche Probleme.

Im Zusammenhang mit der (zivil- wie strafrechtlichen) Haftung stellt sich die Frage nach dem Verhältnis technischer Regeln zum juristischen Fahrlässigkeitsmaßstab. Angesichts des hohen Niveaus vieler technischer Regeln ist es sehr bedauerlich, dass beide Welten, die technisch-regulatorische und die juristische, bislang weitgehend unverbunden nebeneinander existieren. Hier gilt es, Konkurrenz in Synergie zu verwandeln. Bestimmte sensible Daten werden auch durch das Urheberrecht geschützt, welches ebenfalls in den Blick genommen werden muss. Im Fall von Verletzungen wird auch das einschlägige Nebenstrafrecht relevant.

Eine sehr große Bedeutung im Kontext von Industrie 4.0 spielt die Mensch-Maschine-Kooperation. Dies bedeutet für das Arbeitsrecht, gerade auch für das Arbeitsschutzrecht, eine erhebliche Herausforderung. Sämtliche im Kontext von Industrie 4.0 Beschäftigten können mit „smarten“ Maschinen in Kontakt kommen. Besonders zu beachten ist der erhebliche Öffentlichkeitsbezug der damit angedeuteten Fragestellungen, der über die gesellschaftliche Akzeptanz innovativer technisch-organisatorischer Konzepte mit entscheiden kann. Deshalb gilt es, die einschlägigen Fragestellungen möglichst frühzeitig herauszuarbeiten und Problemlösungsvorschläge zu entwickeln, die dann schon nach der Erstanalysephase in den gesellschaftlichen und politischen Diskurs eingeführt werden können.

IT-Sicherheit für Industrie 4.0

Sicherheit von Produktionsanlagen wurde lange Zeit vor allem als Betriebssicherheit verstanden, d. h. als der störungsfreie und für den Menschen gefahrlose Betrieb der Anlage. Mit dem Einsatz computergesteuerter und zum Teil auch vernetzter Maschinen in der Fertigung kam eine neue Sicherheitsanforderung dazu, die der Informationssicherheit. Mit den cyber-physikalischen Systemen in Industrie 4.0 steigen der Grad der Vernetzung und die „Intelligenz" der Komponenten noch weiter an: Werkstücke, Maschinen und Fördersysteme sind nun Komponenten eines IT-Netzwerks, die ständig untereinander und mit Dritten kommunizieren: Das Werkstück findet seinen Weg selbständig zu der Maschine, die ihm freie Bearbeitungskapazitäten gemeldet hat; die Fräsmaschine erkennt per Selbstdiagnose, dass ihr Schneidewerkzeug abgenutzt ist und informiert den Produktionstechniker, der sich per Fernzugriff über den Zustand der Maschine informiert und den Austausch des Werkzeugs plant. Wie jedes andere IKT-Netzwerk kann auch dieses Produktionsnetz angegriffen, ausgespäht und gestört werden. Unter Umständen drohen damit Risiken für Leib und Leben der Beschäftigten und hohe Kosten durch Produktionsausfälle oder den Verlust vertraulicher Informationen.

Technologien, Verfahren und Standards für die Wahrung der Informationssicherheit sind aus der Informations- und Kommunikationstechnik hinlänglich bekannt. Trotzdem gibt es bei der Übertragung auf die neuen cyber-physikalischen Systeme in der Produktion noch große Herausforderungen:

- Für die klassische Betriebssicherheit gibt es etwa etablierte Verfahren der Risikoabschätzung und quantitative Prüf- und Zertifizierungsverfahren. In der Informationssicherheit wird dagegen von einem gezielt vorgehenden Angreifer ausgegangen, der sich an Schutzmaßnahmen anpasst. Mit dem technischen Fortschritt werden zudem auch die Angriffe leichter: Leistungsfähigere Computer werden in Zukunft heute als sicher geltende Schlüssellängen brechen können. Es gibt daher kein festes Maß an Informationssicherheit, das einmal technisch erreicht und zertifiziert werden kann. Stattdessen können nur das Vorhandensein bestimmter Sicherheitsmanagementsysteme und die Verwendung als hinreichend sicher geltender Technologien verlangt werden. Trotzdem kann ein Bruch der Informationssicherheit auch die Betriebssicherheit gefährden, etwa indem eine Notfallvorrichtung ausgeschaltet wird. Beide Sicherheitsbegriffe verschränken sich zunehmend, für ihre gemeinsame Berücksichtigung in technischen Richtlinien und Zertifikationen gibt es aber noch keine praktischen Ansätze.

- Die rechtzeitige Verfügbarkeit von Informationen, etwa zur Maschinensteuerung, spielt in der Fertigung häufig eine sehr viel wichtigere Rolle als in anderen IT-Netzwerken, wo kurze Verzögerungen eher in Kauf genommen werden können. Die Sicherheitstechnologien müssen auf diese spezifische Priorität der Schutzziele in der Produktion Rücksicht nehmen und unter Umständen auch angepasst werden. Zum Beispiel ist das kurzfristige Einspielen von Aktualisierungen der Sicherheitssoftware (Patches) nicht möglich, wenn dadurch der Produktionsablauf gestört werden könnte.

- In das Produktionsnetzwerk ist unter Umständen eine große Zahl von Partnern – Zulieferer, Kunden, Logistikunternehmen und andere Dienstleister – eng eingebunden: Die bekannten Verfahren für den Aufbau und Betrieb von Sicherheitsmanagementsystemen, die sich bislang vor allem auf die Umsetzung in einer Organisation ausgerichtet haben, müssen entsprechend erweitert werden: Auch der Wartungstechniker einer externen Firma, der sich über einen Fernzugriff oder vor Ort per Laptop in eine CNC-Maschine einwählt, oder die IT-Infrastruktur eines kleinen Zuliefererunternehmens müssen den Anforderungen des Sicherheitsmanagements Genüge tun.

Für das produzierende Gewerbe sind zahlreiche Fragen zur Sicherheit ihrer vernetzten und intelligenter werdenden Maschinen und Anlagen offen. Eines der Leitthemen der Begleitforschung zu „AUTONOMIK für Industrie 4.0" ist daher die Informationssicherheit beim Einsatz autonomer cyber-physikalischer Systeme in der Produktion. Zentrale Fragestellungen sind:

- Welche der bekannten Sicherheitsverfahren und -technologien sind für diesen Einsatzzweck sinnvoll und angemessen, wie müssen sie gegebenenfalls angepasst und erweitert werden?
- Wie lässt sich der Zusammenhang von Informationssicherheit und Betriebssicherheit sinnvoll definieren und gewährleisten?

Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0

So wie sich die Industrie grundlegend wandelt, wird sich auch die Arbeit tiefgreifend ändern. Neue Qualifikationen, neue Denkweisen, neue Organisations- und Kommunikationsformen werden die Arbeitswelt revolutionieren. Noch ist nicht abzusehen, wie unsere Jobs künftig aussehen werden. Und doch ist es an der Zeit, die neuen Anforderungen abschätz- und beschreibbar zu machen.

Daher wurde der Arbeitsgestaltung und der Zukunft der Arbeit bei dem Konzept Industrie 4.0 von Anfang an eine hohe Bedeutung beigemessen. Nur ein umfassender Ansatz macht das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 zu einem strategischen Leuchtturm und einem Leitfaden für die deutsche Innovationspolitik. Klar ist: Eine innovative Gesellschaft braucht eine innovative Industrie, und eine innovative Industrie braucht innovative Arbeitsplätze.

Die Innovationsfähigkeit von Unternehmen hängt eben nicht nur von Budgets für Forschung und Entwicklung, Kooperationen mit externen Forschungseinrichtungen und hochqualifiziertem Personal in den eigenen Forschungsabteilungen ab. Innovationsfähigkeit benötigt auch ein hohes Maß an Kommunikation und Kooperation über alle Funktionsbereiche des Unternehmens hinweg: von der Forschung und Entwicklung über die Konstruktion und Arbeitsplanung bis hin zur Produktion, zum Vertrieb und zum Service.

Damit eine solche Kooperation funktioniert und letztlich erst Innovationen schafft, muss sichergestellt sein, dass an allen Arbeitsplätzen dafür förderliche Bedingungen geschaffen werden. Dazu gehören unter anderem Partizipationsmöglichkeiten und Handlungsspielräume, anspruchsvolle Aufgaben, Lernmöglichkeiten bei der Arbeit, Transparenz bezüglich der Arbeitsabläufe auch jenseits des eigenen Arbeitsplatzes und der eigenen Abteilung sowie eine ausgeprägte Informations- und Feedbackkultur.

Über diese Bedingungen entscheidet in erster Linie die Organisationsphilosophie des Unternehmens. In zweiter Linie spielen technische Systeme eine Rolle, die in diese Organisationsphilosophie eingebettet sind. Beides – Organisation und Technik – muss gemeinsam mit dem Menschen und seinen Bedürfnissen berücksichtigt werden, wenn die Arbeit in Industrie 4.0 gestaltet wird.

In der Begleitforschung zu „AUTONOMIK für Industrie 4.0“ werden diese Fragen in einem Querschnittsthema behandelt. Zentrale Aufgaben dieses Querschnittsthemas sind:

- Aufbereitung des Standes von Technik und Wissenschaft durch praxisgerechte Fachpublikationen und Leitfäden
- Aufbereitung von Beispielen guter Praxis aus den AUTONOMIK-Projekten und darüber hinaus
- Initiierung, fortlaufende Unterstützung und Moderation des Dialoges zwischen den AUTONOMIK-Projekten zum Thema „Zukunft der Arbeit“
- Einbindung der Fachcommunitys und anderer Stakeholder, wie etwa Sozialpartner, in diesen Dialog
- Publikation der arbeitsbezogenen Ergebnisse gemeinsam mit den Projekten

Ziel ist es, dabei zu helfen, den Weg in eine neue Arbeitswelt zu bereiten, die für künftige Generationen prägend sein wird.

Normung und Standardisierung

Normen und Standards schaffen eine sichere Grundlage für die technische Beschaffung, stellen die Interoperabilität im Anwendungsfall sicher, schützen Umwelt, Anlagen und Verbraucher durch einheitliche Sicherheitsnormen, sind eine zukunftssichere Grundlage für die Produktentwicklung und unterstützen die Kommunikation unter allen Beteiligten durch einheitliche Begriffe und Konzepte.

Für das Gelingen des Zukunftsprojekts Industrie 4.0 sind die Standardisierung und Normung von zentraler Bedeutung. Industrie 4.0 erfordert eine nie dagewesene Integration der Systeme über Domänengrenzen, Hierarchiegrenzen und Lebenszyklusphasen hinweg. Dies ist nur auf der Grundlage von konsensbasierten Spezifikationen und Normen möglich. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Forschung, Industrie und der Normung ist erforderlich, um die notwendigen Voraussetzungen für eine durchgreifende Innovation zu schaffen: methodische Fundierung und Funktionalität, Stabilität und Investitionssicherheit, Praxistauglichkeit und Marktrelevanz.

Auch für eine schnelle Umsetzung in die industrielle Praxis ist eine zeitnahe Stabilisierung der Konzepte durch einen konsensbasierten forschungsbegleitenden Standardisierungs- und Normungsprozess unerlässlich.

So ist das Thema Normung und Standardisierung im Umfeld von Industrie 4.0 bzw. „Internet der Dinge und Dienste“ Gegenstand mehrerer Aktivitäten:

- Normungs-Roadmap „Industrie 4.0“ (DKE/DIN)
- Plattform Industrie 4.0 Arbeitsgruppe 2
- DIN/DKE-Steuerkreis „Normung Industrie 4.0“
  Aktuelle Themen
  - Funktechnologien
  - Weiterführung der Normungs-Roadmap „Industrie 4.0“
  - Darstellung der Normungslandschaft
- IEC/ISO: Automatisierungstechnik, IKT, funktionale und IT-Sicherheit, Robotik, Semantik, Geräteintegration etc. (siehe Normungs-Roadmap)
- VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA)
  Veröffentlichungen zu den Themen
  - Wertschöpfungsketten
  - Gegenstände, Entitäten, Komponenten
  - Referenzmodell
- weltweite Entwicklungen von Spezifikationen in Fora und Konsortien des ICT-Umfeldes (z. B. M2M, IoT, Wireless)

Viele Normen sind bereits vorhanden. Entsprechend der Weiterentwicklung in Industrie 4.0 und AUTONOMIK sind vorhandene Normen ggf. anzupassen bzw. weiterzuentwickeln oder neue Normen aufzusetzen.

Gerade bei querschnitts- und domänenübergreifenden Themen zeigt sich, dass hier Normen der einzelnen Domänen aufeinandertreffen und erst mittels eines Systemansatzes in der Normung migriert werden müssen. Hierzu sind exemplarisch folgende Schritte notwendig:

- Schaffung gemeinsamer Grundlagen auf Basis eines einheitlichen Systemansatzes (z. B. über Use Cases, Referenzmodelle)
- Informationen und Übersichtsdarstellung der heterogenen Normungs- und Standardisierungslandschaft (Status quo)
- Definition eines zusätzlichen Normungsbedarfs (Modifikation, neue Normen, Vereinheitlichung) und Umsetzung eines entsprechenden Arbeitsprogramms
- Zusammenführung und Herausarbeitung von Industrie 4.0-Profilen
- Umsetzungen und Test

Für das Technologieprogramm „AUTONOMIK für Industrie 4.0“ ist daher ein bidirektionaler Informationsaustausch mit der Welt der Normung und Standardisierung von Interesse:

- Informationen über den aktuellen Stand und die aktuellen Entwicklungen erhalten
- Entwicklungen aus den Forschungsprojekten zeitnah in die Normung einfließen lassen.

Somit können neue Ideen unmittelbar Einfluss auf die derzeitige Entwicklung der Normung gewinnen. Außer dem Vorteil, dass die Projekte die Normungsentwicklung befruchten und unterstützen können. Erfolgreiche Normprojekte bieten eine wesentliche Hilfestellung bei der Überführung von Innovationen aus dem Forschungsstadium in marktfähige Produkte und Dienstleistungen.

Aus diesen Gründen strebt die Begleitforschung frühzeitig an, gemeinsam mit den Projekten Entwicklungen im Normungsumfeld zu beobachten, eigene Normungsprojekte zu initiieren und zu begleiten sowie konstruktiv die aktuellen Entwicklungen zu unterstützen.

www.bmwi.de