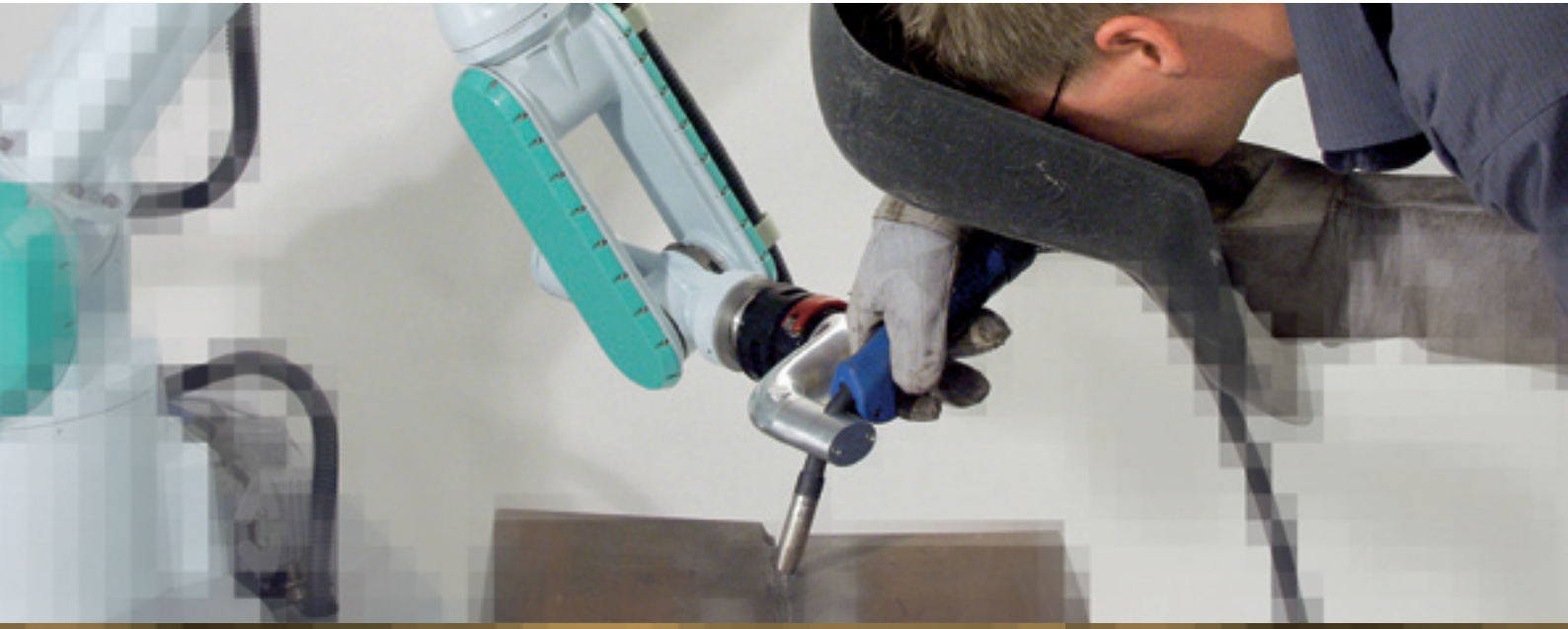
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

AUTONOMIK



Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation

Autonomik

Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand

www.autonomik.de

Text und Redaktion
LoeschHundLiepold Kommunikation, Berlin

Gestaltung und Produktion
LoeschHundLiepold Kommunikation, Berlin

Druck
Silberdruck

Fotos
Titel, S. 4: AUTONOMIK, S. 11: Agilita, S. 14: Autass,
S. 17: Autobaulog, S. 19: AutoPnP: Fraunhofer/Bernd Müller,
S. 22: Dyconet, S. 24: Lupo, S. 27: Claas, S. 30: Robogas-
Inspector, S. 33: rorarob (www.grueter.com),
S. 36: Salsa, S. 39: SmartOR, alle anderen: Fotolia

Herausgeber
Bundesministerium für
Wirtschaft und Technologie
Referat Öffentlichkeitsarbeit / L2
10115 Berlin
www.bmwi.de

Stand
November 2011

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

Innovationspolitik, Informationsgesellschaft, Telekommunikation

Autonomik

Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand

www.autonomik.de

Inhalt

Autonomik – Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand 4

Die Projekte **7**

RAN – Komplexe Netzwerke optimal steuern 8

AGILITA – Passt nicht, gibt's nicht! Flexibles Logistiksystem für die Produktion in KMU 11

AutASS – Anlage mit Hundenase: Motorsignale für permanenten Gesundheits-Check 14

AutoBauLog – Wie Bagger sprechen lernen 16

AutoPnP – Mit Plug&Play zum Robo-Butler 19

DyCoNet – Bewegung macht Fit: Wie autonome Luftfrachtcontainer selbständig ihren Weg finden 22

LUPO – Anprobe für die Traumfabrik 24

marion – vom Einzelkämpfer zum Teamplayer 27

Der **RoboGasInspector** ermittelt: Wie Roboter Gaslecks in technischen Anlagen finden 30

rorarob – Der Berg kommt zum Propheten 33

SaLsA – Fahrerlos und unfallfrei: Wie Transportfahrzeuge schnell und trotzdem sicher werden 36

smartOR – Computer spricht mit Endoskop: Herstellerübergreifende Vernetzung von Medizinprodukten auf Basis von Internettechnologien 39

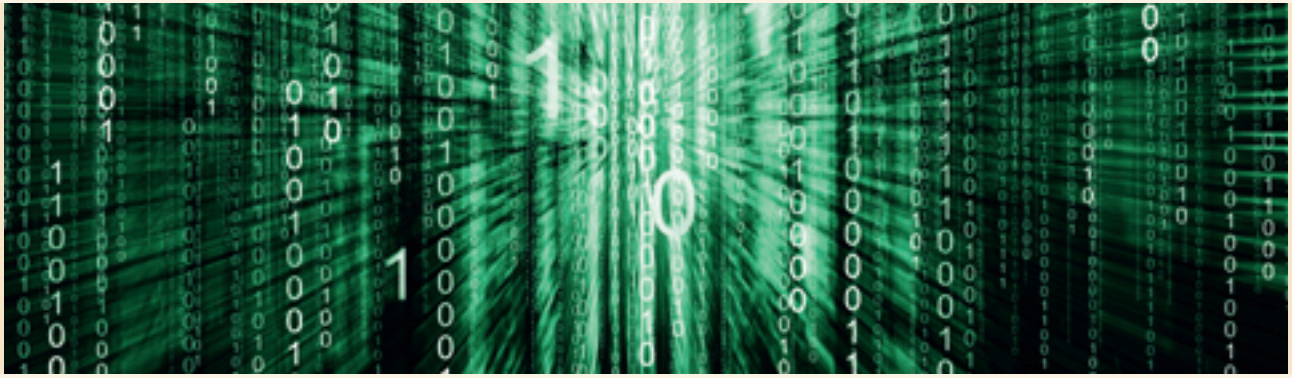
viEMA – Roboter drückt Schulbank: Wirtschaftliche Produktion durch autonome Montage 41

simKMU – Jenseits der Kristallkugel 43

Wissenschaftliche Begleitforschung **46**

Autonomik – Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand

Bausteine für ein Internet der Dinge



Die Zeit ist reif. Die wissenschaftliche Diskussion um die Möglichkeiten eines zukünftigen Internet der Dinge ist in vollem Gang. Die Europäische Kommission fördert bereits in zentralen Forschungsprojekten die Entwicklung von neuen grundlegenden Technologien und Infrastrukturen für ein zukünftiges Internet. Industriegeleitete Technologieplattformen und Forschungscluster auf europäischer Ebene verständigen sich in Abstimmung mit der Politik auf übergreifende strategische Arbeitsprogramme zu Technologien und Anwendungen. Standardisierungsgremien der Industrie, in die sich alle Unternehmen einbringen können, nehmen sich Autonomik-relevanter Themen an. Vor allem sicherheitstechnische und datenschutzrechtliche Aspekte spielen dabei eine große Rolle.

In der wirtschaftlichen Umsetzung zielen deutsche Unternehmen bislang vor allem auf Innovationen durch den Einsatz von RFID-Technologien[1], insbesondere in logistischen Prozessen. Die Möglichkeiten der Gestaltung ganz neuer Geschäftsmodelle auf Grundlage der internetbasierten Vernetzung von intelligenten Objekten in einem zukünftigen Internet der Dinge sind noch unerschlossen. Es gilt, die Chancen dieser Entwicklung frühzeitig aufzugreifen und Deutschland in diesem Segment in eine Spitzenposition zu bringen.

Mit dem neuen Förderschwerpunkt „AUTONOMIK – Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand“ betritt das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie in dieser Hinsicht Neuland. Die angestrebten Entwicklungen umfassen u. a. Technologien aus den Bereichen Service-Robotik, Automatisierung, Objekterkennung, Lokalisierung, Identifizierung, Sensorik, (drahtlose) Kommunikation oder auch Mensch-Maschine-Schnittstellen. Zudem sollen zentrale Fragen der Gewährleistung, Haftung und Sicherheit autonomer Prozesse und Systeme behandelt werden.

Technologisch ist es heute bereits möglich, Komponenten der Informations- und Kommunikationstechnologien und Sensorik in nahezu beliebige Alltagsgegenstände zu integrieren. Waren und Güter können so mit Intelligenz ausgestattet und via Internet in den weltweiten Datenaustausch einbezogen werden. Erweitert wird dieses Paradigma in einem zukünftigen Internet der Dinge durch den Begriff der Autonomie. Abhängig von Situation und Umgebungsparametern werden

1 RFID = Radio Frequency Identification

intelligente Objekte („Smart Objects“) in der Lage sein, eigenständig zu handeln, sich mit anderen Objekten und Systemen zu vernetzen und Interaktionen mit Nutzern intelligent zu unterstützen. Die virtuelle Welt des Internet wird mit der realen Welt verheiratet. Objekte des Internet erhalten gewissermaßen Arme, Beine und Sinnesorgane. Noch fehlt es aber an tragfähigen Modellen und Integrationslösungen zur wirtschaftlichen Realisierung dieser Vision.

Vielfältige Impulse, vor allem auch für industrielle Anwendungen, sind von diesen neuen Technologien zu erwarten. Service-Roboter werden gefährliche Aufgaben eigenständig durchführen oder in der Einzelfertigung als Werkbankassistenten Nutzer unterstützen. Industrielle Fertigungsprozesse werden zukünftig standardmäßig auf digitale Fabrikmodelle übertragen, um die Fertigungsplanung durch Simulationen zu verbessern und um Fehlerquellen möglichst frühzeitig zu erkennen. Intelligente Werkstücke werden in der Lage sein, Fertigungsmittel selbst zu steuern und den eigenen Fertigungsstand sowie mögliche Fehler an die Planungsinstanz zu übermitteln, um mögliche Alternativen zu simulieren.

Ein zusätzlicher AUTONOMIK-Schwerpunkt ist das Verbundprojekt RAN (RFID-based Automotive Network) zur Optimierung und notwendigen Standardisierung von Logistikprozessen für die Automobilbranche auf Basis modernster RFID-Technologien. Hier werden große Potenziale für die Flexibilität der Steuerung produktionslogistischer Prozesse in unternehmensübergreifenden Netzwerken erwartet, mit Auswirkungen auf die gesamte Branche.

Insgesamt haben sich 13 Projektverbünde für eine Förderung durch das BMWi qualifiziert. Die Projekte haben eine Laufzeit von durchschnittlich drei Jahren. Rund 80 Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen wirken an den Vorhaben mit. Das Fördervolumen beträgt zusammen ca. 50 Mio. Euro. Einschließlich des Eigenanteils der Partner wird ein FuE-Investitionsvolumen von ca. 100 Mio. Euro mobilisiert.

In den Fördervorhaben sollen Referenzmodelle und Demonstratoren erarbeitet werden, die Machbarkeit und wirtschaftlichen Nutzen in den verschiedenen Anwendungsbereichen nachweisen. Die Ergebnisse sollen zum Nachahmen anregen und insbesondere Grundlagen für die Bündelung von gemeinsamen Interessen betroffener Branchen für notwendige Standardisierungsschritte schaffen. Eine wissenschaftliche Begleitforschung unterstützt zudem den Informationstransfer sowohl innerhalb des AUTONOMIK-Programms als auch nach außen. Die Begleitforschung steht allen Interessierten als direkter Absprechpartner zu Verfügung. Die Begleitforschung organisiert auch Fachforen, die projektübergreifende Querschnittsthemen wie Standardisierung, Nutzerakzeptanz oder Rechtshemmnisse aufgreifen. Daneben mobilisiert die Begleitforschung durch Netzwerkbildung die Kommunikation und den Erfahrungsaustausch mit betroffenen Branchen.

www.autonomik.de

Die Projekte

RAN – Komplexe Netzwerke optimal steuern

RFID-based Automotive Network – Die Prozesse in der Automobilindustrie transparent und optimal steuern

Individuelle Fahrzeugwünsche, neue Antriebstechnologien und ständige Innovationen erzeugen eine stetig wachsende Variantenvielfalt. Aus diesem Grund konzentrieren sich die Automobilhersteller auf ihre Kernkompetenzen und reduzieren ihre Fertigungstiefe. Dies führt zur Entwicklung komplexer Lieferantennetzwerke.

Die Lieferanten reichen von Kleinbetrieben über mittelständische Unternehmen bis hin zu Konzernen und beliefern die Automobilhersteller aus der ganzen Welt. Die globale Anbindung der Lieferanten mit Schiff, Bahn und LKW integriert zusätzliche Unternehmen in den Produktionsablauf. Somit sind an der Herstellung eines deutschen Fahrzeugs eine Vielzahl an Unternehmen beteiligt, die ein komplexes Produktionsnetzwerk bilden. Diese komplexen Netzwerke gilt es zu steuern.

Im Projekt RAN (RFID-based Automotive Network) soll mit standardisierten Prozessen unter Einsatzmodernster RFID-Technik die Möglichkeit eines effizienten Informationsaustausches mit Hilfe eines Infobrokerkonzeptes für die gesamte Automobilindustrie geschaffen werden. Es geht darum, erstmals branchenweit eine Einigung über standardisierte Methoden zu erzielen, die alle an der Wertschöpfung beteiligten Unternehmen mit einbezieht.

Der Infobroker ermöglicht den standardisierten Austausch prozessrelevanter echtzeitnaher Daten zur Steuerung und Optimierung der Wertschöpfungskette in einem dezentralen Netzwerk. Assistenzsysteme gleichen Plan- und Echtdaten miteinander ab und geben bei Abweichungen Handlungsempfehlungen. Mit diesen Steuerungskonzepten kann auf rasch ändernde Marktsituationen schnell und flexibel reagiert werden.

Standardisiertes Auto-ID-Equipment und Prozessmodule reduzieren Suchaufwände, Sonderaktionen, Fehlerfolgekosten, Produktionsausfall, Bestände und aufwendige Rückverfolgung bei Qualitätsproblemen sowie Durchlaufzeiten. Rollenbeschreibungen für die unterschiedlichen Prozesspartner wie Lieferanten, Dienstleister und OEM erleichtern die Integration ins Netzwerk. Der so entstehende Prozessbaukasten liefert damit die Bausteine und Integrationsleitfäden für neue

Netzwerkteilnehmer. Mit der RAN-Zertifizierung schließt die Integration ab.

Die gemeinsam standardisierten Lösungen werden in den Anwendungsbeispielen prototypisch eingesetzt, verifiziert und optimiert. Einheitliche, branchenweite Vorgaben erleichtern die Zusammenarbeit und sichern eine erhebliche Kostenersparnis.

RAN

Konsortialführung: Daimler AG
Ansprechpartner: Michael Patocka
E-Mail: michael.patocka@daimler.com

- Bayrische Motorenwerke AG
- BIBA - Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH
- BLG LOGISTICS GROUP AG & Co KG
- Cisco Systems GmbH
- Deutsche Post DHL Market Research and Innovation GmbH
- EURO-LOG AG
- Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML
- IBM Deutschland
- IBS AG
- Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb)
- KEIPER GmbH & Co. KG
- REHAU AG+Co
- Robert Bosch GmbH
- SAP Deutschland AG & Co. KG
- Siemens AG
- Universität Karlsruhe, Forschungszentrum Informatik

www.autoran.de

RFID-based Automotive Network

Vorteile mit RAN	
Bisher	**Mit RAN**
Die firmenübergreifende Auftragssteuerung setzt den Einsatz neuer Software-Architekturen voraus, inklusive der Einbindung der Branchenpartner für dessen Nutzung. Weder das Eine, noch das Andere ist zurzeit gegeben	Als oberstes Projektziel wird die firmenübergreifende Auftragssteuerung in der Automobilbranche angestrebt
Bisher wurden Bestellungen im Auftragsverfahren nach EDI (Electronic Data Interchange) durchgeführt. Der VDA empfiehlt dazu diverse Richtlinien, so auch zur Datenfernübertragung	Angestrebt ist die Absicherung des Auftragsverfahrens nach EDI durch aktuelle Prozessdaten, die über die Ausstattung der Ware mit RFID-Technologie erzielt wird
Auch wenn die Steuerungsflexibilität heute schon verbessert ist, bestehen immer noch viele Schwachstellen z. B. durch hohe Umlaufbestände, Produktionsausfall und Schwund und damit bei der Ressourcenplanung und Termintreue	Angestrebt wird eine hohe Steuerungsflexibilität, die es erlaubt, bedarfsorientiert Material zu bestellen, Teile anzufertigen und Produkte zu liefern
Bisher war der Informationsaustausch über EDI vor allem bilateral, es konnten keine Informationsketten hergestellt werden. Es besteht ein geschlossener Informationsaustausch zwischen wenigen Partnern. Es existiert kein System, über das kooperative und koordinierende Prozesse unternehmensübergreifend abgewickelt werden	Mit dem Infobroker soll eine Architektur geschaffen werden, die eine standardisierte, unternehmensübergreifende Auftragssteuerung erlaubt, an die sich Unternehmen anschließen und sich so im gesamten Zuliefernetz abstimmen können. Entwickelt wird der Infobroker als zentraler Informationsverteiler. Hier fließen Auftragsinformationen ein und können abgerufen werden (Zeiten, Orte und Mengen von vorliegenden Materialien)
Es steht keine unternehmensübergreifende Architektur zur Verfügung, die branchenweit akzeptiert ist	Angestrebt wird eine nachhaltige Einführung und Nutzung der Software-Architektur mit offenen Schnittstellen
Keine vergleichbaren Bestrebungen mit entsprechender Branchenwirkung	Es werden Prozesse zur Einführung der Architektur in der Branche vorangetrieben. Insbesondere werden Leitfäden entwickelt
Transponder- und Erfassungstechnologie nur punktuell und nicht einheitlich in die Prozesse der Automobilbranche integriert	Es wird eine durchgängige Transponder- und Erfassungstechnik genutzt
Kein Ansatz zur Vereinheitlichung der Teilekennzeichnung eingeführt. Schemata dazu befinden sich in der Diskussion	Eindeutige, weltweite, firmenübergreifende Kennzeichnung von Teilen wird entwickelt, die auf bestehenden Standardisierungsaktivitäten zu EPC und ISO aufsetzen
Bisher kein relevanter Ansatz zur Realisierung der Anbindung diverser Fremdsysteme	Realisierung der Nutzung durch Dritte durch flexible Prozess- und IT-Integration. Rollenbasierte Prozessbausteine ermöglichen die Anbindung an den Infobroker

AGILITA – Passt nicht, gibt's nicht! Flexibles Logistiksystem für die Produktion in KMU

Agile Produktionslogistik und Transportanlagen

„Höher, schneller, weiter" war gestern. Das Motto der Automatisierung im industriellen Bereich hat heute weit mehr als olympische Qualität: Mit flexiblen Produktionsstrukturen gilt es, auf sich rasch ändernde Marktsituationen und immer kürzere Produktlebenszyklen zu reagieren. Das kann ein Unternehmen nur erfüllen, wenn es der Produktion eine wandlungsfähige Produktionslogistik bereit stellt.

Im Projekt „AGILITA – Agile Produktionslogistik und Transportanlagen" wird ein flexibles und effizientes Materialflusssystem für den Produktionseinsatz in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) entwickelt. In KMU wird heute vorwiegend in Kleinserien und Einzelfertigungen produziert. Aufwändige und komplexe Automatisierungslösungen, wie sie in Großunternehmen eingesetzt werden, findet man aufgrund der hohen Investitionskosten sowie der daraus resultierenden fehlenden Wirtschaftlichkeit meist nicht.

Ein Schwerpunkt der Entwicklungen von AGILITA ist die Verknüpfung der Steuerungssysteme für die Produktion mit RFID-Technologie (Radio Frequency Identification), um so eine autonome Steuerung sowie eine lückenlose Verfolgung der zu bearbeitenden Bauteile zu ermöglichen. Des Weiteren wird die Entwicklung und Umsetzung eines Konzepts für automatisierte, individuell konfigurierbare Transporteinheiten erfolgen, die den speziellen Anforderungen beim Transport hochwertiger Bauteile gerecht werden und so eine hohe Transportsicherheit gewährleisten. Diese flexiblen und rekonfigurierbaren Einheiten, Ladungsträger genannt, werden gleichzeitig für den inner- und überbetrieblichen Transport eingesetzt.

Zur Planung und Steuerung des Materialflusses wird ein Ansatz verfolgt, der bestehende Soll-Vorgaben aus den verwendeten Produktionsplanungs- und -steuerungssystemen mit den aktuellen Ist-Zuständen aus der Logistik- und Betriebsdatenerfassung vergleicht. Durch diese Planung und Steuerung der Materialflüsse in der Produktion wird eine höhere Flexibilität und Reaktionsfähigkeit erzielt und damit ein günstigeres Leistungsvermögen sowie eine Reduzierung ablaufbedingter Reaktions- und Nebenzeiten erreicht. Zur Unterstützung der dezentralen Identifikation von Produkten sowie zur Erfassung und Verarbeitung ablaufrelevanter Daten wird die RFID-

Technologie eingesetzt. Der hierdurch realisierte kontinuierliche Vergleich von strategischen und operativen Informationen in den Bereichen Produkt, Fertigungstechnologie und Fabrik sowie deren direkte Umsetzung in Steuerungsvorgaben wird durch Simulationen der Prozesskette sowie das im Rahmen dieses Projekts zu entwickelnde, neuartige agentenbasierte Manufacturing Execution System (A-MES) ermöglicht. So können die vom Transportsystem beförderten intelligenten Ladungsträger laufend mit Informationen versorgt werden und eigenständig ihren Weg finden. Die vom A-MES generierten Steuerinformationen können direkt an autonom agierende Fahrerlose Transportsysteme (FTS) mit den modularisierten Ladungsträgern übermittelt werden. Dazu wird ein Konzept zur Erstellung von Ladungsträgern nach dem Baukastenprinzip entwickelt und umgesetzt. Durch Kombination der Multiagenten-, RFID-, FTS-, Transportträger- und Simulations-Technologie wird die Vision der Selbststeuerung der Produktion sowie der ganzheitlichen Verfolgung von Produkten entlang der gesamten Wertschöpfungskette nachhaltig realisiert. Hierdurch wird bei Veränderung der Rahmenbedingungen oder auftretenden Störungen eine Planung korrigiert und somit das Weiterlaufen der Produktion nachhaltig gesichert.

AGILITA

Konsortialführer: Premium Aerotec GmbH

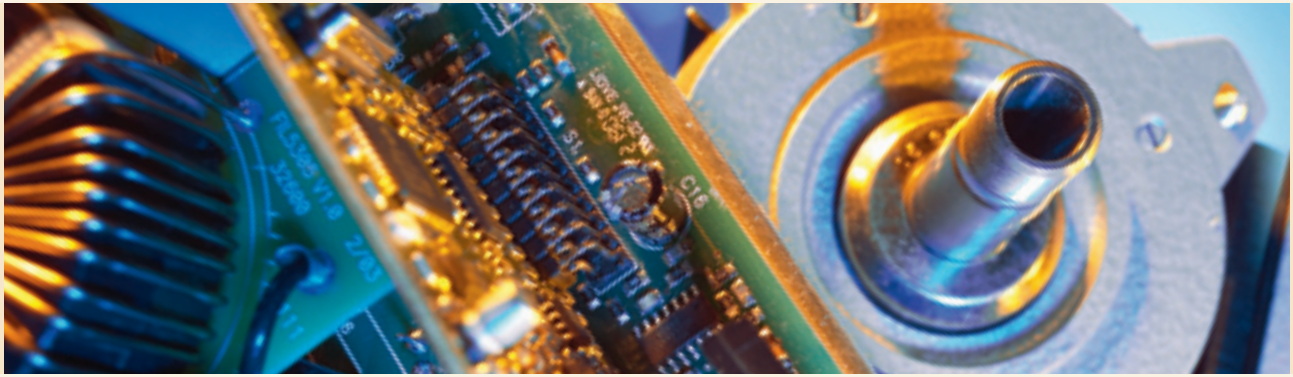
Ansprechpartner: Mark Eikötter
E-Mail: eikoetter@ifw.uni-hannover.de

- E&K Automation GmbH
- Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) an der Leibniz Universität Hannover
- MFP GmbH
- Waldemar Winckel GmbH & Co. KG

www.agilita-projekt.de

Vorteile mit AGILITA	
Bisher	**Mit AGILITA**
Bestehende Potenziale zur Optimierung des Materialflusses innerhalb der Produktion werden nicht effizient genutzt. Die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen leidet darunter	Der Materialfluss innerhalb der Produktion wird durch den Einsatz eines Simulationsmodells optimiert. Hierdurch können geeignete Fertigungstechnologien für die Produktion ausgewählt und für den jeweiligen Einsatzbereich eingeplant sowie parametriert werden
Die Steuerung der Produktion erfolgt manuell. Störfälle müssen erkannt und vom Personal aus der Produktion beseitigt werden. Die Lieferfähigkeit der Unternehmen wird hierdurch negativ beeinflusst	Durch den Einsatz eines Fertigungsmanagementsystems (agentenbasiertes Manufacturing Execution System A-MES) wird die Produktion zuverlässiger gesteuert. Hierdurch wird die künstliche Intelligenz der Produktion erhöht und z. B. Störfälle schneller behoben. Die Lieferfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit produzierender Unternehmen wird verbessert
Kein Simulationsmodell vorhanden	Durch den Aufbau eines Simulationsmodells kann der Material- und Informationsfluss in der Fertigung simuliert werden. Dadurch wird die Optimierung des AGILITA-Ansatzes erreicht. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sind auf andere Fertigungstopografien übertragbar
Der Informationsfluss innerhalb der Unternehmen ist nicht durchgängig. Hierdurch entsteht ein erheblicher Abstimmungsaufwand zwischen verschiedenen Abteilungen.	Durch die Implementierung eines Fertigungsmanagementsystems (A-MES) werden Informationen zu Produkten autonom und durchgängig erfasst. Relevante Informationen wie z. B. der bestehende Fertigungsstatus sind hierdurch zu jeder Zeit seitens der betroffenen Abteilungen ermittelbar
Keine elektronische Erfassung/Identifizierung der Waren	Durch die Implementierung der RFID-Technologie in der Produktion können Fertigungsteile und Fertigungsstand jederzeit erfasst werden
Aktuell verwendete Bauteil- bzw. Ladungsträger können lediglich ein eingeschränktes Bauteilspektrum transportieren. Hierdurch müssen für unterschiedliche Bauteile verschiedene Trägersysteme verwendet werden. Eine Kopplung des Trägersystems mit dem Fertigungsmanagementsystem existiert bisher nicht	Durch den neuartigen Bauteil- bzw. Ladungsträger kann ein besonders breites Bauteilspektrum transportiert werden. Hierdurch werden weniger Trägersysteme benötigt. Durch die Kopplung mit dem Fertigungsmanagementsystem (A-MES) ist z. B. die aktuell zu Verfügung stehende Menge an Bauteilträgern direkt ersichtlich
Aktuell erfolgt der Transport der Produkte (hier Flugzeugspante) manuell. Hierbei kann es aufgrund der Größe der hochwertigen Produkte zu kostenintensiven Beschädigungen kommen	Das neuartige Fahrerlose Transportsystem wird durch die RFID-Technologie direkt mit dem Fertigungsmanagementsystem verbunden. Hierdurch erfolgt der Transport automatisiert, so dass kostenintensiver Ausschuss vermieden wird

AutASS – Anlage mit Hundenase: Motorsignale für permanenten Gesundheits-Check



Autonome Antriebstechnik durch Sensorfusion für die intelligente, simulationsbasierte Überwachung & Steuerung von Produktionsanlagen

Die Nase ist der Gesundheits-Sensor des Hundes. Ein Griff an eben jene und die Diagnose steht fest. Ist sie feucht und kalt, ist meistens kein Anlass zur Sorge gegeben, heißt es. Der Gesundheitszustand einer Maschinenanlage lässt sich nicht so einfach feststellen. Sind bereits Anzeichen einer „Erkrankung" zu erkennen, z. B. das Auslaufen von Flüssigkeiten, ist es meistens schon zu spät. Zwar gibt es auch heute schon die Möglichkeit, automatisierte Prüfungen durchzuführen. Diese sind aber sehr unsicher, aufwändig, teuer und besonders für kleine und mittelständische Unternehmen kaum finanzierbar. Deshalb dominieren heute Lösungen, die im Schadensfall einen zeitnahen Service gewährleisten. Lösungen, die bereits im Vorfeld mögliche, sich anbahnende Schäden erkennen, existieren nicht.

Das Projekt AutASS setzt hier an und will für Maschinenanlagen einen permanenten „Gesundheits-Check" entwickeln. Ziel von AutASS ist die Integration sensorischer Funktionen in elektrische Antriebssysteme, wie etwa Elektromotoren. Damit werden intelligente und autonome Diagnosefähigkeiten (Selbstdiagnose) einzelner Komponenten des Antriebssystems und des Prozesses geschaffen und so ein sogenannter mechatronischer Regelkreis realisiert. Dabei wird frühzeitig und verlässlich der „Gesundheitszustand" (Überlastung, Verschleiß, Lebensdauerprognose usw.) elektrischer Antriebe ermittelt. Auch nachfolgende Prozesse können durch Auswertung von Messsignalen über flexible und modulare Zusammenführung von Sensorfunktionen bezüglich ihrer „Gesundheit" bewertet werden. Alle Sensoreinheiten sind dabei drahtlos mit einer „intelligenten Elektronik" verbunden. Die dort vorhandenen Algorithmen zur Signalanalyse sichern die autonome Arbeitsweise der „intelligenten Elektronik" ab. Diese „intelligenten Elektroniken" sind dann an eine Diagnosezentrale angebunden. Sie dient der Durchführung von Untersuchungen (Trendanalysen, Schwellwertdefinitionen, Schadensprognosen, etc.) sowie der Überwachung, Steuerung und Ergebnispräsentation.

Im Rahmen des Projektes sollen Demonstratoren zur Veranschaulichung der praktischen Realisierbarkeit sensorgestützter Antriebssysteme und zur Evaluation von Funktionsmodellen im Anwenderumfeld realisiert werden. An einem konkreten Beispiel wird die benötigte

Wissensbasis durch Simulationen, Messungen und experimentelle Untersuchungen des Gesamtsystems sowie durch eine Schadensmodellierung und -simulation gewonnen.

Außerdem wird durch eine verbesserte Zuverlässigkeit eine Erhöhung der Prozesssicherheit erzielt.

AutASS

Konsortialführer: Hanning Elektro-Werke GmbH & Co. KG
Ansprechpartner: Dr. Harald Buchalla
E-Mail: Harald.Buchalla@hanning-hew.com

- Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen
- Hochschule Ostwestfalen-Lippe
- Interroll Trommelmotoren GmbH
- RWTH Aachen
- Universität Paderborn

www.autass.org

Vorteile mit AutAss	
Bisher	**Mit AutASS**
Diagnosefunktionen können nur mit hohem Aufwand an teurer und sensibler Sensorik realisiert werden	Motor als Sensor
Sensoren arbeiten nicht vernetzt und haben Einzelfunktionen	Sensoren interagieren in Netzwerken
Maschinen innerhalb eines Fertigungsprozesses fungieren als separate Einheiten mit geringem Prozessfeedback	Internet der Maschinen; alle Informationen sind zu jeder Zeit an jedem Ort verfügbar
Niedrige Prozesssicherheit durch lückenhaftes Monitoring	Prozesssicherheit durch optimale Prozessüberwachung
Selbstdiagnosefähigkeiten beschränken sich auf elementare Kernfunktionen	Selbstdiagnosefähigkeiten in der gesamten Prozesskette
Recht hohe und unvorhersehbare Stillstandszeiten	Verminderte Stillstandszeiten durch transparente Prozessparameter
Datentransfer durch Nutzung etablierter und robuster Systeme; schnelle Verfügbarkeit, einfache Installation und Bedienung sind entscheidende Kriterien	Datentransfer via Industrial Ethernet

AutoBauLog – Wie Bagger sprechen lernen

Autonome Steuerung in der Baustellenlogistik

Der Bagger ist „sprachlos“. Deshalb weiß er bislang nicht, wann der nächste LKW zum Beladen kommt, ob es für ihn an anderer Stelle Wichtigeres zu tun gibt oder ob es nicht vorteilhaft wäre, wenn er von einem anderen Bagger Unterstützung bekäme.

AutoBauLog will daher sämtliche Baumaschinen einer Großbaustelle im Tiefbau so intelligent vernetzen, dass sie künftig ihre Situation im Zusammenhang mit den ihnen übertragenen Aufgaben wahrnehmen, bewerten und optimieren können. Dazu werden sie in die Lage versetzt, als weitgehend eigenständige und zielgesteuerte Einheiten zu handeln.

Beim Neubau eines 15 Kilometer langen Autobahnabschnitts wird die Strecke zum Beispiel in mehrere Bauabschnitte eingeteilt. In einigen Bauabschnitten sind Maschinenteams damit beschäftigt, Boden auszuheben. Andere Maschinenteams bauen den ausgehobenen Boden an anderer Stelle wieder ein, da die künftige Straße auf einem Damm verlaufen wird. LKWs sind gleichzeitig damit beschäftigt, überschüssigen Boden auf Erddeponien abzufahren. Oder sie bringen ihn zur späteren Verwendung zu Zwischenlagerstätten auf der Baustelle. An den Zwischenlagerplätzen arbeiten zusätzliche Maschinen, die mit dem Verteilen des angelieferten Bodens oder dem Wiederverladen von angefordertem Boden beschäftigt sind. Möglicherweise sind also einige Dutzend Großmaschinen (Bagger, Raupen, Radlader, Grader, Walzen, ...) und eine hohe Anzahl von LKW gleichzeitig über 15 km verteilt im Einsatz. Heute sind lediglich Arbeitsabläufe einzelner Maschinen automatisiert. Die Koordination der Zusammenarbeit der Maschinen untereinander erfolgt noch manuell und ist bei eintretenden Störungen anfällig. AutoBauLog will die Baumaschinen besser in den Griff kriegen und dafür sorgen, dass sie sich möglichst situationsbedingt optimal organisieren.

Der Lösungsansatz in AutoBauLog beinhaltet drei Innovationen: (1) Ausstattung von Baumaschinen mit softwarebasierter Intelligenz und Sensorik, (2) Befähigung von Baumaschinen zum Kooperieren und zum Formieren von Maschinenteams und (3) Zusammenführung der maschinenbasierten Bauprozesse in einem durch Virtual-Reality und Simulation unterstützten Leitstand.

AutoBauLog nutzt Konzepte von Autonomie auf den Ebenen der Maschine, des Teams und des Leitstands. Die damit verbundene Struktur verteilter, situativer Entscheidungsfindung unter Einbeziehung aller drei Ebenen überlässt der einzelnen Maschine die Entscheidung, ob sie ein aktuelles Problem allein, im Team oder mit Unterstützung des Leitstandes lösen kann; zusätzlich kann sie ihre Situation selbständig bewerten und ihr damit verbundenes Wissen in eine permanent ablaufende Prozessverbesserung einbringen. Durch dieses Prinzip werden höchste Effizienz und Geschwindigkeit in der (Neu-) Organisation des Bauablaufs gewährleistet. Um das gesamte System AutoBauLog rund zu machen, wird der Leitstand in die Lage versetzt, eine zeitnahe Bewertung des Ist-Zustands der Baustelle vorzunehmen und ihre künftige Entwicklung in verschiedenen Szenarien über Simulation zu prognostizieren.

Die Ergebnisse von AutoBauLog sollen auf einer realen Großbaustelle überprüft werden, um sie anschließend für die Verwertung in der von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) besonders stark geprägten Bauwirtschaft aufzubereiten und weiter zu entwickeln.

AutoBauLog

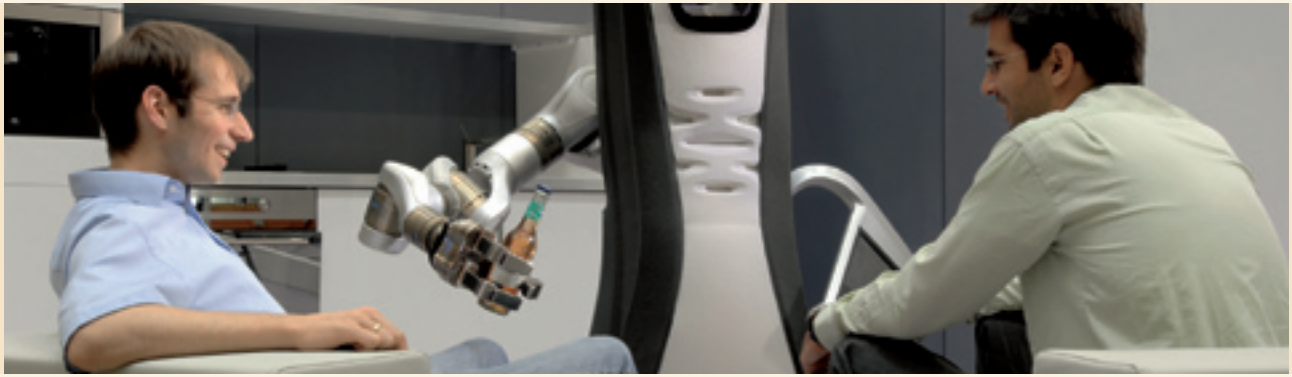
Konsortialführer: RIB Information Technologies AG
Ansprechpartner: Hans Schulz
E-Mail: Hans.Schulz@rib-software.com

- Universität Hohenheim, FZID
- Topcon Deutschland GmbH
- Drees & Sommer Infra Consult und Entwicklungsmanagement GmbH
- Ed. Züblin AG
- Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Technologie und Management im Baubetrieb und Fachgebiet Building Lifecycle Management

www.autobaulog.de

Vorteile mit AutoBauLog	
Bisher	**Mit AutoBauLog**
Autonomie ist nicht vorhanden	Baumaschinen handeln als autonome Agenten im Verbund
Keine operative Entscheidungsunterstützung für die Projekt-/Bauleitung	Entscheidungen werden von der autonomen Maschine über das Team bis hin zum Leitstand eskaliert. In letzter Instand entscheidet der Mensch, sollte die Entscheidungsfindung im System nicht erfolgreich sein
Situation auf der Baustelle findet Berücksichtigung beim Fahrer. Ineffizienzen in seinem mit anderen Akteuren vernetzten Arbeitsprozess werden in Kauf genommen	Auf der Baustelle über Sensoren an Maschine erfasste Situation findet Einfluss in dezentrale Entscheidungsfindung. Ziel ist es, durch automatische Situationserfassung ein Optimum auf Ebene der Gesamtbaustelle herzustellen
Keine Simulation im operativen Baugeschäft	Simulation als Entscheidungsunterstützung und Prognosewerkzeug in jeder Bauphase
Störfälle führen zu Nachberechnungen hinsichtlich erforderlicher Terminverschiebungen	Störfälle führen zur automatisierten Neuausrichtung der Baustelle anhand eines aktualisierten Bauprozessmodells
Projekt-/Bauleitung bewertet den Baufortschritt zeitverzögert nach Augenschein oder nach unabhängigem Aufmaß	Sämtliche Baufortschritts- und Leistungsdaten werden maschinenseitig erfasst und im Leitstand visualisiert.
Bauwerksmodell ist quasi-statisch. Eine Aktualisierung erfolgt durch geodätische Aufnahme des Bauwerks-Ist-Zustandes und CAD-gestützte Einarbeitung bzw. Aktualisierung	Dynamische Aktualisierung des Bauwerksmodells durch Rückfluss von Geometriedaten, die auf Baumaschinen erfasst werden, und automatisiertes Einarbeiten in das Bauwerksmodell
Evtl. vorgesehenes Bodenschichtmodell ist statisch	Dynamische Aktualisierung des Bodenschichtmodells durch Rückfluss von Schichtwechselinformationen, die auf Baumaschinen im Tiefbau erfasst werden, und automatisiertes Einarbeiten in das Bodenschichtmodell
Rudimentäre Möglichkeiten, den Baufortschritt bzgl. Geometrie zu visualisieren	Virtual Reality-unterstützte Visualisierung des Baufortschritts in nahezu Echtzeit

AutoPnP – Mit Plug&Play zum Robo-Butler



Plug&Play für Automatisierungssysteme

Anfang der 90er Jahre musste ein Computerbesitzer noch über die Kenntnisse eines IT-Spezialisten verfügen, um am heimischen PC eine einfache Maus auszutauschen. Zahlreiche neue Treiber galt es dazu auf den Rechner zu übertragen. Heute ist „Plug&Play“ Standard: neue Peripheriegeräte unterschiedlicher Hersteller können ohne neue Einstellungen an den Computer angeschlossen werden.

Was heute für den PC gilt, soll in Zukunft auch für Robotersysteme Anwendung finden. Sie sollen flexibel einsetzbar sein und möglichst schnell für die Produktion neuer Produkte umgerüstet werden können. Dazu verfügen heutige Serviceroboter oder Industrieroboter aber noch nicht über nötige Plug&Play-fähige Hard- und Software-Standards zum schnellen Austausch und zur Konfiguration funktionsbestimmender Komponenten.

Plug&Play für robotische Systeme heißt deshalb das Ziel des Projekts AutoPnP, also die einfache, kostengünstige Integration verschiedener Hard- und Softwarekomponenten in bestehende Systeme, um Roboter an ihre neue Aufgabe anzupassen. Dazu soll eine offene Software-Infrastruktur entwickelt werden, in die neue Komponenten wie Prozessoren, Sensoren und Aktoren unkompliziert ebenso integriert werden können wie neue Software-Module. Außerdem geht es darum, dass mehrere Service-Roboter ihr Zusammenspiel, z. B. in einer Produktionsstraße, möglichst autonom organisieren sollen. Analog zur Informationstechnik, bei der eine sogenannte serviceorientierte Architektur (SOA) dazu dient, Dienste einheitlich zu beschreiben und wieder verwendbar zu machen, zielt AutoPnP auf die Entwicklung einer neuen Grundlage für eine standardisierte Beschreibung von Diensten, Komponenten und Schnittstellen in der Automatisierungstechnik. AutoPnP wird dazu prüfen, in wieweit SOA auch als Basis für eine auf Automatisierungssysteme angepasste Standardisierung geeignet ist.

Die Interoperabilität einzelner Komponenten innerhalb derselben Hard- und Software-Infrastruktur und damit die Plug&Play-Fähigkeit soll in zwei Anwendungsszenarien prototypisch erprobt werden:

In einem gewerblichen Szenario soll ein autonomer mobiler Roboter mit Plug&Play-Fähigkeiten als „elektronischer Butler“ fungieren. Er soll gewerblich genutzte

Innenräume selbständig reinigen. Die Komponenten werden für unterschiedliche Aufgabenstellungen (z. B. Boden wischen oder staubsaugen) angepasst. Damit soll die direkte wirtschaftliche Verwertbarkeit eines solchen Plug&Play-fähigen Systems im Gegensatz zu Spezialrobotern unter Beweis gestellt werden.

Im Szenario der „wandelbaren Fabrik“ werden mit Plug&Play zwei wesentliche Ziele in der Produktionsautomatisierung verfolgt: Plug&Play-fähige Service-Roboter sollen die Rüstzeiten (einschließlich Programmierung) bei der Umgestaltung der Produktion, im Vergleich zu bisherigen Verfahrensweisen, deutlich reduzieren. Außerdem sollen wandelbare Service-Roboter zu mehr Flexibilität in der Produktion beitragen: Je nach Konfiguration sollen Service-Roboter sowohl in der Serienfertigung als auch für Einzelfertigungen zur Erfüllung abweichender Kundenwünsche einsetzbar sein. In der Einzelfertigung wird bislang meist auf manuelle kostenintensive Fertigungsmethoden zurückgegriffen.

AutoPnP

Konsortialführer:
Technische Universität Berlin, DAI-Labor
Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. habil. Sahin Albayrak
E-Mail: sahin.albayrak@dai-labor.de

- fortiss GmbH
- Dussmann AG
- Festo AG
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)
- Schunk GmbH

Vorteile mit AutoPnP	
Bisher	**Mit AutoBauLog**
Hoher Aufwand für die Schaffung von Automatisierungssystemen, da keine oder nur eingeschränkte Wiederverwendbarkeit von bestehenden Komponenten gegeben.	AutoPnP-Architekturen ermöglichen hohen Grad an Wiederverwendbarkeit. Softwarekomponenten, Planungsmuster und Aufgabenumsetzungen werden in Archiven (Repositories) gespeichert. Sie lassen sich einfach und effizient in neue Automatisierungslösungen einsetzen.
Einsatz von Automatisierungslösungen und Service Robotern wegen spezialisierter Entwicklungen nur in speziellen Aufgabengebieten.	Die Softwarearchitektur lässt sich leicht auf beliebige – auch komplexe - Systeme übertragen. Sehr gute Erweiterbarkeit, die auch einfache Treibereinbettung neuer Hardware zulässt. Dies ermöglicht die breite wirtschaftliche Nutzung.
Die Umrüstung bzw. flexible Umgestaltung von Produktionsstationen ist kaum oder nur aufwendig möglich.	Die flexible Softwarearchitektur und der Zugriff auf ein Archiv unterstützen die schnelle Umrüstung für die Fertigung neuer Produkte.
Automatisierungslösungen sind für spezielle Anwendungsfelder entwickelt und daher wenig miteinander kompatibel.	Die in AutoPnP entwickelte Middlewarelösung vereinheitlicht verschiedene Automatisierungslösungen (z. B. Industrie- und Heimautomatisierung). Durch klare Spezifizierung der Kernaspekte von Basisfunktionalitäten lassen sich die verschiedenen Grundfunktionalitäten beliebig übertragen und universell verwenden.
Programmierung von Aufgaben für Roboter sind nur durch Spezialisten möglich.	Computernutzer ohne Kenntnisse in Robotik können die Programmierung des Roboters durchführen.
Service- Roboter werden in geringer Stückzahl produziert.	Verringerung des Aufwandes für Fertigung, Konfiguration und Programmierung ermöglicht Produktion in hoher Stückzahl.
Pflege und Aktualisierung des Automatisierungssystems oder eines Serviceroboters mit hohem Aufwand verbunden.	Spezielle Softwarewerkzeuge, das Archiv und automatische Updates vereinfachen Wartung und Aktualisierung des Systems.
Neu entwickelte Dienste können nur mit hohem Aufwand auf andere Bereiche übertragen werden.	Neue Dienste können über das Archiv schnell für andere Bereiche zur Verfügung gestellt werden.
Geringer Einsatz von Service- Robotern in wenigen Einsatzbereichen.	Einfachere Konfiguration und Programmierung ermöglichen Einsatz von Service- Robotern in unterschiedlichen Bereichen.
Durch die proprietäre Entwicklung von Softwarekomponenten in Nischenanwendungen ist der Aufwand für die Einarbeitung und die Entwicklung der darauf basierenden Komponenten hoch.	Die standardisierte Softwarearchitektur und die Unterstützung durch die Middleware erleichtern die Einarbeitung, die Entwicklungszeit und den Dokumentationsaufwand.
Hohe Heterogenität der Beschreibungen für Komponenten, Schnittstellen, Dienste und Datenstrukturen.	Es existiert die Grundlage für die Schaffung eines Standards für Komponenten, Schnittstellen, Dienste und Datenstrukturen.

DyCoNet – Bewegung macht fit: Wie autonome Luftfrachtcontainer selbständig ihren Weg finden

Entwicklung energieautarker, intelligenter Netzwerke von Ladungsträgern in der Luftfrachtindustrie

Litchis aus China, Tomaten aus Spanien und Fisch aus Alaska: Auch wenn's von weiter weg kommt, muss es frisch sein. Jährlich werden zig Tonnen frischer Lebensmittel per Luftfracht über den Globus verteilt. Das stellt immer höhere Anforderungen an die logistischen Prozesse. Die umfassende Verfügbarkeit von Logistikdaten über die Unternehmensgrenzen hinaus und ein möglichst autonomer Materialfluss sind für den reibungslosen Ablauf von Distributionsprozessen von entscheidender Bedeutung. Objekte wie z. B. Transportbehälter müssen dazu in die Lage versetzt werden, miteinander zu sprechen, um einen autonomen Materialfluss aufzubauen. Bisher wurden vielfach betriebliche Infrastrukturen mit RFID genutzt, um die Vernetzung der Objekte zu erreichen.

DyCoNet will deshalb am Beispiel von Luftfrachtcontainern eine alternative Lösung unter Nutzung vorhandener Infrastrukturen aufbauen. Das Projekt will für die grenzenlose Vernetzung der Objekte überall erreichbare Technologien wie GSM/UMTS und GPS nutzen. Darüber hinaus soll das System energieautark funktionieren. So ist keine Änderung an den bisherigen Prozessen und kein Aufbau neuer Infrastrukturen nötig. Es sollen völlig autonome Luftfrachtcontainer entwickelt werden, die ohne betriebliche Infrastruktur mit energieautarken Funkknoten ausgestattet sind und mit einem übergreifenden Unternehmensnetzwerk überall auf der Welt interagieren können. Daten der Umwelt werden durch Sensoren erfasst und in sinnhafte Handlungen in der Realität, wie das Auslösen von Alarmen oder das Anfordern von Transportmitteln, umgesetzt.

Bisher konnten Technologien wie GSM/UMTS und GPS für logistische Objekte, wie in diesem Fall den Luftfrachtcontainern, aufgrund ihrer aktiv sendenden GSM/UMTS-Komponenten nicht eingesetzt werden. Internationale gesetzliche Vorschriften erlauben keine aktiv sendenden Funkkomponenten während der Flugphasen. Bei DyCoNet werden sendende Funkkomponenten mit einem speziell entwickelten Gerät automatisch während aller Flugphasen sicher ausgeschaltet. Weiter ist die Abhängigkeit von Batterien zur Energieversorgung für den zu entwickelnden Luftfrachtcontainer eine zentrale Herausforderung. Der manuelle Prozess des Aufladens oder gar das Auswechseln ist zeit- und kostenintensiv, daher sind alternative Lösungsansätze gefragt. Das hohe

Energiepotenzial von Energy Harvesting, also der Speicherung von Umgebungsenergie, die durch Transportvibration, Temperaturunterschiede und Sonnenexposition entsteht, soll die Container ebenso unabhängig von Batterien machen, wie eine entsprechende Miniaturisierung der Elektronik im Zusammenspiel mit neuen Softwarekonzepten.

Die Wirtschaftlichkeit der einzusetzenden Technologie ist durch die Optimierung der kompletten Transportkette von überwiegend kostenintensiven Gütern erreichbar. Dies umfasst Laufzeitenminimierung, Schwundvermeidung und Verminderung von Transportschäden.

DyCoNet

Konsortialführer: Lufthansa Cargo AG
Ansprechpartner: Markus Witte
E-Mail: markus.witte@dlh.de

- EnOcean GmbH
- Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik
- InnoTec DATA GmbH & Co. KG
- Jettainer GmbH
- PalNet GmbH

www.dyconet.de

Vorteile mit DyCoNet	
Bisher	**Mit DyCoNet**
Keine Vernetzung von Containern	Ad-hoc (selbständige) Vernetzung von Containern untereinander
Bisher Telematik nur begrenzt einsetzbar	Autarke Module ohne Wartung
Kurze Akkulaufzeiten	Automatisches Aufladen der Batterien durch Nutzung von Energy Harvesting-Technologien
Keine Sensorik zur Temperaturüberwachung	Temperaturmessung und -überwachung des Containerinnenraumes
Bisherige Konzepte haben zu hohen Aufwand bei der Umsetzung in Bezug auf Hardware und Software, sowie dem Betrieb und der Wartung des Systems	Durch DyCoNet keine Änderungen an den bisherigen Prozessen und kein Aufbau neuer Infrastruktur notwendig
Manuelle Ladeplanerstellung	Ermöglicht durch im Container integrierte Waage die automatische Erstellung eines (energie-)optimalen Ladeplanes für die Flüge (ideale Lastverteilung im Rumpf)
Manuelle Erzeugung aller Begleitpapiere	Begleitpapiere können automatisch aus den gespeicherten Daten zur Ladung erzeugt werden
Keine zentrale Übersicht, wo sich Container und Waren aktuell weltweit aufhalten. Daten werden auf Grund von aktuellen Buchungen prognostiziert	Durch die Nutzung vorhandener Infrastrukturen jederzeit einen echtzeitfähigen Überblick, wo sich Ladungsträger weltweit befinden

LUPO – Anprobe für die Traumfabrik

Leistungsfähigkeitsbeurteilung unabhängiger Produktionsobjekte

Die Anprobe soll zeigen, ob die Brille wirklich passt. Ob nun im Geschäft oder virtuell: Kaum etwas wird gekauft, ohne vorher genau inspiziert oder anprobiert zu werden – denn ein Fehlkauf könnte teuer sein.

LUPO will diese „Anprobe“ auch für den Einsatz neuer Technologien in der Produktion einführen. Das Projekt entwickelt ein Verfahren, das den Einsatz autonomer Technologien noch vor der realen Anpassung der Prozessumgebung auf ihre Wirtschaftlichkeit untersucht.

Wer im Wettbewerb bestehen will, muss auf Veränderungen kurzfristig reagieren und damit ein hohes Maß an Flexibilität und Reaktionsgeschwindigkeit in der Produktion aufweisen. Die zentrale Planung und Steuerung der Produktion erweist sich oft als zu träge, um mit den veränderten Marktanforderungen standhalten zu können. Durch Mengenschwankungen und individuelle Kundenwünsche ergibt sich die Notwendigkeit, Entscheidungen zu unterschiedlichen Produktgruppen in selbständige, lokal gesteuerte Prozessketten zu verlagern. Mit Hilfe verschiedener Technologien kann diese Autonomie und Dezentralisierung realisiert werden. Grundlage sind intelligente Werkzeuge und Systeme mit erweiterten Speicher- und Kommunikationsfähigkeiten sowie Sensorik zur eigenständigen Vernetzung, Umwelterfassung und Aufgabenerfüllung. Durch die Steuerung direkt am Ort des Geschehens kann die Komplexität reduziert und beherrschbar gemacht werden.

Technologien wie beispielsweise RFID zur Identifikation von Gegenständen und Manufacturing Execution Systeme (MES) zur dezentralen Steuerung von Fertigungs- und Montageeinrichtungen sind zwar durchaus verfügbar. Sie sind allerdings noch nicht überall in dem Maße verbreitet, dass sie zur Steigerung von Effizienz und Wirtschaftlichkeit in der Fertigung und Montage beitragen könnten. Ohne eine Anpassung der Prozessumgebung und -anbindungen ergibt sich nur geringes Optimierungspotenzial.

Der Nachweis der Wirtschaftlichkeit für den jeweiligen Anwendungsfall gestaltet sich allerdings schwierig. Vor allem kleine und mittelständische Unternehmen können dies nicht ohne Weiteres aus eigener Kraft realisieren. Sie benötigen die Möglichkeit, schnell und kostengünstig belastbare Aussagen zur Wirtschaftlichkeit

von Technologien und Produktionsstrategien für genau ihre Situation in der Werkhalle zu erhalten.

Für diesen Nachweis entwickelt LUPO einen hybriden Simulator, der eine simulationsbasierte Prüfung von Entscheidungsalternativen mit physischen Demonstratoren kombiniert. Der Simulator besteht aus den Modellen für eingesetzte Maschinen – Demonstratoren genannt –, Werkstücken und Werkzeugen, Ladungsträgern, Förderstrecken und Boxen, die je nach Bedarf zusammengeschaltet sind. Ein Demonstrator besteht aus einer Box, die einen Minicomputer, Kommunikations- und Interfacehardware und integrierte Bildschirme zur Visualisierung des Zustandes und aktueller Parameter beinhaltet. Diese hybride Simulation soll den Planern in der Fertigung helfen, sich eine annähernd reale Vorstellung der Prozessveränderungen machen zu können, ohne dass der reale Produktionsprozess tatsächlich gestört wird.

Mit Hilfe des Simulators können zukunftsträchtige Technologien sowie alternative Strategien und Maßnahmen schnell auf ihre Einsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit getestet werden, bevor sie in der realen Produktionsumgebung eingesetzt werden. Nach Projektende soll LUPO als Dienstleistung angeboten werden.

LUPO

Konsortialführung: Universität Potsdam
Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Norbert Gronau
E-Mail: ngronau@wi.uni-potsdam.de

- Deutsche Kahneisen Gesellschaft mbH
- MPDV Mikrolab GmbH
- OHST Medizintechnik AG
- OKE Automotive GmbH & Co. KG

www.lupo-projekt.de

Vorteile mit LUPO	
Bisher	**Mit LUPO**
Begrenzte Nutzung von autonomen Technologien	Höhere Nutzung autonomer Technologien in der Produktion aufgrund fundierter Analysen zu Nutzen und Aufwand in der Produktion wegen fehlender Erfahrungswerte
Produktionsrealität wird durch reine PC-Simulation nicht widergespiegelt	Berücksichtigung weiterer realitätsrelevanter Aspekte der Produktion durch Kombination von gegenständlicher und PC-gestützter Simulation
Geringe Vernetzung und Interaktionsfähigkeit von Produktionsobjekten innerhalb der Fertigung	Vereinfachung des Informationsaustausches autonomer Produktionsobjekte durch Schaffung einheitlicher Schnittstellen und eine damit verbundene größere Nutzung
Aufwändige Tests bei Produktionsanläufen und somit hohe Investitionsaufwände und Verzögerungen	Kostengünstige Tests für Produktionsanläufe sowie deren Nutzenwertung, ohne Verursachung von Störungen der realen Produktion
Zentrale Produktionssteuerung und -planung mit komplexen IT-Infrastrukturen	Komplexitätsreduzierung durch dezentrale Produktionssteuerung und -planung sowie Steigerung der Prozess- und Systemstabilität; dadurch Erhöhung der Schnelligkeit der Simulation
Optimierung der Produktion mit einer reinen zentralen Steuerung und Planung nur bedingt möglich	Autonome Technologien ermöglichen „Selbstoptimierung“ und damit verbunden eine Verbesserung des gesamten Systems
Aufwändige Analysen und Darstellung des Nutzens autonomer Technologien in der Produktion	Schnelle und strukturierte Ermittlung des Nutzens autonomer Technologien in der Produktion durch den Einsatz der hybriden Simulationsumgebung
Aussagen über den optimalen Grad an dezentraler und zentraler Produktionssteuerung und -planung nur durch aufwändige und zeitintensive Analyse möglich	Schnelle und fundierte Aussagen zu dem optimalen Grad an dezentraler und zentraler Produktionssteuerung und -planung durch den Einsatz autonomer Technologien

marion – Vom Einzelkämpfer zum Teamplayer

Mobile autonome, kooperative Roboter in komplexen Wertschöpfungsketten

In globalisierten Wertschöpfungsnetzen besteht ein erheblicher Kostendruck. Die Optimierung einzelner Teilschritte oder einzelner Maschinen reicht nicht mehr aus, um im Wettbewerb bestehen zu können. Vielmehr versuchen Unternehmen Produktivitätssteigerungen durch intelligentes Management der gesamten Wertschöpfungskette zu erzielen. Dies gilt insbesondere für die Landwirtschaft und die innerbetriebliche Transportlogistik .

marion geht einen Schritt weiter. Ziel des Projekts ist eine Roboterisierung von Arbeitsprozessen mit autonomen Fahrzeugen unter Berücksichtigung des gesamten Wertschöpfungsprozesses und der Kooperation aller beteiligten Maschinen. Somit können vormals weitgehend unabhängig agierende Einheiten nun ein gemeinsames Ziel verfolgen.

In marion werden autonome mobile Maschinen entwickelt, die aufgrund ihrer Intelligenz auf Veränderungen in der Umgebung eigenständig reagieren können. Die technologische Basis bilden u. a. Sensoren zur Erfassung der Umwelt sowie ein übergeordnetes Planungssystem. Die jeweils vorliegende Situation wird auf Basis der sensorisch erfassten Informationen neu bewertet. Das Planungsergebnis wird dann per Funk an die miteinander vernetzten mobilen Maschinen übertragen, die so z. B. den Ernteprozess vollkommen eigenständig durchführen können. So entsteht vom Mähdrescher bis zum Erntetransporter am Feldrand ein autonomes Ernte- und Transportsystem. Durch die Betrachtung der gesamten Prozesskette kann die Ressourceneffizienz weiter erhöht werden. Das spart Zeit, Kraftstoff- und Maschinenkosten. Bei der Bewirtschaftung der Böden können insbesondere Parameter wie Befahrbarkeit, Achslasten und ähnliches berücksichtigt werden.

Der Anwender kann die ökonomischen und ökologischen Kriterien des Planungssystems individuell gewichten. Eine vorausschauende Simulation unterstützt die Optimierung der Planung.

Im zweiten Anwendungsbereich, der innerbetrieblichen Transportlogistik, soll eine autonome Be- und Entladefunktionalität realisiert werden, die sowohl bei automatisierten, wie auch manuell geführten mobilen Transportfahrzeugen zur Anwendung kommen kann.

Die Kombination aus autonomen Lade- und Transportvorgängen und einer einfachen Systemkonfiguration soll nicht nur zu der benötigten Flexibilität des Systems im Einsatz führen. Auch die Inbetriebnahme kann so ohne hohen Konfigurationsaufwand erfolgen. Dieses Szenario stellt aufgrund der komplexen Umgebungsbedingungen und der dazu erforderlichen Reaktionen sehr hohe Anforderungen an die Erkennungstechnologien und die kontextbasierte Informationsverarbeitung. Die entwickelten Technologien sind somit auf viele andere Automatisierungsszenarien im innerbetrieblichen Transport übertragbar.

Insgesamt ist die im Projekt erarbeitete generische Vorgehensweise weitgehend branchenunabhängig. So können die Ansätze z. B. auch auf die Hafenlogistik oder die Baustellenlogistik übertragen werden.

marion

Konsortialführung:
CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH
Ansprechpartner: Dr. Hans-Peter Grothaus
E-Mail: hans-peter.grothaus@claas.com

- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)
- Siemens AG
- STILL GmbH

Vorteile mit marion	
Bisher	**Mit marion**
Die isolierte Steigerung der Leistungsfähigkeit der Einzelmaschine bietet nur noch begrenztes Potenzial zur Effizienzsteigerung	Die Verbesserung der Kooperation zwischen beteiligten Maschinen und dem Menschen schafft neue Potenziale
Die Optimierung des Einsatzes der Einzelmaschine führt nicht zwangsläufig zu einem Optimum im gesamten Prozess	Die Betrachtung und Bewertung des gesamten Prozesses mit Maschinen und Menschen ermöglicht das Gesamtoptimum zu erreichen
Die Planung berücksichtigt nicht die individuell unterschiedlichen Ziele der Anwender	Das Planungssystem berücksichtigt eine durch den Anwender individuell definierte Zielvorgabe
Die statische (Vor-)Planung berücksichtigt keine dynamisch veränderlichen Umweltbedingungen	Das Planungssystem reagiert dynamisch auf die jeweils vorliegende Situation und berücksichtigt diese in einem flexiblen Planungsergebnis aufgrund sensorischer Daten
Abweichendes Verhalten des ausführenden Anwenders wird vom Planungssystem nicht berücksichtigt	Ein von dem Plan abweichendes Verhalten des Anwenders wird erkannt und fließt in die (Neu-)Planung ein
Automatisierungslösungen der innerbetriebliche Logistik wie Fahrerlose Transportsysteme (FTS) erfordern genau definierte Prozesse und tolerieren keinerlei Umweltveränderungen	Die Automatisierungslösung erkennt seine Umwelt und kann flexibel reagieren
Die Anpassung der Automatisierungslösungen an Prozess-veränderungen führt zu einen hohen Konfigurationsaufwand am Gerät und am Gesamtsystem	Die Automatisierungslösung ist wandlungsfähig und kann mit geringem Aufwand an veränderte Rahmenbedingungen in der Produktion adaptiert werden
Die Arbeitsbereiche automatisierter Maschinen und manuell bedienter Geräte sind getrennt	Die gestellten Aufgaben werden gemeinsam von autonomen Fahrzeugen und manuell geführten Fahrzeugen bearbeitet (Mischbetrieb) und können somit flexibler erledigt werden
Die Reaktion auf sich ändernde Umgebungsverhältnisse ist allein Aufgabe des Bedieners	Intelligente Assistenzsyteme erfassen sich ändernde Umgebungs-verhältnisse, passen das Fahrzeugverhalten darauf an und unter-stützen den Bediener. Dies führt zu einer Steigerung der Effizienz des Arbeitsprozesses und zu einer Erhöhung der Systemsicherheit

Der RoboGasInspector ermittelt: Wie Roboter Gaslecks in technischen Anlagen finden

Simulationsgestützter Entwurf und Evaluation eines Mensch-Maschine-Systems mit autonomen mobilen Inspektionsrobotern zur IR-optischen Gasleck-Ferndetektion und -ortung in technischen Anlagen

Für Betreiber prozesstechnischer Anlagen und Versorgungsinfrastruktur ist es eine ständige Herausforderung, die Betriebssicherheit auf hohem Niveau zu gewährleisten und den gesetzlichen Vorgaben zu genügen. Hierzu werden meist Präventions- und Inspektionsprogramme etabliert, die zeitaufwändige, vom Menschen täglich durchgeführte Routineinspektionsgänge einschließen. Dabei arbeitet der Inspekteur in der Regel ohne Messtechnik und nutzt seine Sinneswahrnehmung sowie persönliche Erfahrungen. Die Entwicklung neuartiger Überwachungsverfahren, die die Möglichkeiten modernster Mess-, Automatisierungs- und Robotiktechnik ausschöpfen, versprechen eine erhöhte Güte und Wirtschaftlichkeit der Inspektionen bei gleichzeitiger Entlastung des Menschen von monotonen, aufwändigen Tätigkeiten.

Das Projekt RoboGasInspector verfolgt deshalb das Ziel, ein innovatives Mensch-Maschine-System mit intelligenten, kooperierenden und mit Gasfernmesstechnik ausgestatteten Inspektionsrobotern zu entwickeln, das frühzeitig Lecks entdecken kann. In diesem System kann die Überwachung von Anlagen sowie die Ortung von Lecks weitgehend autonom von mobilen Robotern bewältigt werden, die zugleich die Auswertung der gemessenen Daten und die Dokumentation der Inspektionen übernehmen. Nicht nur aus wirtschaftlichen Gründen, sondern auch vor dem Hintergrund einer Entlastung des Menschen von repetitiven Routineaufgaben bei gleichzeitig besserer Abdeckung des meist weitläufigen Inspektionsgebietes, ist die Entwicklung neuartiger Inspektionstechnologien und die Konzentration der Flexibilität und Leistungsfähigkeit menschlicher Anwender auf die leitende Kontrolle des technischen Systems erstrebenswert.

Die eingesetzte infrarot-optische Fernmesstechnik im Projekt RoboGasInspector sorgt dafür, dass schwer zugängliche Orte inspiziert werden können und nicht unbedingt, wie bei konventioneller Sensorik, in die zu kontrollierenden Bereiche eingefahren werden muss. Die Vernetzung mit dem Internet dient zur Übermittlung von nicht lokal gemessenen oder gespeicherten Informationen, wie z. B. aktuelle Wetterinformationen oder Anlageninformation und zum Informationsaustausch mit anderen Robotern und dem Anwender. Eine

Roboterplattform sorgt für die Mobilität, und mittels (D)GPS und RFID erfolgen Selbstlokalisation, sowie Navigation der Roboter. Die Roboter sollen also insbesondere die Fähigkeit zur autonomen Fortbewegung, zur autonomen Inspektion und Kommunikation aufweisen.

Für die Entwicklung und den Test der Strategieelemente soll eine Simulationsumgebung eingesetzt werden, um frühzeitig Gestaltungsalternativen untersuchen zu können. Mehrere Roboterprototypen sollen entstehen, die einem Feldtest bei Anlagenbetreibern unterzogen werden.

RoboGasInspector

Konsortialführung: Universität Kassel
Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Kroll, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ludger Schmidt
E-Mail: Andreas.Kroll@mrt.uni-kassel.de, L.Schmidt@uni-kassel.de

- ADLARES GmbH
- BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung
- Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie
- Hermann Sewerin GmbH
- PCK Raffinerie GmbH
- telerob Gesellschaft für Fernhantierungstechnik mbH
- Universität Kassel
- WINGAS GmbH und Co. KG

www.robogasinspector.de

Vorteile mit RoboGasInspector	
Bisher	**Mit RoboGasInspector**
Routineinspektion durch Menschen ohne Gasmesstechnik; fest installierte Gasmelder in kritischen Bereichen	Roboter mit Gasfernmesstechnik führt Routineinspektionen durch und entlastet Menschen von monotonen, repetitiven Aufgaben
Verwendung von In-Situ-Messung erfordert Präsenz des Inspekteurs am Messort	Nutzung von Fernmessverfahren gestattet einfache Messung auch schwer zugänglicher Bereiche sowie eine effizientere Inspektionsdurchführung
Inspekteur während der Inspektion auf eigenen Wissensstand angewiesen	Verfügbarkeit zentraler Wissensbasis bzgl. Problemstellen u. ä. sowie aktueller Betriebsparameter mittels Augmented-Reality-Visualisierung
Menschlich bedingte Fehleinschätzungen und Nachlässigkeiten	Systematische Inspektion führt zu gleichbleibend hoher Inspektionsgüte
Inspektionspersonal verfügt ausschließlich über Informationen bezüglich der lokalen Prozess- und Anlagenzustände	Durch Visualisierung des Anlagenzustands im zentralen Leitstand verfügt Inspektionspersonal über globale Prozess- und Anlageninformationen
Manuelle Dokumentation der Inspektion	Automatische Generierung eines Inspektionsprotokolls mit visuellen Nachweisen/Fotos
Fortschrittliche Fernmessverfahren oft wirtschaftlich nur schwierig darzustellen, da bei stationärem Einbau wenig effizient oder bei mobilem manuellen Betrieb hochqualifiziertes Personal gebunden wird	Effizienter Einsatz hochwertiger Messgeräte durch Mobilität und weitgehende Automatisierung der Messauswertung erlauben einen wirtschaftlichen Einsatz fortschrittlicher Fernmesstechnik bei begrenzter Verfügbarkeit von Fachkräften
Örtliche Anlagenabdeckung und Inspektionsintervalle können durch die zeitliche Verfügbarkeit des Personals beschränkt sein	Die weitgehende Automatisierung der Inspektionsdurchführung ermöglicht eine Erhöhung der Inspektionshäufigkeit und der örtlichen Abdeckung des Inspektionsgebietes
Einfache Aufgaben binden teilweise Personalkapazität, die dann für Aufgaben mit größerer Wertschöpfung nicht zur Verfügung steht	Konzentration der Leistungsfähigkeit menschlicher Operateure auf die leitende Kontrolle und Optimierung des Systems

rorarob – Der Berg kommt zum Propheten

Schweißaufgabenassistenz für Rohr- und Rahmenkonstruktionen durch ein Robotersystem

Wenn der Prophet nur unter großen Anstrengungen zum Berg gehen kann, dann kommt der Berg eben doch zum Propheten. Das gilt zumindest für Schweißaufgaben bei komplexen Rohr- und Rahmenkonstruktionen, wie sie zum Beispiel bei der Fertigung von Rohrverbindungen für Turbinen oder Rahmenkonstruktionen für Krane und Lastaufzüge vorkommen. Bisher müssen sich die Schweißer die meist schweren Einzelteile mühsam in die richtige Schweißposition heben oder selber zum Schweißen eine Position einnehmen, die dem Körper hohe Belastungen abverlangt.

Ziel des Projekts rorarob ist die Entwicklung eines prototypischen Hardware- und Software-Assistenzsystems (Mehrrobotersystem) zur Bearbeitung von Schweißaufgaben in der Rohr- und Rahmenfertigung, das sich an konkreten Markterfordernissen orientiert.

Die Fertigung von geschweißten Rohr- und Rahmenkonstruktionen kommt im mittelständisch geprägten Maschinen- und Anlagenbau häufig vor. Komplexe „Rohrfiguren“ können mit Hilfe des Rohr- und Profilbiegens oder durch mehrere fügetechnisch verbundene Bauteile hergestellt werden. Neben den hohen Investitionskosten für Biegemaschinen führen insbesondere die Veränderung der Wandstärke und die Variantenvielfalt zu technischen Problemen in der für die Branche typischen Einzel- und Kleinserienfertigung. In Folge dessen werden verschiedene arbeitsintensive Schweißverfahren zur Erstellung der Baugruppen eingesetzt.

Typische Problemstellungen dieser Verfahren sind die schwer einzuhaltenden Toleranzvorgaben, hohe Bauteilgewichte, die ausschließlich sequenzielle Fertigung, und dass die Rohrverbindungen häufig noch abschließend an ihrem Bestimmungsort eingepasst werden müssen.

Im Projekt rorarob werden die Werkstücke vom Roboter in eine für den Mitarbeiter günstige Position gebracht und dort positionsgenau gehalten, um nachfolgende Schweißprozesse zu ermöglichen. Weitere unterstützende Funktionen wie beispielsweise das Nachführen der Bauteile während des Schweißprozesses sind denkbar und sollen in der gewählten Anordnung erprobt werden. Anhand von online übertragenen Informationen über die Halbzeuge, Werkstoffe und Werkzeuge können automatisch Empfehlungen für

Einstellungsparameter, wie Drahtvorschub und -dicke ausgegeben werden. Ebenso können manuell eingestellte Werkzeugparameter zu einer Anpassung der Bewegungsplanung des Assistenzsystems genutzt werden. Die Gestaltung der Interaktion zwischen Mensch und Maschine unter ergonomischen und ökonomischen Aspekten ist ein wesentliches Ziel des Projektes.

So werden die Mitarbeiter in der Fertigung in die Lage versetzt, parallel zu anderen Fertigungsschritten exakt und ergonomisch optimiert die Konstruktionsvorgaben zu realisieren. Weitere Vorteile sind die Reduzierung der Gesamtherstellungszeit und die Möglichkeit der Anschlussmaßmodellierung zur Anpassung an die Endgeometrie.

Die Umsetzung erfolgt nach einer genauen Analyse der Ausgangsbedingungen, wie sie sich derzeit in den Fertigungsabläufen widerspiegeln. Die Informationen fließen in eine Offline-Programmierung zur Simulation der Prozessschritte ein. Ein integriertes Datenkonzept verbindet die Anforderungen der Fertigung und der notwendigen Sicherheitsstrategien für den Einsatz der Robotertechnologie in der Produktion mit einer direkten Mensch-Maschine-Interaktion ohne trennende Schutzeinrichtungen.

rorarob

Konsortialführung: carat robotic innovation GmbH
Ansprechpartner: Dr. Gerd Grube
E-Mail: gerd.grube@carat-robotic.de

- Albert Böcker GmbH & Co.KG
- MAN Turbo AG
- Technische Universität Dortmund – IRPA
- Technische Universität Dortmund – APS

www.rorarob.de

Vorteile mit rorarob	
Bisher	**Mit rorarob**
Hohe Bauteilgewichte belasten die Mitarbeiter	Mitarbeiter sind in der Lage exakt und ergonomisch optimiert die Konstruktionsvorgaben zu realisieren
Die ergonomischen Bedingungen der Mitarbeiter lassen sich nicht im Vorfeld erfassen	Die angestrebte Simulation ermöglicht im Vorfeld, die ergonomischen Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter zu analysieren und zu verbessern
Toleranzvorgaben sind schwierig einzuhalten	Die optimale Bearbeitungsassistenz ermöglicht exakte Arbeitsergebnisse
Es ist nur eine sequenzielle Fertigung möglich	Es ist ein weitgehend unabhängiger und parallel mit der Fertigung weiterer Maschinen- und Anlagenkomponenten verlaufender Produktionsprozess möglich
Die Einpassung von Rohrverbindungen ist häufig erst abschließend möglich	Es ist eine Anschlussmodellierung zur Anpassung an die spätere Endgeometrie möglich
Die Gesamtherstellungszeit wird durch komplizierte und zeitintensive Fertigungsmaßnahmen negativ beeinflusst	Die optimierte Bearbeitungsassistenz trägt zur Reduzierung der Gesamtherstellungszeit bei
Klein- und mittelständische Unternehmen haben oft Schwierigkeiten, insbesondere bei kleineren Losgrößen, wirtschaftlich zu produzieren	Die Teilautomatisierung durch die Mensch-Roboter-Interaktion ermöglicht insbesondere für klein- und mittelständische Unternehmen einen wirtschaftlicheren Produktionsprozess
Eine direkte Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter ist nicht möglich	Mit rorarob wird eine Lösung angestrebt, die die direkte Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter mit überschneidenden Arbeitsräumen ermöglicht

SaLsA – Fahrerlos und unfallfrei: Wie Transportfahrzeuge schnell und trotzdem sicher werden

Sichere autonome Logistik- und Transportfahrzeuge im Außenbereich

Transportfahrzeuge in Fabriken kommen heute ohne Steuermann aus. Fahrerlos werden sie seit Jahrzehnten in Produktionsanlagen und Umschlagplätzen eingesetzt und automatisieren dort den Materialtransport. Damit dies unfallfrei bleibt, betreibt man diese Systeme derzeit nur in abgeschlossenen Bereichen oder mit geringer Geschwindigkeit, damit die Fahrzeugsensorik eine Chance zur Reaktion hat. Lange Transportwege über ein größeres Betriebsgelände werden damit ineffizient. Die Beschränkung auf abgeschlossene Bereiche hat wiederum umständliche innerbetriebliche Transportwege zur Folge.

Hier setzt das Projekt SaLsA an: Um eine nahtlose Integration in den gesamten Materialfluss und einen hohen Automatisierungsgrad zu erreichen, werden in diesem Projekt autonome Transportfahrzeuge entwickelt, die sich erstmals auch außerhalb von Produktions- und Lagerhallen in einer gemeinsamen Arbeitsumgebung mit klassischen personengeführten Fahrzeugen und Fußgängern sicher und gleichzeitig schnell bewegen.

Beispielhaft wird das Rangieren und Umsetzen von Transportbehältern (Container, Wechselbrücken etc.) in Umschlags-, Lager- und Produktionsbereichen angestrebt. Die Effizienz dieser fahrerlosen Transportfahrzeuge (FTF) wird gesteigert, indem man sie schneller fahren lässt. Diese Schnelligkeit bedingt jedoch eine schnelle Reaktion auf mögliche Gefahren. Potenzielle Gefahrensituationen frühzeitig erkennen zu können heißt, über ein Umgebungsbild zu verfügen, das über den Sichtbereich der Fahrzeuge hinausgeht. Dafür werden Daten aus Fahrzeugsensoren und stationären Sensoren und weiteren Informationsquellen wie Kartendaten oder Prozessinformationen intelligent verknüpft. Diese Informationen werden zu einem Gesamtmodell der aktuellen Umgebungssituation verknüpft. Aus diesem kombinierten Umgebungsmodell ergibt sich durch den Einsatz von Vorhersagetechniken ein Planungshorizont für die möglichen Bewegungen aller mobilen Objekte, den die FTF für ihre lokale Bahnplanung und Spurführung nutzen können. Die autonomen Fahrzeuge planen auf dieser Basis eigentständig ihre Bewegung und können so einen effizienten und sicheren Betrieb gewährleisten. Der Nutzen externer Sensoren verdeutlicht sich bei der Erkennung von Fußgängern in unübersichtlichen Bereichen, z. B. zwischen Containern. Erkennt der Fußgänger-Sensor

mit Sicherheit, dass sich dort keine Person befindet, kann sich ein FTF dem Fußweg entsprechend schnell nähern – anderenfalls dürfte es nur sehr langsam fahren. Das Wissen aus dem kombinierten Umgebungsmodell ermöglicht hier also eine Effizienzsteigerung ohne Einschränkungen der Sicherheit.

Die Herausforderung besteht in der Integration der verteilt ermittelten Sensordaten zu einem aussagekräftigen Gesamtmodell und dem geeigneten Einsatz von Simulationsverfahren zur Prognose von zukünftigen Systemzuständen in Echtzeit. Zukünftig wird die entwickelte Technologie auf eine Vielzahl von ähnlichen Anwendungsfeldern übertragbar sein, zum Beispiel zur Automatisierung von Flurförderfahrzeugen, Schleppern oder Personentransportern.

Ein wesentlicher Aspekt des Projektes ist die rechtliche Seite autonomer Fahrzeuge in nicht abgesperrten Umgebungen (Haftungsrisiko). Gegenwärtig wird dieses Problem entweder durch sehr langsame Fahrweise oder durch die Unzugänglichkeit für Personen gelöst. Hier besteht die Herausforderung, den Nachweis der Sicherheit (Safety) auch bei höheren Geschwindigkeiten zu erbringen. Die rechtlichen Grundlagen dafür sind zu klären.

SaLsA

Konsortialführung: Götting KG
Ansprechpartner: H.H. Götting
E-Mail: hg@goetting.de

- OFFIS e.V.
- Fraunhofer IML
- InnoTec DATA GmbH & Co. KG
- IFM electronic GmbH

www.salsa-autonomik.de

Vorteile mit SaLsA	
Bisher	**Mit SaLsA**
Wechselbrücken werden zurzeit in Logistikzentren von Fahrern mit entsprechenden Fahrzeugen bewegt. Die Koordination geschieht über heterogene Kommunikationskanäle	Wechselbrücken werden mit speziellen fahrerlos fahrenden Fahrzeugen umgesetzt. Die Steuerung geschieht durch ein Leitsystem, das über eine Schnittstelle zum Supply Chain Management verfügt
Die Absicherung von autonomen Fahrzeugen im Außenbereich ist bisher nur durch mechanische „Bumper“ am Fahrzeug selbst sicher möglich. Durch den kurzen Reaktionsweg sind nur geringe Geschwindigkeiten zulässig, was zu einem uneffektiven Einsatz der Fahrzeuge im Vergleich zum manuellen Betrieb führt	Die Sensorfusion von unterschiedlichen stationären und mobilen Sensoren ermöglicht die Erstellung eines globalen Abbildes der Umgebung der autonomen Fahrzeuge und somit eine vorausschauende angepasste Reaktion auf Hindernisse und andere Verkehrsteilnehmer. Dies erlaubt höhere Geschwindigkeiten und damit einen effizienten Einsatz autonomer Fahrzeuge
Autonome Fahrzeuge bewegen sich auf besonders gekennzeichneten Flächen, die von anderen Verkehrsteilnehmern nicht benutzt werden dürfen	Die Erfassung nicht kooperativer, also nicht mit besonderer Lokalisierungssensorik ausgestatteter Verkehrsteinehmer (PKW, LKW, Fußgänger, Radfahrer) durch das System ermöglicht die Interaktion mit kooperativen, also dem System bekannten Teilnehmern. So ist eine gleichzeitige gemeinsame Nutzung der Verkehrsfläche möglich
Manuelle Fahrten sind in der Regel nicht effektiv. Häufig werden nicht optimierte Routen gefahren, die Fahrweise ist nicht material- und energieschonend	Ein entsprechend ausgelegtes Verkehrsmanagementsystem ermöglicht optimierte Fahrwege und eine ressourcenschonende Nutzung der Fahrzeuge
Verkehrsmanagement geschieht auf Zuruf. Einzelne Verkehrsteilnehmer sind nicht lokalisierbar. Heterogene Kommunikationsstruktur. Keine Unterstützung bei der Aufdeckung von Unfällen	Lokalisierung aller Verkehrsteilnehmer auf den dafür vorgesehenen Flächen durch mobile und stationäre Sensorik. Dadurch durchgehendes Monitoring und Abbild des Systemzustandes

smartOR – Computer spricht mit Endoskop: Herstellerübergreifende Vernetzung von Medizinprodukten auf Basis von Internettechnologien

Innovative Kommunikations- und Netzwerkarchitekturen für den modular adaptierbaren integrierten OP-Saal der Zukunft

Im modernen Operationssaal regieren nicht mehr nur Schere und Tupfer. Die Anzahl der technischen Systeme, die den Operateur bei seiner Aufgabe unterstützen, nimmt immer mehr zu. Beispiele sind Endoskopiesysteme, Bildgebungssysteme oder auch computerunterstützte Chirurgiesysteme. Um den Informationsfluss und die Bedienung zu optimieren, spielt Integration und Vernetzung sowohl bei der Verwendung von Medizinprodukten durch die Operateure als auch bei der Ausstattung von Operationssälen eine immer wichtigere Rolle. Zwar gibt es bereits integrierte OP-Systeme von unterschiedlichen Herstellern, dabei sind aber die Komponenten nicht ohne weiteres durch Fremdprodukte austauschbar. Gemeinsame offene Standards für den Datenaustausch und die Vernetzung der einzelnen Medizinprodukte fehlen, so dass insbesondere KMUs ihre Produkte nicht in die Gesamtsysteme integrieren können.

Ziel des smartOR-Projektes ist die Entwicklung innovativer Netzwerk-Konzepte für eine modulare, flexible Integration von Systemen im Operationssaal. Basierend auf offenen Standards unter Gewährleistung eines effektiven Risikomanagements sowie einer effizienten Mensch-Maschine-Interaktion soll die technische Umsetzbarkeit von herstellerübergreifend vernetzten Medizinsystemen gezeigt werden. Dies betrifft insbesondere die modulare Vernetzung von Bildgebung, computergestützter Navigation, mechatronischen Instrumenten und Monitoring. Die Entwicklung geeigneter Konzepte und Lösungen zur Erhöhung der Benutzerfreundlichkeit und -akzeptanz modular aufgebauter Arbeitssysteme sind weitere Projektschwerpunkte.

Um diese Ziele zu erreichen, wird eine vierstufige Strategie zur Realisierung einer dynamischen, vom Ablauf gesteuerten Adaption umgesetzt: Als erstes erfolgt die Analyse und Modellierung von spezifischen klinischen Arbeitsabläufen (Workflows) in unterschiedlichen chirurgischen Disziplinen. Darauf aufbauend werden alternative Pfade innerhalb der OP-Verläufe identifiziert und Konzepte zur autonomen, situationsangepassten Adaption entworfen. In der dritten Stufe werden die Konzepte für die autonome, dynamische Workflow-Adaption implementiert und an die Integrationsarchitektur angebunden. Die Anbindung geschieht durch die Definition und Umsetzung der dafür nötigen

Kommunikationsschnittstellen. Abschließend wird die Adaptionsumgebung unter technischen Gesichtspunkten getestet, optimiert und anhand der Anwendungsszenarien evaluiert.

Essentieller Aspekt innovativer Gestaltungskonzepte für den OP der Zukunft ist die Entwicklung praxistauglicher Beiträge zur internationalen Standardisierung offener Systemschnittstellen für die Vernetzung von Medizingeräten in IT-Netzwerken. Hierzu sind existierende Standards technisch weiter zu entwickeln und an neue innovative Technologien zu adaptieren.

In einer Demonstrationsumgebung sollen die erwähnten Aspekte exemplarisch umgesetzt, evaluiert und verifiziert werden. Forschungsinstitute, Kliniken und industrielle Partner werden die smartOR-Demonstrationsumgebung als experimentelle Entwicklungsplattform, zur Validierung der entwickelten Konzepte, für Ausbildung und Training sowie für eine erfolgreiche zukünftige Vermarktung und Etablierung der entwickelten Technologien auf dem internationalen Markt nutzen.

smartOR

Konsortialführung: RWTH Aachen, Lehrstuhl für Medizintechnik
Ansprechpartner: Prof. Dr.-Ing. Klaus Radermacher
E-Mail: radermacher@hia.rwth-aachen.de

- Lehrstuhl für Medizinische Informationstechnik, RWTH Aachen
- VDE-DGBMT
- LOCALITE GmbH
- Richard Wolf GmbH
- SurgiTAIX AG
- Synagon GmbH
- Universität Leipzig, Innovation Center Computer Assisted Surgery

www.smartor.de

Vorteile mit smartOR	
Bisher	**Mit smartOR**
proprietäre herstellerspezifische Schnittstellen der Systeme	Standardisierte offene Schnittstellen
herstellerübergreifende Vernetzung nur in Kooperation möglich	modulare, herstellübergreifende Vernetzung über offene Schnittstellen
Fehlende Mechanismen zur sicheren „plug-and-play“-Vernetzung von Systemen	Definierte Mechanismen und Sicherheitskonzepte zur „plug-and-play“-Vernetzung von Systemen
Herstellerindividuelle nicht standardisierte Mensch-Maschine-Interaktionskonzepte	validierte innovative und standardisierte Mensch-Maschine-Interaktionskonzepte
keine modulare und effiziente workflowadaptive Koordination der Informationsflüsse im OP	Zentrales dynamisches Workflow- und Informations-Management im OP
Notwendige Informationen müssen vor einer OP festgelegt, definiert und zur Verfügung gestellt werden	Situationsangepasste, ergonomisch optimierte Bereitstellung von Informationen während der OP

viEMA – Roboter drückt Schulbank: Wirtschaftliche Produktion durch autonome Montage

Vernetzte, informationsbasierte Einlern- und Ausführungsstrategien für autonome Montagearbeitsabläufe

Scheibenwischer ist nicht gleich Scheibenwischer. Das weiß jeder Autofahrer. Der Ersatz der Wischblätter wird schon beim Kauf zur Wissenschaft. Kein Auto, Lampenschirm oder Fahrradreifen, von dem es nicht mehrere Varianten gibt. Das ändert bei Herstellern und Zulieferern die Anforderungen an Montageeinrichtungen grundlegend. Kleine bzw. wechselnde Stückzahlen machen klassische Automatisierungslösungen unwirtschaftlich. Tätigkeiten wie Bestücken oder Verpacken werden häufig an Handarbeitsplätzen ausgeführt. Die wirtschaftliche Produktion erfordert deshalb neue, flexible Konzepte, die je nach Situation den Wechsel von Hand- auf Automatenmontage zulassen.

Das Projekt viEMA verfolgt ein skalierbares, roboter- und sensorgestütztes Montagekonzept: Zu Beginn eines Produktanlaufs wird zunächst am Handplatz der Montageprozess manuell und bedarfsgesteuert durchgeführt. Bei Stückzahlerhöhung wird an diesen Handplatz ein flexibler Montageroboter angedockt, eine Art Montagezelle, und damit die Stückzahl erhöht. Bei Stückzahlrückgang wird dann wieder auf manuelle Montage umgestellt.

Die einfache, für jedes Produkt veränderbare Programmierung solcher flexibler Montagezellen wird durch die Entwicklung von sogenannten Einlern- und Ausführungsstrategien ermöglicht. Dafür müssen mehrere Teilprobleme gelöst werden: Grundsätzlich muss ein Robotersystem in der Lage sein, Werkstücke selbstständig zu erkennen, von einer Ablage zu greifen und in eine andere Ablage bzw. einen Werkstückträger an einer vorgegebenen Position einzufügen. Dafür wird eine leistungsfähige Objekt- und Skilldatenbank mitgeführt. Gleichzeitig muss es dem Roboter möglich sein, neue Fähigkeiten zu erlernen. Ein Arbeiter muss den Roboter „an die Hand“ nehmen, um ihn für neue Abläufe zu trainieren. Da nicht an jedem Arbeitsplatz Spezialisten stehen, müssen auch normale Benutzer dazu in der Lage sein. Jeder Roboter kann nicht nur autonom arbeiten, sondern kann auch selbständig Informationen aus Datenbanken bzw. anderen Montagesystemen über die Netzwerk- und Internetanbindung abrufen, über die auch die Ferndiagnose und Fernwartung erfolgen kann.

Die neuen Verfahren der Montageassistenz sind durch die Modularität und Skalierbarkeit besonders für KMUs ausgelegt. Der Aufwand für die Inbetriebnahme ist durch die technischen Ansätze (intuitive Bediener-

schnittstelle, 3D-Objekterkennung, Skill-Datenbank) deutlich geringer als bei herkömmlichen Systemen. Die durch viEMA verringerten Produktionskosten und durch im Projekt zu entwickelnde Geschäftsmodelle, die auch das Leasing einschließen, wird das Konzept besonders für KMU wirtschaftlich attraktiv.

viEMA

Konsortialführung: Forschungszentrum Informatik an der Universität Karlsruhe (FZI)
Ansprechpartner: Dr.-Ing. Thilo Kerscher
E-Mail: kerscher@fzi.de

- FAUDE Produktionsanlagen GmbH
- ISRA VISION AG
- Robert Bosch GmbH
- Technische Universität München

www.viema.org

Vorteile mit viEMA	
Bisher	**Mit viEMA**
Programmierung von Robotern entweder durch einen Spezialisten oder nur in sehr eingeschränktem Maße durch einfache Arbeiter	Durch die Übertragung der Methode „Programmieren-durch-Vormachen“ auf industrielle Anwendungen ist die Programmierung von komplexeren Arbeitsabläufen auch normalen Nutzern möglich
Know-how über die Zerlegung von Arbeitsabläufen liegt nur als Spezialistenwissen vor	Erweiterbare Skill-Datenbank zur einfachen Erstellung zusammengesetzter Montagearbeitsabläufe
Funktionale, aufgabenorientierte Benutzerschnittstelle zur Programmierung von Roboteraktionen	Ergonomische, anwenderorientierte Benutzerschnittstelle zur Unterstützung der Einlern- und Ausführungsphase der Montagearbeitsabläufen
Isolierte Programmierung von Einzelaufgaben (Roboterbewegung, Objekterkennung, Greifplanung)	Integriertes benutzerunterstützendes Assistenzsystem für das ganzheitliche Einlernen und Ausführen von Montagearbeitsabläufen
Auf Einzelaufgaben spezialisierte ortsgebundene Lösungen	Autonomes, flexibles Montagesystem
Teure, oft unwirtschaftliche Spezialsysteme	Universeller einsetzbares autonomes System
Aufwändige, teilweise langwierige Inbetriebnahme	Geringer Inbetriebnahmeaufwand, daher auch für den temporären Einsatz in KMUs rentabel

simKMU – Jenseits der Kristallkugel

Entwicklung unternehmensübergreifender, prozessintegrierter und internetbasierter Simulationsdienstleistungen für KMU

Reichte im Mittelalter der Blick in die Kristallkugel, um die vermeintliche Wahrheit und Zukunft zu erkennen und Unsicherheiten zu beseitigen, hätte es in der Gegenwart mit Sicherheit für Unternehmen wirtschaftliche Folgen, sich auf den Blick in eine Kristallkugel zu verlassen und ihre Geschäftsabläufe nicht konkret durchgeplant und „simuliert“ zu haben. Heute werden Computersimulationen verwendet, um Auswirkungen von Veränderungen auf ein reales System zu erforschen. In Unternehmen eingesetzt, ermöglichen sie die Planung und Optimierung betrieblicher Prozesse.

War der Einsatz von Simulationen aus Kostengründen bislang vornehmlich Großunternehmen vorbehalten, will das Projekt simKMU nun kostengünstige, überschaubare und praxisgerechte Simulations-Lösungen für KMU entwickeln.

Die Performanz und Wettbewerbsfähigkeit von KMU soll durch den gezielten und kostengünstigen Einsatz von Simulationen zur Planung und Steuerung operativer Prozesse gesteigert werden. Neben der Erforschung und Entwicklung geeigneter IT-Werkzeuge spielen insbesondere Themen wie Geschäftsprozesse und Organisationsmodelle in Unternehmen, Sicherheits- und Rechtsfragen sowie Fragen zur Akzeptanz der Lösungen bei Mitarbeitern und sich aus der Anwendung ergebenden Folgen eine wichtige Rolle. Dazu werden Simulationsbausteine und -lösungen entwickelt und über eine webbasierte Plattform bereitgestellt. Beiträge zur Steigerung der Wertschöpfung in Unternehmen durch den Einsatz von Simulationslösungen werden im Vorhaben quantifiziert. Es sollen Referenzmodelle geschaffen werden, die den Einsatz webbasierter Simulationen nachhaltig fördern. Zu bearbeitende Themenschwerpunkte sind dabei Simulationslösungen in:

- Logistik
- Produktionssysteme und Verfahrensabläufe
- Geschäftsprozesse

Zentrales Ergebnis des Projekts wird eine prototypische Test- und Anwendungsplattform sein, die Anbietern von Simulationslösungen die Möglichkeit eröffnet, ihre Produkte und Dienstleistungen zu präsentieren. Bereitgestellte Fallstudien und

Anwendungsbeispiele verdeutlichen den konkreten Nutzen von Simulationslösungen. Ein umfassendes Glossar bringt simulationsunerfahrenen Anwendern die Begriffswelt der Simulationen näher. KMU können auf der Plattform Anbieter und Lösungen finden und erste Beispielanwendungen sofort online ausprobieren. Die Hersteller und Anbieter von Simulationslösungen stehen den Unternehmen bei Auswahl, Erprobung und Anwendung beratend zur Seite.

Für die Phase nach Abschluss des geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekts wird für den Betrieb der simKMU-Plattform ein Geschäftsmodell entwickelt und erprobt, das die Nachhaltigkeit des Vorhabens gewährleistet.

simKMU

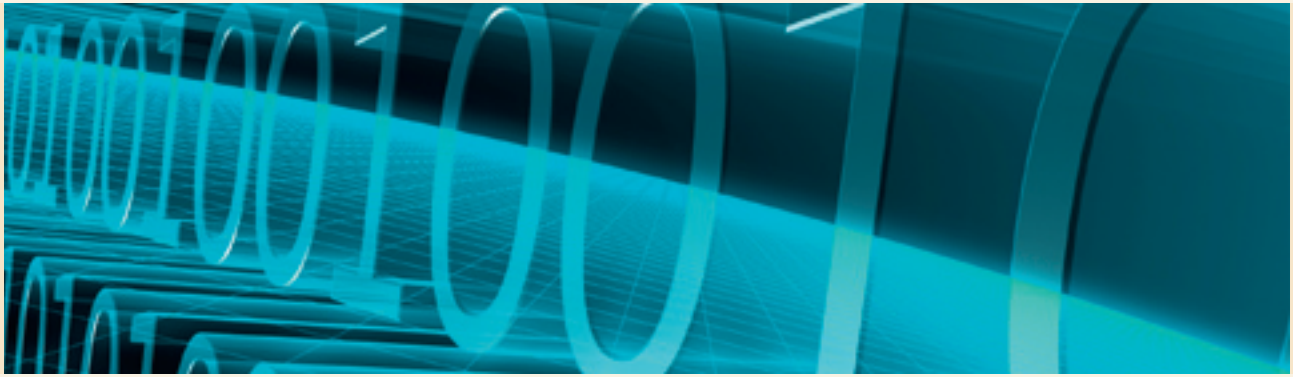
Konsortialführung: carat robotic innovation GmbH
Ansprechpartner: Dr. Gerd Grube
E-Mail: gerd.grube@carat-robotic.de

- Druckerei Süd Bauch GmbH & Co. KG
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)
- medomus Technologien & Services GmbH
- SDZ GmbH

www.simkmu.de

Vorteile mit simKMU	
Bisher	**Mit simKMU**
Simulationsangebote bei KMU weitgehend unbekannt	Einheitliche Informationsplattform für KMU und Simulationsanbieter
Webgestützter Zugang nur über proprietäre Plattformen	Anbieterneutrale Plattform für den Zugang zu Simulationsanwendungen
Nur vereinzelt Show-Cases und Anwendungsbeispiele zum Einsatz von Simulationen in KMU verfügbar	Breites und wachsendes Angebot zielgruppen- bzw. branchenspezifischer Show-Cases und Anwendungsbeispiele
Nur vereinzelte „Coach me“ (Lern- und Trainings-) -Angebote vorhanden, welche lediglich in sehr engen Wissensbereichen geführte Wissens- und Lernpfade zugänglich machen	Breites, wachsendes und vor allem methodisch strukturiert klassifiziertes Angebot zielgruppenspezifischer Coach me-Lösungs- und Simulationskataloge
Keine anbieterneutralen Lösungsvorschläge für Probleme und Aufgabenstellungen aus den Bereichen Logistik, Produktion und Geschäftsprozesse	Web-basierter und anbieterneutraler Lösungskatalog, welcher den Anwender über die Lösungsmöglichkeiten seiner Problemstellung informiert und bestehende Lösungen maßgeschneidert nutzbar macht
Keine anbieterneutrale Plattform für interdisziplinären Wissens- und Know-how -Transfer mit evolutionärer Wissenserweiterung	Anbieterneutrale Themenfelder und Simulationsprojekträume, in denen sich Anbieter und Anwender dynamisch austauschen, kommunizieren, voneinander lernen und Wissen gemeinsam erweitern
Keine anbieterneutralen Benchmarks für Branchenlösungen oder zu fachspezifischen Aufgabenstellungen aus den Bereichen Produktion, Logistik und Geschäftsprozesse	Web-basierte, mit Simulationen gestützte Benchmarkingsysteme, in denen sich die Anwender und Anbieter „an den Besten“ in Modellanwendungen orientieren können
Keine anbieterneutralen „Let me“ („anwenden“) -Angebote, welche für die Anwender maßgeschneidert nutzbar sind	Web basierte, modulare „Let me“-Angebote, welche hinsichtlich des Funktions- und Leistungsumfanges seitens der Anwender flexibel und maßgeschneidert konfigurierbar sind
Keine anbieterneutrale Beratungsplattform für Web-basierte Simulationsdienstleistungen, die den Kriterien „einfach“, „eindeutig“, „sicher“ und „wirtschaftlich“ Stand hält	Einfach und intuitiv zu bedienende Beratungsplattform, welche eindeutige Simulationsanwendungen und Beratungsdienstleistungen fachlich und organisatorisch sicher zu wirtschaftlich akzeptablen Preisen zur Verfügung stellt

Evaluation, wissenschaftliche Begleitung und Ergebnistransfer zum Programm „Autonomik – Autonome und simulationsbasierte Systeme für den Mittelstand“



Die wissenschaftliche Begleitung des Technologieprogramms AUTONOMIK verfolgt das Ziel, eine hohe Qualität der Vorhabensergebnisse zu gewährleisten, um damit einen wichtigen Beitrag für deren Markterfolg und für die erfolgreiche Einführung technologiebasierter Prozess- und Produktinnovationen zu leisten. Die Maßnahmen sind darauf gerichtet, die Effizienz in der Umsetzung der AUTONOMIK-Fördermaßnahme des BMWi zu erhöhen, den Transfer der Ergebnisse und des neu gewonnenen Know-hows zu beschleunigen, sowie die Erfolgsfaktoren zur Stärkung der deutschen Wirtschaft im Bereich AUTONOMIK zu ermitteln und zu verbreiten. Querschnittsbezogene, projekt- und programmübergreifende Herausforderungen sollen sichtbar gemacht werden.

Maßnahmen der Innovationsunterstützung:

- Analyse und Bewertung des Verlaufs und der Ausrichtung der AUTONOMIK-Fördervorhaben im Kontext internationaler Entwicklungen (Internationales Benchmarking auf Projektebene).

- Initiierung von projekt- und programmübergreifenden Kooperationen zur Stimulierung des Wissenstransfers und konzertierten Behandlung von Querschnittsaspekten wie Rechtsfragen, IT-Sicherheit und Datenschutz, Standardisierung, Geschäftsmodellentwicklung und Transfer der Ergebnisse in die verschiedenen Marktsektoren (Markteintrittsstrategien).

- Bewertung rechtlicher Implikationen bei der Implementierung von Lösungen (Produkte und Dienstleistungen) unter Einsatz von smarten Objekten, RFID-basierten Prozessen, Einsatz von autonomen Systemen z. B. in Produktionsumgebungen und im Umfeld von medizinischen Anwendungen.

- Monitoring/Evaluation der Projekt- und Programmumsetzung und Stimulierung von Lernprozessen bei den Programmbeteiligten.

- Workshops zur thematischen Wissensvermittlung, zum Erfahrungsaustausch und zur Motivation einer vertiefenden Behandlung spezifischer, projektübergreifender Querschnittsthemen.

- Analyse der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands in der AUTONOMIK (inkl. internationales Benchmarking auf Programmebene).

- Begleitung internationaler Gremien und Prozesse mit Relevanz für die erfolgreiche Umsetzung von Ergebnissen aus dem AUTONOMIK-Programm und zur Stärkung der Interessen der deutschen Wirtschaft im Kontext „Internet der Dinge“.

- Diffusion und Kommunikation der Analysen und Produkte der Begleitforschung und Diskussion bzw. Erfahrungsaustausch mit Fach-Communities.

Erwartete Ergebnisse/Wirkungen der wissenschaftlichen Begleitung:

Aufbau einer nachhaltigen deutschen Community zum Innovationsfeld AUTONOMIK.

Breite Aufnahme der Ergebnisse und good practices sowie Entwicklung von erfolgsträchtigen Geschäftsmodellen und strategischen Partnerschaften zur Marktdurchdringung.

Rechtssicherheit beim Einsatz autonomer und simulationsbasierter Systeme. Sensibilisierung für und Handlungssicherheit im Umgang mit datenschutzrelevanten Aspekten der AUTONOMIK.

Unternehmensgründungen aus dem Bereich AUTONOMIK.

Entwicklung und Etablierung von Standards durch Kooperationen der FuE-Verbünde mit dafür wichtigen Intermediären, Verbänden oder Netzwerken

Kontakt

Alfons Botthof
Leiter Begleitforschung AUTONOMIK
Institut für Innovation und Technik im VDI/VDE-IT
E-Mail: Botthof@vdivde-it.de

www.iit-berlin.de

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie herausgegeben. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.