

## Industrie 4.0



<http://tu-dresden.de/transferbrief>

4/5

Neue Konzepte für die  
Produktion von Morgen

16/17

Die Fabrik der Zukunft  
erreicht die KMUs

24/25

Kundenorientiert  
und effizient fertigen...

Aktuell, kompetent und jetzt auch mit neuer Volltextsuche:

# Das Forschungsinformationssystem (FIS) an der TU Dresden



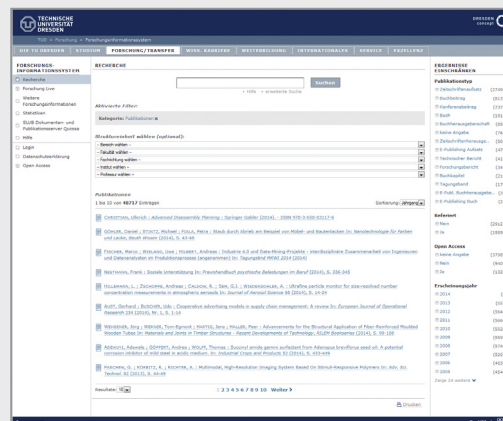
Die TU Dresden unterstützt ihre Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bei der gezielten Vermarktung innovativer Ideen. Dabei setzt die Transferstelle der Universität neben bewährten Formen des Marketings auch verstärkt das FIS ein, um den Austausch zwischen Wissenschaft und Wirtschaft verstärkt zu fördern. Seit seiner Einführung haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Informationen mit einem Gesamtvolumen von über 500 000 Datensätzen in der Forschungsdatenbank gespeichert. Darunter sind detaillierte Angaben über Forschungsprojekte, Schutzrechte, wissenschaftliche Publikationen, Diplom- und Promotionsthemen sowie andere forschungsrelevante Daten und Fakten. Aber auch das Expertenprofil mit den Forschungsschwerpunkten sowie den Dienstleistungs- und Kooperationsangeboten ist für potentielle Partner in Wirtschaft und Wissenschaft interessant.

Die tagesaktuelle Recherche zum FIS finden Sie hier:  
<http://forschungsinfo.tu-dresden.de>

Mit seinen transferrelevanten Offerten möchte das FIS der TU Dresden dazu beitragen, vor allem kleine und mittelständische Unternehmen zu stärken. Nutzen Sie unsere Angebote, um den richtigen Partner für eine neue Forschungs Kooperation oder den geeigneten TU-Experten für die Lösung Ihres Problems zu finden. Sprechen Sie uns an, wir vermitteln auf direktem Wege gern die gewünschten Kontakte.

## Ihre Ansprechpartnerin an der TU Dresden:

Eva Wricke, SG Transfer | Tel.: +49 351 463-34453 | [eva.wricke@tu-dresden.de](mailto:eva.wricke@tu-dresden.de)



## Impressum

### Herausgeber:

TU Dresden Forschungsförderung/Transfer  
 TechnologieZentrumDresden GmbH  
 Industrie- und Handelskammer Dresden  
 GWT-TUD GmbH

### Redaktion:

Eva Wricke ( TU Dresden)  
 E-Mail: [eva.wricke@tu-dresden.de](mailto:eva.wricke@tu-dresden.de)  
 Peter Brandl  
 (TechnologieZentrumDresden GmbH)  
 Dr. Peter Baumann (IHK Dresden)  
 Beate-Victoria Ermisch (GWT-TUD GmbH)

### Anschrift:

Dresdner Transferbrief  
 c/o TechnologieZentrumDresden GmbH  
 Gostritzer Straße 61–63, 01217 Dresden  
 Telefon: +49 351 8925-802  
 E-Mail: [brandl@tzdresden.de](mailto:brandl@tzdresden.de)  
<http://tu-dresden.de/transferbrief>

### Entwurf/Satz:

TU Dresden, Medienzentrum  
 Anne Schimmeck  
 Strehleener Straße 22/24  
 01069 Dresden  
 Telefon: +49 351 463-39845  
 E-Mail: [anne.schimmeck@tu-dresden.de](mailto:anne.schimmeck@tu-dresden.de)

### Titelbild:

Ines Escherich/Fraunhofer IWU

### Thema der nächsten Ausgabe:

Energiespeicherung



Neue Konzepte für die Produktion von Morgen



Die Fabrik der Zukunft erreicht die KMUs



Kundenorientiert und effizient fertigen...

Industrie 4.0 und die Herausforderungen für Wissenschaftler .....	3, 14, 15, 28/29
Schöne neue Welt in der Cyberfabrik? .....	4/5
Die Fabrik der Zukunft: Visionen und Konzepte .....	6/7
Branchenübergreifend und interdisziplinär agieren .....	8/9
Horizon 2020 fördert innovative Ansätze .....	10/11
Instandhaltung On-Demand: .....	12/13
Das Internet der Dinge durchdringt das industrielle Umfeld .....	16/17
Lernfähige Anlagen – auch für KMUs ein Thema .....	18/19
Unternehmer im Gespräch .....	20/21
Stets im Blick: Qualifizierte Mitarbeiter und die Kosten .....	22/23
Mit dem Exists-Gründerstipendium auf der Überholspur .....	24/25
Über die Landtechnik von übermorgen .....	26
Wenn Maschinen „selbst“ lernen... .....	27
Auf der Beratungsschiene kompetent unterwegs .....	32, 34

Editorial

## Industrie 4.0 – Chance und Herausforderung für den Industriestandort Deutschland

Deutschlands Wirtschaft ist durch innovative, wettbewerbsfähige Produkte gekennzeichnet. Das soll auch in Zukunft so bleiben. Dieses Potential zu halten und nach Möglichkeit weiter auszubauen ist eine große Herausforderung. Ganz neue Möglichkeiten und Chancen ergeben sich dabei durch die zunehmende Digitalisierung aller Bereiche der Produktentwicklung, -fertigung und -nutzung. Wir sprechen von der 4. Industriellen Revolution oder kurz der „Industrie 4.0“.



Prof. Dr.-Ing. habil.  
Ralph H. Stelzer  
Foto: Christian Hüller

Die Entwicklung, Herstellung und Vermarktung innovativer Produkte sowie die Fähigkeit, auf sich dynamisch wandelnde Märkte zu reagieren, ist eine wichtige Voraussetzung zur Aufrechterhaltung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen in einem globalen Umfeld. Dabei muss auf eine große

Zahl besonders in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnener Randbedingungen reagiert werden. Erinnert sei in diesem Zusammenhang an verkürzte Durchlaufzeiten, Kostendruck sowie die voranschreitende internationale Kooperation. Die extrem hohe Komplexität der Produkte und der zu ihrer Entstehung erforderlichen Entwicklungs- und Fertigungsprozesse erfordern neue Methoden und Werkzeuge. Dabei sind eingebettete Systeme aus Elektronik und Software wesentliche Innovationstreiber für die traditionellen Märkte der deutschen Industrie. Indem die Marktführer wie der Maschinen- und Anlagenbau oder die Automobilindustrie sich in immer größerem Umfang der Innovationskompetenz der Informationstechnologie bedienen, können die Funktionalität und der Gebrauchswert der Produkte sowie die Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie weiter wesentlich erhöht werden.

Nach einer Studie des Fraunhofer Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) kann in Deutschland in den nächsten zehn Jahren allein in so wichtigen Branchen wie Auto- und Maschinenbau, Chemie, Landwirtschaft sowie Elektro- und Informationstechnik ein Produktivitätsplus im Wert von 78 Milliarden Euro erreicht werden. Die erforderlichen Grundlagen für diese Entwicklung werden heute allgemein unter dem Schlüsselbegriff „Industrie 4.0“ zusammengefasst. Kern dieser Entwicklung ist die zunehmende Vernetzung aller Bereiche der industriellen Fertigung. Dies betrifft die Produktentwicklung, die Fertigung und Logistik sowie die Komponenten der Produkte selbst. So können Maschinen nicht mehr nur mit ihrem Bediener kom-

munizieren sondern in immer größerem Umfang Informationen direkt austauschen. Wir sprechen von einer Maschine-Maschine-Kommunikation. Dies ermöglicht völlig neue Konzepte der Produktionssteuerung, die flexibler auf geänderte Anforderungen oder auch auftretende Fehler reagieren können. Darüber hinaus entstehen weitere Möglichkeiten, indem auch die Produkte bzw. deren Komponenten in dieses Informationsnetz integriert werden. Denn diese tragen wiederum selbst die für sie relevanten Informationen über Zweckbestimmung und Reifegrad. So entsteht ein Internet der Dinge (Cyber-Physical-System). In dem so gebildeten System sind Maschinen in der Lage auf Anforderungen und Restriktionen der in den Produktionsprozess eingebrachten Komponenten direkt zu reagieren. Dadurch wird die Fertigung flexibler und auch die effiziente Herstellung kleinster Stückzahlen möglich. Das verbreitete Bild dieser Fabrik von morgen darf dabei zwei wichtige Aspekte nicht in den Hintergrund drängen. Zum einen eröffnet das Internet der Dinge natürlich auch für die Funktionalität der Produkte selbst neue Möglichkeiten. So können Schwärme von Maschinen (z.B. Erntemaschinen auf dem Feld) ihre Arbeit untereinander koordinieren. Indem Produkte in Fertigung und Nutzung in immer umfassendere Netzwerke eingebunden sind, entstehen zum anderen auch für die Produktentwicklung völlig neue Herausforderungen. Ein großer Anspruch ist die Bestimmung des späteren Verhaltens einer Maschine. Denn Maschinen sind keine autonomen Konstrukte mehr, sie sind auch nicht mehr in klar abgegrenzte Systeme eingebunden. Insofern werden Methoden benötigt, die es Entwicklern ermöglichen, bereits während der Produktentwicklung Simulationen in der späteren realen Einsatzumgebung durchzuführen.

Diesen Herausforderungen stellen sich auch die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen an der TU Dresden. So haben sich die vor allem im Kontext von Industrie 4.0 besonders angesprochenen Fakultäten Maschinenwesen, Elektrotechnik und Informationstechnik sowie Informatik im neu gegründeten Bereich Ingenieurwissenschaften zusammengeschlossen. Dies führt zu einer noch engeren Vernetzung aller Forschungsaktivitäten, wie auch die im Aufbau befindliche Forschungsplattform Industrie 4.0 zeigt.

### Kontakt

Technische Universität Dresden  
Sprecher des Bereiches Ingenieurwissenschaften  
Dekan der Fakultät Maschinenwesen

Prof. Dr.-Ing.habil. Ralph H. Stelzer

Tel.: +49 351 463-33775

Fax: +49 351 463-37050

[ralph.stelzer@tu-dresden.de](mailto:ralph.stelzer@tu-dresden.de)

<http://tu-dresden.de>

Verschmelzung von Produktion und Informationstechnologien

## Die vierte industrielle Revolution – Zukunftsbild der intelligenten Fabrik

Bereits seit den 1980er-Jahren sind viele Produktionsprozesse in der verarbeitenden Industrie computergesteuert. Auf diese Weise konnten Fertigungsunternehmen in den vergangenen Jahrzehnten ihre wirtschaftliche Effizienz enorm steigern. Mittlerweile sind Fertigungsprozesse hochautomatisiert, gleichzeitig schreitet auch hier die internetbasierte Digitalisierung unaufhaltsam voran. So ist die Vollendung der Verschmelzung von Produktion und IT, die sogenannte Industrie 4.0, das Trend-Thema der Branche schlechthin.



historische Technologiezäsur. Nach Dampfmaschine, Massenproduktion und Automatisierung erwartet die Branche nun mit der totalen Vernetzung eine neue, vierte industrielle Revolution. Sie soll, so die Vision, das Zeitalter der intelligenten Fabrik einläuten – mit vernetzten Maschinen, Lagersystemen und Bauteilen vom Zulieferer bis zum Konsumenten.

In einer Welt des beschleunigten Wandels werden Innovationszyklen immer kürzer, während parallel der Grad der geforderten Flexibilisierung steigt, ebenso wie die Individualisierung von Produkten. Um vor diesem Hintergrund Arbeitsprozesse im hochdynamischen Produktionsumfeld effizienter und ressourcenschonender gestalten zu können, rücken digitale Schnittstellen und internetbasierte Kommunikationswege zunehmend in den Fokus der produktionsnahen IT. Sei es bei der Vernetzung von Teilbereichen der Industrie etwa mit Manufacturing Execution Systemen (MES) zwischen Produktions- und Managementebene oder aber gar – Stichwort Industrie 4.0 – bei miteinander interagierenden intelligenten Werkstücken, Bauteilen, Maschinen und Anlagen, die sich selbstständig organisieren.

### Selbstorganisierende Produktion

In der intelligenten Fabrik, so das verheißungsvolle Zukunftsbild, teilen künftig Bauteile den Maschinen mit, wie und in welcher Form sie bearbeitet werden sollen. Dabei werden die Daten in Echtzeit über das Internet via sogenannter cyberphysischer Produktionssysteme übertragen. Semantische Beschreibungen in einem Automatisierungsnetzwerk ermöglichen die automatische Verknüpfung des richtigen, im jeweiligen Zusammenhang benötigten Werkstückes bzw. Wissens und die automatische Generierung von entsprechenden Produktionsprozessen oder Dienstleistungen. Ein „digitales Produktgedächtnis“ sichert dabei die lückenlose Dokumentation über den gesamten

Gemeint ist mit dem Schlagwort die branchenübergreifende, digitale Vernetzung aller Bereiche der Industrie – und damit die Chance auf eine

Herstellungsprozess sowie den Produktlebenszyklus einschließlich intelligenter Komponenten, die Verschleiß frühzeitig erkennen und die Instandsetzung selber initiieren. Von zentraler Bedeutung in der Fabrik der Zukunft ist es, die zunehmende Dynamik und Komplexität der Produktionsprozesse durch intelligente Verfahren zur Überwachung und Analyse sowie durch eigenständige Kommunikation und Selbststeuerung der Bauteile und Maschinen zu kontrollieren.

Was wie eine Utopie klingt, ist zum Teil sogar schon Realität. So ermöglichen RFID-Chips (Mini-Sender) bereits jetzt die automatische Identifizierung und Lokalisierung von Gegenständen via Funksignal. Neu ist nun zum einen, dass es nicht mehr nur – wie zuvor – auf einzelne Teilbereiche beschränkt ist, sondern entlang der Wertschöpfungskette ganze Produktionseinheiten übergreifend umfassen kann. Bahnbrechend ist außerdem, dass das Werkstück zukünftig selber weiß, was mit ihm bereits gemacht wurde und was noch passieren soll. Was vorher der zentrale Rechner der Fertigungsanlage wusste, weiß nun das Bauteil selber.

Die selbstorganisierende Fertigung mit Produkten, Maschinen und Lagersystemen, die über Eigenintelligenz und Kommunikationsfähigkeit verfügen, soll nicht nur zu einem dramatischen Produktivitätsschub führen – Schätzungen gehen hier von bis zu 30% Effizienzsteigerung aus. Ziel der intelligenten Fabrik ist es vor allem, trotz gesteigerter Flexibilität künftig Produkte so individuell herstellen zu können, wie dies zuvor in der vorindustriellen Fertigung möglich war.

### Schöne neue Cyberfabrikwelt?

Kritische Stimmen allerdings geben zu bedenken, dass die Sicherheit in derartig vernetzten Fabriken hochgradig empfindlich ist. Mit den leicht angreifbaren internetbasierten Kommunikationstechniken gehen Unternehmen ein höheres Risiko ein, Ziel von Spionage, Hackerattacken, Viren und Trojanern zu werden, die auf diese Weise Betriebsgeheimnisse entwenden oder per Klick aus der Ferne ganze Fertigungsstraßen sabotieren könnten. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob Unternehmen nicht ausschließlich auf die klassischen Kommunikationswege setzen sollten.

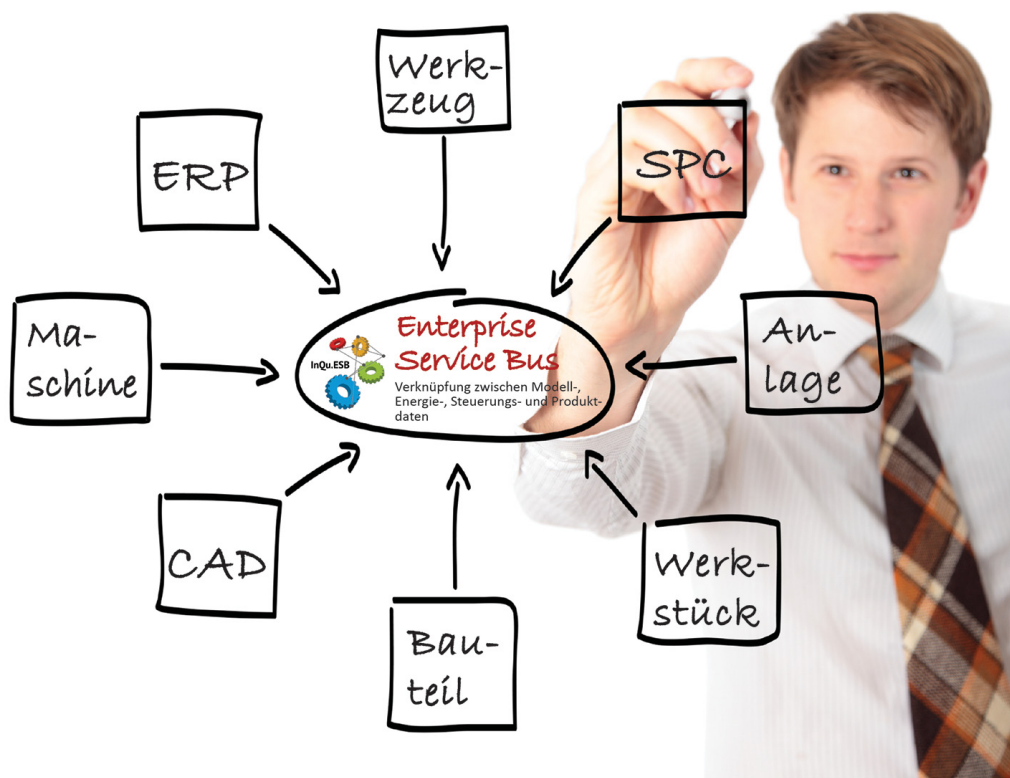
Solch eine klassische Kommunikation innerhalb der cyber-physischen Produktionssysteme ist beispielsweise die Feldbus-Technik. Feldgeräte wie etwa Motoren, Schalter oder Messfühler mit speicherprogrammierten Steuerungen werden mittels der Feldbusse mit zentralen Leit- oder Prozessrechnern verbunden. Die Feldbus-Kommunikation arbeitet dabei nach dem Master-Slave-Prinzip. Während der Master die Prozesse steuert, verrichten die Slave-Stationen ihre jeweiligen Aufgaben.

Jedoch ist die Feldbus-Technik ungeeignet für die Kopplung zwischen cyber-physischen Produktionssystemen, Produktionsbereichen oder ganzen Fabriken. Hier bietet z.B. der Enterprise Service Bus der Firma InQu Informatics GmbH eine Alternative. Der Dresdener Softwarehersteller hat sich auf vollständig integrierte, skalierbare und modulare MES-Lösungen spezialisiert und wurde für seine Entwicklungen bereits mehrfach ausgezeichnet, u.a. mit dem MS Solution Award und dem Innovationspreis-IT. An den InQu-Kommunikationsbus lassen sich beliebige Datenlieferanten und -konsumenten anschließen. Jeder Teilnehmer kann gleichzeitig Sender und Empfänger sein. Die Verbindung zwischen dem Teilnehmer und dem Enterprise Service Bus wird über einen teilnehmerspezifischen Konnektor hergestellt. Somit lässt sich für jeden Teilnehmer eine eigens definierte Businesslogik integrieren. Der Vorteil des Enterprise Service Bus liegt in seiner besonderen Funktionsweise: Alle Nachrichten stehen allen Datenkonsumenten im

gleichen Moment zur Verfügung – und zwar ab dem Zeitpunkt, in welchem der Datenlieferant die Informationen auf den Enterprise Service Bus legt. Steuerungs- und Analyseprogramme für beispielsweise Qualitätssicherung und Feinplanung können somit parallel und in Echtzeit mit Daten versorgt werden. Die resultierenden Steuerungsdaten werden auf die gleiche Art und Weise an die angeschlossenen cyber-physischen Produktionssysteme übergeben. Da die Enterprise Service Bus-Instanzen kaskadiert werden können, lassen sich auch verschiedene Produktionsbereiche bzw. Fabriken miteinander koppeln.

Ein großes Plus ist, das für die Datenübertragung gesicherte Verbindungen zwischen den Teilnehmern genutzt werden. Anders als die internetbasierte Kommunikation gestaltet der Rückgriff auf die klassischen Wege der Industriekommunikation dabei eine sichere Übertragung von Daten.

Unter dem Strich wird sich also erst in Zukunft zeigen, ob sich die vierte industrielle Revolution mit ihrem Zukunftsbild von der intelligenten Fabrik tatsächlich durchsetzen kann – trotz des ungeheuren Potenzials der Prozessoptimierung und trotz der vielfältigsten Anwendungsbereiche. Festhalten lässt sich aber schon jetzt, dass die Verschmelzung von Produktion und IT eine neue Stufe der wirtschaftlichen Entwicklung bedeutet, die den Fertigungsunternehmen und industrienahen Dienstleistern neue Perspektiven eröffnen wird. ■



#### Kontakt

InQu Informatics GmbH  
 Peter Pauls, Geschäftsführer  
 Eva Günzler, IT-Journalistin  
 Wordfinder

Sudhausweg 3  
 01099 Dresden

Tel.: +49 351 2131400  
 Fax: +49 351 2131444

office@inqu.de  
<http://inqu.de>

E<sup>3</sup>-Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion des Fraunhofer IWU:

## Industrielle Produktion neu denken – Die Fabrik der Zukunft (ent)steht in Chemnitz

Auf der HANNOVER MESSE 2014 präsentierte das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU erstmals Forschungsthemen aus der neuen »E<sup>3</sup>-Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion«. In der Modellfabrik wird auf der Grundlage eines in Chemnitz entwickelten Konzepts für die industrielle Produktion in den Kompetenzbereichen »Antriebsstrang«, »Karosseriebau« sowie »Energiemanagement 2.0« an zukunftsfähigen Lösungen für die Produktionstechnik von Morgen geforscht.



Die drei »E« stehen hierbei für die drei Forschungslinien,

in denen die Chemnitzer Wissenschaftler in den nächsten Jahren ihre Vision von der Produktion der Zukunft in technologische Innovationen verwandeln wollen: Neben der Energie- und Ressourceneinsparung durch Entwicklung neuer Maschinen und Technologien gehören hierzu insbesondere Lösungskonzepte für Emissionsneutrale Fabriken sowie eine Neubetrachtung der Einbindung des Menschen in die Fertigung. Die Besonderheit: Hierbei sollen keine Insellösungen in den einzelnen Bereichen entstehen, sondern über eine ganzheitliche Betrachtung der Ebenen Prozess, Prozesskette, Fabrik und Fabrikumfeld, Synergieeffekte untersucht und in Mehrwerte für die Praxis überführt werden. Anhand eines VR-basierten und interaktiven 3D-Modells der neuen »E<sup>3</sup>-Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion« erhielten die Besucher am Hauptstand der Fraunhofer-Gesellschaft erstmals Einblicke in das Innenleben der Modellfabrik sowie zu Lösungen für diese drei zentralen Herausforderungen. Am Stand des Fraunhofer-Vereins Produktion wurden zudem Exponate zu konkreten Lösungsvorschlägen zur Energie- und Ressourceneinsparung gezeigt.

### Mit dem E<sup>3</sup>-Konzept zur Produktion der Zukunft

Das E<sup>3</sup>-Konzept wurde am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU entwickelt. Auf der Grundlage der Leitmaxime »maximale Wertschöpfung bei minimalem Ressourceneinsatz« steht die Entwicklung von Technologien und Prozessen im Fokus, um energie- und ressourceneffiziente Produktionstechnik zu einem Wettbewerbsvorteil für die deutsche Industrie auszubauen. Damit wird wichtigen gesellschaftlichen Megatrends, wie den steigenden Kosten für Energie und Ressourcen, der demographischen Entwicklung, der sich verändernden Mobilität und dem internationalen Wettbewerb, Rechnung getragen. Über die enge Zusammenarbeit mit Industriepartnern fließen konkrete Problemstellungen aus der Praxis in die Forschung ein. Das Konzept wurde im November 2013 in das Fraunhofer-Leitprojekt »E<sup>3</sup>-Produktion« überführt.

In diesen Großprojekten vereinen mehrere Fraunhofer-Institute ihre Erfahrungen und Kompetenzen, um an Lösungen für gesamtgesellschaftliche Herausforderungen zu arbeiten. Insgesamt sind 12 Fraunhofer-Institute aus den Verbunden Produktion, Werkstoffe und Bauteile, Oberfläche und Photonik, Informations- und Kommunikationstechnologien sowie Lebenswissenschaften am Leitprojekt »E<sup>3</sup>-Produktion« beteiligt. Um Lösungsvorschläge schneller in die Praxis überführen zu können sowie Schlüsselbranchen für die Themenstellungen und Ergebnisse zu sensibilisieren, entstehen bis 2016 an 4 Standorten in Deutschland Demonstratoren und Pilotanwendungen.



Statt Insellösungen in einzelnen Forschungsbereichen soll der ganzheitliche E<sup>3</sup>-Ansatz Synergieeffekte offenlegen  
Foto: Fraunhofer IWU

### Von der Vision zum Wettbewerbsvorteil:

#### Die »E<sup>3</sup>-Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion«

Am Fraunhofer IWU befindet sich nach ca. zweieinhalb Jahren Bauzeit und Investitionen von 20 Mio. Euro die »E<sup>3</sup>-Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion«, als einer dieser Demonstratoren, in seiner finalen Anlaufphase. Hier werden auf einer Fläche von über 1.600 Quadratmetern in den drei Kompetenzbereichen »Antriebsstrang«, »Karosseriebau« und »Energiemanagement 2.0« schwerpunktmäßig neue Technologien und Produktionstechniken sowie fabrikplanerische Konzepte für die energie- und ressourceneffiziente Produktion erarbeitet und gemeinsam mit Industriepartnern praxisnah erprobt.

### Ultrakurze Prozessketten

Im Kompetenzbereich »Antriebsstrang« steht die Auslegung und Realisierung von ultrakurzen Prozessketten im Fokus. Indem Herstellungs- und Bearbeitungsverfahren durch ressourceneffizientere Technologien ersetzt oder Prozessschritte eingespart werden, können die Wissenschaftler den Energieeinsatz, Materialverbrauch und die Prozessdauer senken. Am Beispiel einer Fertigungsstrecke für eine Getriebewelle, die im Motor für die Weiterleitung von Drehbewegung und Drehmomenten im Getriebe eines Automobils zuständig ist, werden die Einsparpotentiale untersucht und demonstriert.

### Flexibler und intelligenter Karosseriebau

Im Kompetenzbereich »Karosseriebau« steht der Automobilbau der Zukunft im Mittelpunkt. Die Forderung nach einer energie- und ressourceneffizienteren Mobilität sowie die steigende Modellvielfalt machen im Karosseriebau zukunftsweisende Neu- und Weiterentwicklungen notwendig. Auf Basis einer kompletten industriellen Karosseriebauanlage zum Zusammenbau einer Serientür in enger Zusammenarbeit mit der Volkswagen AG können Forschungsergebnisse bis hin zur Serienreife entwickelt, erprobt und qualifiziert werden. Darüber hinaus stehen schnellere Modellwechsel in der Fertigung durch mehr Flexibilität und intelligente Unterstützungssysteme sowie die Aus- und Weiterbildung unter realen Produktionsbedingungen im Fokus der Forschungen.

### Energieautarke und emissionsoptimierte Produktion

Die Vision im Kompetenzbereich »Energiemanagement 2.0« ist die Entwicklung einer emissionsoptimierten Produktionsstätte, die nicht mehr nur ein passiver Verbraucher ist, sondern eine aktive Rolle auf dem Energiemarkt einnimmt. Ausgehend von der zunehmenden Volatilität im Angebot kann mit mehr Flexibilität im Bedarf, bspw. durch ein intelligentes Lastmanagement, nicht nur Energie eingespart, sondern Geld verdient werden. Hierzu werden

beispielsweise die Integration von Energie- und Stoffstrommanagementlösungen sowie Prognose- und Speichersysteme in die Produktion erprobt.

### Einbindung des Menschen in die Produktion

Ein vierter wichtiger Forschungsschwerpunkt betrifft die Rolle des Menschen in der industriellen Produktion der Zukunft. Herausforderungen ergeben sich zum Beispiel aus der demographischen Entwicklung, der zunehmenden Automatisierung sowie den neuen Möglichkeiten in der Informations- und Kommunikationstechnik. Altersgerechte Produktionsumgebungen, neue Konzepte für die Mensch-Maschine-Interaktion und Strategien zur Wiedereinbindung des Menschen in die Produktion sind einige der Leitfragen, zu denen in der Modellfabrik Lösungen erarbeitet werden.

### Die Intelligente Fabrik

Um die vorhandenen Einsparpotentiale offenlegen und ausschöpfen zu können, müssen Prozesse in produzierenden Unternehmen ganzheitlich betrachtet und Herstellungsschritte zunächst in einzelne Effizienzsteigerungen zerlegt werden: vom Einzelprozess, über die Prozesskette bis hin zur Fabrikebene. Die Voraussetzungen für eine ganzheitliche Analyse und Optimierung ist die Verfügbarkeit und Nutzbarmachung von Informationen über alle benötigten Ressourcen sowie Stoff- und Energieströme in der Fabrik. Diese Daten fließen in der »gläsernen Leitzentrale« der »E<sup>3</sup>-Forschungsfabrik Ressourceneffiziente Produktion« zusammen. Die Wissenschaftler können die Informationen in Echtzeit auf 3D-Präsentern visualisieren und auswerten. Mit mobilen Endgeräten können diese zusätzlich in der gesamten Produktionsumgebung abgerufen werden.

Dieses Vorhaben wurde aus Mitteln des Bundes, des Freistaates Sachsen sowie des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert. ■



In der »gläsernen Leitzentrale« fließen die Daten über alle benötigten Ressourcen sowie Maschinen- und Prozessdaten auf Fabrikebene zusammen. Die Wissenschaftler können die Informationen in Echtzeit visualisieren und steuernd eingreifen.

Foto: Ines Escherich/Fraunhofer IWU

### Kontakt

Fraunhofer-Institut für  
Werkzeugmaschinen und  
Umformtechnik IWU

Hendrik Schneider  
Reichenhainer Straße 88  
09126 Chemnitz

Tel.: +49 371 5397-1454  
Fax: +49 371 5397-1448

info@iwu.fraunhofer.de  
http://e3-fabrik.de

Wissenschaft und Wirtschaft vor neuen Herausforderungen in der Zukunft:

## Branchenübergreifend kooperieren, interdisziplinär agieren und erfolgreich netzwerken

Der Verlauf der letzten Jahre hat gezeigt, dass die industrielle Produktion ein Garant für die stabile Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft ist. Neue und global agierende Marktteilnehmer, schnelllebige Absatzmärkte, kundenspezifische Produkte und Produktionsprozesse erfordern immer flexiblere und reaktionsfähigere Produktionssysteme und -mitarbeiter. Das Niveau der Produktivität und Qualität ist gleichzeitig hoch zu halten.



Verband für Sensorik + Messtechnik

*Innovatoren verbinden*

Internet, Mobilgeräte, intelligente autonome Objekte und vernetzte Echtzeitsysteme halten Einzug in

die Produktion.

Vor dem Hintergrund von Megatrends, der Nutzung neuer Technologien und der intelligenten Vernetzung von Menschen und Dingen, stellt sich die Frage, wie die Produktionsarbeit der Zukunft aussehen wird.

Mit dem Aktionsplan zur Untersetzung der High-tech- Strategie 2020 verfolgt die Bundesregierung mit zehn Zukunftsprojekten wie Smart Cities, Smart Grid und Smart Factory (Industrie 4.0) ambitionierte Ziele (Abbildung 1).

Deutschland soll als Anbieter und Anwender neuer und zukunftsweisender Technologien wie beispielsweise für die industrielle Produktion zum Leitmarkt positioniert werden. Bei „Industrie 4.0“ geht es vor allem darum, neue Dimensionen in der Internet -basierten Erfassung der Umwelt und Interaktion zu erschließen und die Autonomie von Systemen durch zunehmende kognitive Fähigkeiten weiter voranzubringen. Wichtig ist dabei, die wachsende Dynamik und Komplexität der Prozesse durch intelligente Verfahren zu beherrschen, die Überwachung, Analyse, Modellierung, eigenständige Kommunikation und (Selbst-)Steuerung umfassen.

Der Begriff „Industrie 4.0“ beschreibt den grundlegenden Paradigmenwechsel von einer zentralen zu einer dezentralen, autonomem Steuerung mit dem Ziel einer hochflexiblen Produktion individualisierter, digital veredelter Produkte und Dienste. Klassische Branchengrenzen verschwinden, es entstehen neue, übergreifende Handlungsfelder und Kooperationsformen. Wertschöpfungsprozesse verändern sich, die Arbeitsteilung wird neu organisiert.

Um sich den globalen Herausforderungen stellen zu können, sind verstärkt branchenübergreifende und interdisziplinäre Kooperationen zwischen Wirtschaft und Wissenschaft angesagt. Dies trifft auch auf die Querschnittsbereiche der Sensorik und Messtechnik zu.

Die klassischen Komponenten der Mikrosystemtechnik, die Sensoren und Aktoren, werden heute in großen Stückzahlen gefertigt. Sie bilden die Basis für ein breites Anwendungsspektrum in Elektronik, Mechanik, Optik sowie Biologie und Chemie.

Moderne Mikrosysteme sind inzwischen vernetzt, autark und intelligent und weit mehr als eine Komponente. Sie haben sich zu eigenständigen Knoten in intelligenten Systemen wie Sensornetzwerken entwickelt. Durch die fortschreitende Miniaturisierung werden ständig neue Anwendungsbereiche auf dem Weg zur intelligenten Umgebung („Ambient Intelligence“) erschlossen.

In Abbildung 2 sind die beiden wesentlichen technologischen Trends zusammengefasst dargestellt.

Viele neue Anforderungen ergeben sich für die Sensorik und Messtechnik, um die zunehmende Komplexität beherrschbar zu machen. Der Sensor muss zum „Umfeldererkennungssystem“ mit folgenden Eigenschaften weiterentwickelt werden:

- Physikalische Situationserkennung (Sensorfusion, virtuelle Sensoren, Mustererkennung, Situationskarten)
- Vorausschauendes autonomes Handeln (Folgeabschätzung)
- Kooperation und Verhalten (Multiagentensystem, Gruppenverhalten, geteilte Kontrolle)
- Mensch-Maschine-Interaktion (Interaktions-Regeln)
- Maschinelles Lernen (CPS-Systeme stellen sich auf ihre Nutzer bzw. Situationen ein – Personalisierung)
- Strategie der Selbstorganisation und Adaption (Selbstorganisation in der Produktion, wobei Werkstücke selbst zum Informationsträger werden und Produktionsabläufe prägen.)

Durch neue multifunktionale Geräte, welche die Eigenschaften von Handys und PDAs mit Fernbedienungen oder GPS-Empfängern kombinieren, und Zahlungsströme bzw. Signaturen unter den gesetzlichen Sicherheitsaspekten ermöglichen, werden mobile Zugangsmedien einen hohen Stellenwert in der Mensch-Technik-Interaktion einnehmen.

Mit dem Trend zur weiteren Miniaturisierung in der Technik und der steigenden Leistungsfähigkeit kleinster Geräte wird deutlich, dass sich für den mobilen Nutzer (Produktionsarbeiter) ganz neue Möglichkeiten und Anforderungen an eine Geräteunterstützung ergeben. Nimmt man den Menschen



selbst in den Fokus der Betrachtung so erkennt man, dass ihn stets ein unsichtbarer, mobiler Informationsraum umgibt. Dieser Raum wird gebildet und aufrecht gehalten durch Interaktion von mobilen Geräten, drahtgebundenen bzw. drahtlosen Netzen und dem Internet, um Informationen zu finden und mit anderen Menschen zu kommunizieren und zusammenzuarbeiten. Auch bei der „Machine to Machine“ (M2M) – Kommunikation spielt die drahtlose Datenkommunikation von Maschinen, Fahrzeugen, Automaten oder sonstigen Objekten miteinander oder mit einer zentralen Leitstelle eine immer größere Rolle. Im Mittelpunkt für eine Vielzahl von M2M-Applikationen steht der drahtlose Informationsaustausch zur Optimierung von Geschäftsprozessen. Zu den wichtigsten Einsatzgebieten gehören unter anderem Transport und Logistik, Flottenmanagement, Fernüberwachung/-steuerung/-messung, Sicherheitstechnik sowie Gesundheitswesen. Produktionsgebäude der Zukunft werden nicht zuletzt wie Autos informationstechnisch voll erfasst sein.

- UNIs und FH gewinnen zunehmend eine Schlüsselrolle als Inkubatoren neuen Wissens (benötigen eigenes Innovationsmanagement)
- Netzwerkbildung und flexible Organisationsformen zur Suche und Einbindung besten Wissens (zielorientiert)



Abbildung 1: Smart Cities

**Fazit und Ausblick**

Durch intelligente Systeme mit eingebetteter Sensorik ist die Voraussetzung geschaffen, damit die einzelnen Gerätekomponten einer Umgebung als Ensemble zusammenhängend und situationsbezogen agieren können. Durch Interaktion, wie Gestik und Sprache, wird die Bedienung von Geräten einfacher. Darüber hinaus sind neue Strategien für die Selbstorganisation von Geräte-Ensembles erforderlich, die eine Anpassung an die jeweiligen Bedürfnisse oder Wünsche der Benutzer ermöglichen.

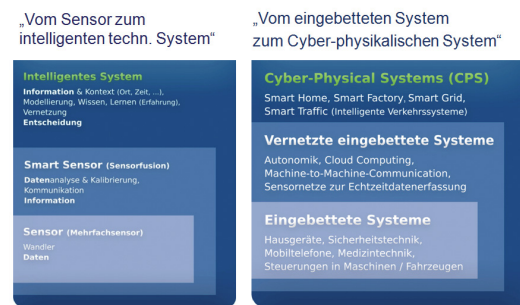


Abbildung 2: Übersicht der technologischen Trends zu intelligent vernetzten Systemen

In einer durchgängig virtualisierten und informatisierten Fabrik (Industrie 4.0) wird der qualifizierte Produktionsarbeiter mit seinen Erfahrungen auch weiterhin im Mittelpunkt stehen. [3]

Zukünftige Herausforderungen und Erwartungshaltungen an die Produktionsarbeit:

- Menschliche Arbeit als wichtiger Bestandteil von „Industrie 4.0“ (höherer Bedarf an Ingenieuren)
- Automatisierung für immer kleinere Serien (Personalisierung)
- Flexibilität als Schlüsselfaktor für die Produktionsarbeit (kurze Innovationszyklen, zielgerichteter und systematischer organisieren)
- Sicherheitsaspekte (Safety und Security) schon beim Design intelligenter Anlagen berücksichtigen
- Aufgaben traditioneller Produktions- und Wissensarbeit wachsen weiter zusammen (Produktionsarbeiter übernehmen vermehrt Aufgaben der Produktentwicklung)
- Anforderungen an klassische Automatisierung- und Fertigungstechnik greifen auf Elemente der Energietechnik, Sensorik, Messtechnik und moderne IT-Tools zu
- Mitarbeiter müssen für kurzfristigere, weniger planbare Arbeitstätigkeiten „on-the-job“ qualifiziert werden

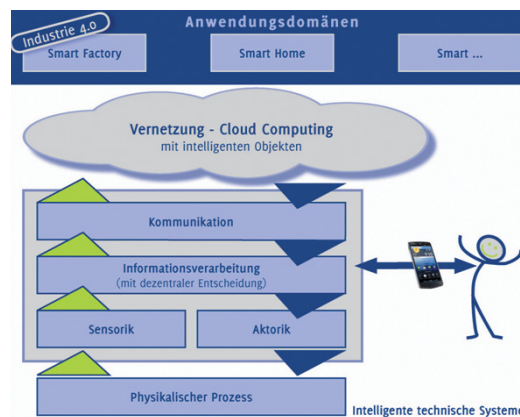


Abbildung 3: Intelligente technische Systeme  
Abbildungen. (3): Dr. Wolfgang Sinn

**Literatur**

- [1] agendaCPS (2012)
- [2] CPS (2010); Prof. Dr. U. Aßmann, Prof. Dr. M. Wacker
- [3] Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0, Fraunhofer IAO, 2013

**Kontakt**

AMA Verband für Sensorik und Messtechnik e.V.  
Wissenschaft+Wirtschaft

Dr. Wolfgang Sinn  
Frankfurter Straße 33  
36460 Dönges

Tel.: +49 36963 63078  
Mobil: +49 172 2032060

wolfgang.sinn@t-online.de  
http://ama-sensorik.de

EU-Beratungsnetzwerk informiert

## Fabriken der Zukunft – Förderung der Wettbewerbsfähigkeit in HORIZON 2020

Im Rahmen des Enterprise Europe Network (EEN) Sachsen informiert die ZTS GmbH über Dienstleistungen der Europäischen Union und recherchiert für Unternehmen auf dem europäischen Technologiemarktplatz des Netzwerks nach Angeboten bzw. Nachfragen und gibt Unterstützung bei der Erstellung eigener Technologieprofile sowie bei der Anbahnung von Vertragsabschlüssen.



*Wir stehen Unternehmen zur Seite*

Die Europäische Kommission hat acht öffentlich-private Partnerschaften (Private Public Partnerships – PPP) ins Leben gerufen, die für die europäische Industrie von strategischer Bedeutung sind. Diese vertraglichen Partnerschaften sollen mehr als 6 Mrd. Euro an Investitionen mobilisieren, die durch Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen im Rahmen von „Horizont 2020“, dem neuen EU-Programm für Forschung und Innovation, vergeben werden.

Zu den Partnerschaften gehört die Initiative Factories of the Future (FoF) – „Fabriken der Zukunft“, die die nachhaltige Stärkung der weltweiten Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Fertigungsindustrie zum Ziel hat. So soll die technologische Basis vor allem von kleinen und mittleren Unternehmen durch die Entwicklung und Einbeziehung von zukunftssträchtigen Technologien gestärkt werden.

Grundlage für die Themen der künftigen Forschungs- und Innovationsförderung im Rahmen von Factories of the Future ist die Roadmap 2020 der Interessensvereinigung European Factories of the Future Research Association EFFRA. Ein Ziel der 92 Organisationen aus 17 EU-Mitgliedstaaten ist es, in enger Partnerschaft mit der Europäischen Kommission FuE-Prioritäten zu definieren. Mitglieder von EFFRA sind KMU, Zulieferer, kundenorientierte Unternehmen sowie Forschungsinstitute und Hochschulen aus ganz Europa. Dazu zählt auch die TU Dresden.

Das Gesamtbudget setzt sich aus Beiträgen der Europäischen Kommission und der Industrie zusammen. Aus HORIZON 2020 werden insgesamt 1,15 Mrd. Euro zur Verfügung gestellt.

Abweichend zu anderen thematischen Aufrufen in HORIZON 2020 ist die nächste Deadline für die Einreichung von Anträgen im Call 2015 bereits der 9. Dezember 2014.

### Das Arbeitsprogramm 2015 umfasst folgende Themen:

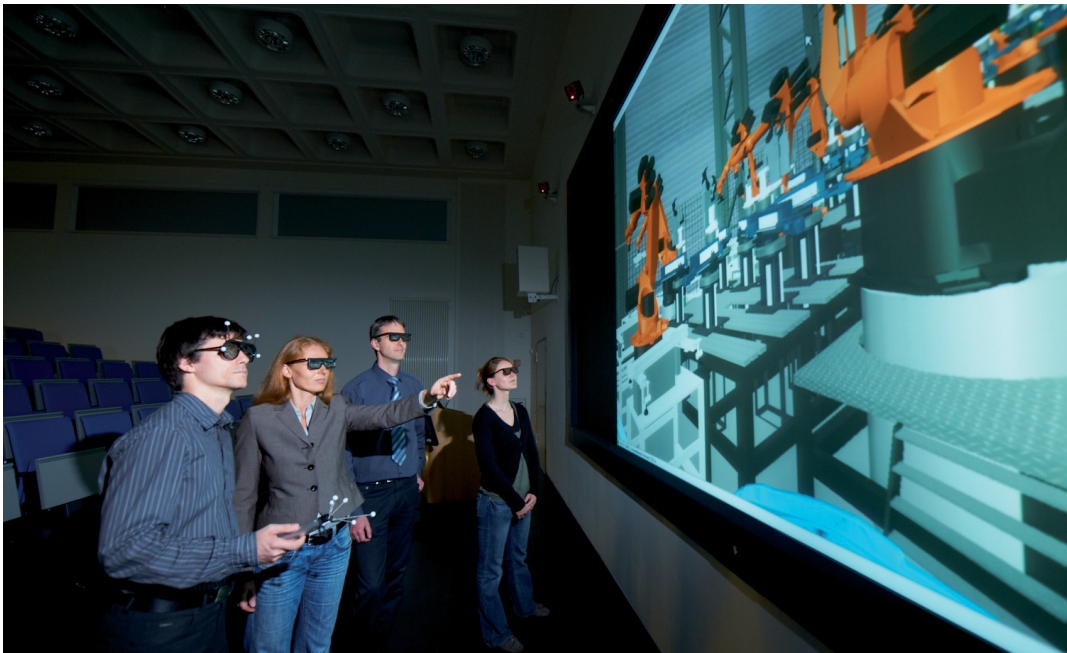
- FoF 8 – 2015 ICT-enabled modelling, simulation, analytics and forecasting technologies
- FoF 9 – 2015 ICT Innovation for Manufacturing SMEs (I4MS)
- FoF 10 – 2015 Manufacturing of custom made parts for personalised products
- FoF 11 – 2015 Flexible production systems based on integrated tools for rapid reconfiguration of machinery and robots
- FoF 12 – 2015 Industrial technologies for advanced joining and assembly processes of multi-materials
- FoF 13 – 2015 Re-use and re-manufacturing technologies and equipment for sustainable product life cycle management
- FoF 14 – 2015 Integrated design and management of production machinery and processes

### Beispiele für erfolgreiche sächsische Beteiligung

Zu den erfolgreichen Antragstellern im 7. Forschungsrahmenprogramm gehört die TU Chemnitz. Im September 2013 startete das EU-Projekt THERMACO.

Seit September forschen elf Partner aus sieben Ländern unter Koordination der Professur Mikrofertigungstechnik der Technischen Universität Chemnitz gemeinsam an einer Lösung, um die herausragenden Eigenschaften des Graphens für die Wärmeableitung nutzbar zu machen. Graphen ist ein neuartiger Werkstoff aus Kohlenstoff, der durch seine herausragenden anisotropen Eigenschaften großes Potential besitzt. So hat Graphen zum Beispiel eine fünfmal höhere Wärmeleitfähigkeit als Kupfer. 2010 erhielten die Entdecker den Nobelpreis für Physik. Und seit 2013 wird die weitere Erforschung dieses innovativen Werkstoffs als EU-Flaggschiff-Initiative mit einer Milliarde Euro gefördert.

„Die Wärmeentwicklung von Bauteilen stellt in vielen Bereichen die kritische Herausforderung für Weiterentwicklungen dar. Sie begrenzt beispielsweise in der Leistungselektronik die Verkleinerung von Baugruppen und wirkt sich auch bei Verbrennungsmotoren limitierend auf die erzielbare Leis-



Virtueller Rundgang durch die Forschungsfabrik im Virtual Reality-Technikum des Fraunhofer IWU

Foto: Jürgen Jeibmann/Fraunhofer IWU

tungsdichte aus“, erläutert Prof. Dr. Andreas Schubert, Inhaber der Professur Mikrofertigungstechnik. Um maximal zulässige Temperaturen nicht zu überschreiten, sei es nötig, die entstehende Wärme sehr schnell abzuführen.

Im Projekt THERMACO soll nun die Möglichkeit eines optimalen Wärmeabtransportes mit Hilfe von Graphen erforscht werden. „Gegossene Aluminiumteile mit integrierten Graphen-Einsätzen fungieren als thermische Elemente, deren Materialentwicklung, Simulation, Gießprozess und Endbearbeitung integrale Bestandteile des Forschungsprojektes sind“, sagt Schubert und fügt hinzu: „Gewichts- und Platzersparnis sowie ein höherer thermischer Wirkungsgrad eröffnen dadurch neuen Raum für künftige Entwicklungen.“

„Dieses neuentwickelte Material vom Forschungsstadium in die Anwendung zu übertragen, ist der Reiz dieses Projektes“, sagt Dr. Henning Zeidler, wissenschaftlicher Leiter von THERMACO. Kernaufgaben der TU Chemnitz sind neben der Koordinierung des Projektes, die Simulation des Materialverhaltens und die Endbearbeitung sowie Oberflächenstrukturierung der gegossenen THERMACO-Demonstratoren. Das Projekt wird mit 3,4 Millionen Euro von der EU gefördert. (Quelle Pressemitteilung TU Chemnitz)

Das Unternehmen Dresden Elektronik Ingenieurtechnik GmbH ist gleich Partner in mehreren Konsortien.

So startete das EU-Projekt SkillPro (<http://www.skillpro-project.eu>) bereits 2012 mit dem Ziel, eine ressourcen-orientierte Steuerungsarchitektur zu entwickeln, in der alle Anlagenkomponenten und Teile gemäß ihrer Fähigkeiten automatisch erkannt

und rekonfigurierbar sowie interoperabel eingebunden werden. SkillPro steht auch für den Wandel von der Ära der Massenproduktion zu der Ära der Nischenmärkte. Das Projekt läuft bis 2015 und wird mit 3,84 Mio. Euro von der EU gefördert.

Im September 2013 begann das EU-Projekt »LIAA – Lean Intelligent Assembly Automation« (<http://www.project-leanautomation.eu>). In einem europäischen Konsortium unter Leitung des Fraunhofer IPA entwickelt ein Konsortium von 15 Partnern aus 7 Ländern kostengünstige Robotersysteme und Anwendungen für die Montage. Die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Robotern soll dazu beitragen, die kognitiven Fähigkeiten des Menschen mit der Kraft und Wiederholgenauigkeit von Robotern zu kombinieren. Die EU-Förderung beträgt knapp 8 Millionen Euro.

Die TU Dresden ist im 7. Forschungsrahmenprogramm mit vier FoF-Projekten (PLANTCockpit, Sense&React, CoMVantage, TREASURES) beteiligt. Als Projektpartner konnte dabei ein Gesamtbudget von 3,5 Mio. Euro bei einem Fördervolumen von 2,7 Mio. Euro für die TU eingeworben werden.

Das EEN Sachsen bietet Informationen und Workshops zu HORIZON 2020, Hilfestellung beim Antrag und Unterstützung bei der Komplettierung von Konsortien.

#### Wichtige Links:

- Nationale Kontaktstelle NKS Produktion
- NKS IKT (Informations- und Kommunikationstechnologien)
- European Factories of the Future Research Association EFFRA
- Website des BMBF zu HORIZON 2020
- Participant Portal

#### Kontakt

ZTS – Zentrum für  
Technologiestrukturentwicklung  
Region Riesa-Großenhain GmbH

Ute Kedzierski  
Industriestr. A11  
01612 Glaubitz

Tel.: +49 35265 51202

[kedzierski@zts.de](mailto:kedzierski@zts.de)

<http://zts.de>

<http://www.een-sachsen.eu>

An der Professur für Technische Informationssysteme der TU Dresden entwickelt:

## Ein ganzheitlicher Ansatz zur Kostenreduktion in der vorausschauenden Instandhaltung

Obwohl sich die Einsicht mehr und mehr durchsetzt, dass mittels vorausschauender Instandhaltung Instandhaltungskosten deutlich reduziert werden können, schöpfen die auf dem Markt befindlichen Lösungen noch längst nicht das ganze Potential dieser Strategie aus. Mittels der hier vorgestellten prototypischen Lösung ist eine Instandhaltung On-Demand mit einer damit verbundenen deutlichen Kostenreduktion möglich, während die Anlagenbetreiber durch die intuitive Integration der Lösung in ihre Betriebsabläufe entlastet werden.



**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**

In der Instandhaltung werden noch immer riesige Geldbeträge durch die

Wahl ungünstiger Instandsetzungszeitpunkte verschwendet. So werden viele Anlagen zyklisch in festgelegten Intervallen instandgesetzt, was zu unnötigen Stillstandszeiten von eigentlich funktionstüchtigen Anlagen und dem Austausch von noch funktionstüchtigen Maschinenteilen führt.

Aber auch bei der Run-To-Failure-Strategie, also dem Betreiben von Anlagen bis zu deren Ausfall, werden unnötig hohe Kosten verursacht. Dies trifft besonders dann zu, wenn sich Ausfälle zu ungünstigen Zeitpunkten ereignen, zum Beispiel gerade dann, wenn ein wichtiger Produktionsauftrag abgeschlossen werden muss. Außerdem sind bei dieser Strategie die Kosten für Instandhaltungsmaßnahmen nach einem Ausfall im Allgemeinen höher. So kostet allein der Kraneinsatz für den Austausch eines Getriebes einer Windkraftanlage (offshore) bei einem Totalausfall ca. 15.000 Euro. Insgesamt wird davon ausgegangen, dass das Einsparpotential durch den Einsatz moderner Instandhaltungsstrategien bei ca. einem Drittel der gesamten Instandhaltungskosten liegt.

Das Thema Instandhaltungsoptimierung wird also im Hinblick auf den Erhalt der Konkurrenzfähigkeit und dem damit verbundenen Ruf nach einer effizienteren Produktion immer wichtiger. Diese wachsende Einsicht lässt sich auch anhand der steigenden Anzahl von CBM-Lösungen (Condition Based Maintenance) beobachten. Leider offenbaren aber auch diese Lösungen bei näherer Betrachtung erhebliche Schwächen.

So bieten auf dem Markt befindliche CBM-Systeme oft eine Fülle von Analyse- und Modellierungstechniken, um den Abnutzungszustand einer Anlage bewerten zu können, lassen den Endanwender aber nach einer kurzen Trainingsphase allein. Dies führt dazu, dass die Anlagenbetreiber, die selbst meist keine Experten für die Systemanalyse sind, sich mit einer Fülle von statistischen Größen und Modellen konfrontiert sehen, die sie nicht beherrschen können. Da sie aber ungern Systeme einführen, die sie nicht verstehen, ist die Ablehnungsrate solcher Systeme meist sehr hoch.

Ein weiteres Problem stellt die mangelnde Integration von Kostenfunktionen dar. Werden nämlich bei der Bestimmung von geeigneten Instandsetzungszeitpunkten lediglich Prozessdaten analysiert ohne dabei die Kostenstruktur zu berücksichtigen, wird viel Einsparpotential und damit auch viel Geld verschenkt. Für die Bestimmung von kostenoptimalen Instandhaltungszeitpunkten müssen aber gerade im besonderen Maße Finanzdaten einbezogen werden.

Oft vernachlässigt, aber dennoch ebenfalls wichtig, ist die Einbeziehung der Betriebsbedingungen einer Anlage. So kommt es beispielsweise zu erheblichen Varianzen der durch CBM-Systeme ermittelten statistischen Kenngrößen, verursacht durch das steuerungsbedingte Anlaufen verschiedener Arbeitspunkte einer Anlage. Außerdem wird auch die Abnutzungsrate von wechselnden Betriebsbedingungen beeinflusst, beispielsweise dann, wenn eine Fräsmaschine unter wechselnden Drehzahlen arbeitet und sich damit auch jeweils der Grad der Beanspruchung ändert. Bleiben solche Betriebsbedingungen unberücksichtigt, leidet darunter die Güte von Abnutzungsmodellen und infolgedessen wird auch hier Einsparpotenzial verschenkt.

Abschließend ist noch festzuhalten, dass viele CBM-Lösungen nur mangelhaft in betriebliche Abläufe bzw. Systeme integriert sind und deshalb viele manuelle Eingriffe benötigen. So wird beispielsweise oft versäumt, relevante Ergebnisse automatisch an vorhandene ERP-Lösungen zu übermitteln oder bei der Darstellung relevanter Kenngrößen auf die stark abweichenden Bedürfnisse der beteiligten Akteure (Techniker, Instandhalter, Manager) Rücksicht zu nehmen.

Um den oben genannten Problemen entgegen treten zu können, wurde an der Professur Technische Informationssysteme (Professor Kabitzsch) der Fakultät Informatik der TU Dresden ein neuer Lösungsansatz entwickelt. Dieser beinhaltet zunächst eine intensive Analyse der Anlage durch Mitarbeiter der Professur, die eine langjährige Erfahrung im Bereich der angewandten Informatik mit sich bringen und daher in der Lage sind, eine Brücke zwischen Theorie und Praxis zu schlagen. Die dafür notwendige Aufzeichnung der Prozessdaten kann bei Bedarf

durch den an der gleichen Professur entstandenen und von der GWT-TUD GmbH weiter entwickelten bzw. vertriebenen Analysator AutoSPy realisiert werden. Neben der Analyse klassischer Prozessgrößen werden dabei auch das Fachwissen des Instandhaltungspersonals, Kostenfunktionen und Betriebsbedingungen mit einbezogen.

Nicht selten ist dabei gerade das berühmte Bauchgefühl des Personals, welches mit den eigenen Anlagen bestens vertraut ist, bei der Erkennung von Abnutzungsprozessen sehr hilfreich. Wichtig hierbei ist es, nicht den Eindruck entstehen zu lassen, man wolle Personal einsparen. Vielmehr ist das Personal auch weiterhin unabdingbar, da die Anlagen ja auch weiterhin gewartet und instandgesetzt werden müssen und dieser Vorgang lediglich durch die neue CBM-Lösung unterstützt bzw. vereinfacht wird.

Bei den zu berücksichtigenden Kostenfunktionen handelt es sich hauptsächlich um die Kosten für präventive Maßnahmen, Folgekosten durch Ausfälle und die Kosten für das CBM-Programm. Nur durch die Auswertung bzw. Integration dieser Größen lässt sich eine gezielte Kostenreduktion erreichen und diese auch quantitativ messen.

Mittels Unterstützung vielfältiger Systemanalyse- und Prognosetools wird anschließend ein anlagen-spezifischer Workflow definiert. Dieser beinhaltet die Auswahl sinnvoller Systemmodellierungsschritte sowie deren Verkettung und Parametrisierung. Die Gestaltung des Workflows ist dabei sehr flexibel. Abgelegt wird er in Form eines Skriptes, welches zur Laufzeit von einem CBM-Framework aufgerufen wird. Angewendet auf die Prozessdaten kann so jederzeit automatisch der Abnutzungsstatus einer Anlage bestimmt, dieser in die Zukunft prognostiziert und der kostenoptimale Instandsetzungszeitpunkt bestimmt werden. Dabei werden auch immer die aktuellen Betriebsbedingungen berücksichtigt und somit die Vorhersagequalität gesteigert.

Zur Nutzerinteraktion wird ein flexibles, geräte-(Tablets, Smartphones, PCs) und plattformübergreifend einsetzbares Visualisierungsframework verwendet, welches maßgeschneidert auf die Kundenwünsche angepasst wird. So ist es beispielsweise möglich, dem Manager eines Betriebes eine allgemeine Übersicht über den Zustand aller seiner Anlagen zu präsentieren (Screenshot 1) während dem Instandhaltungspersonal der Abnutzungsstatus einer spezifischen Anlage mit Empfehlungen für den kostenoptimalen Instandhaltungszeitpunkt angezeigt wird (Screenshot 2). Dabei sind alle Anzeigen übersichtlich und auf das Wesentliche reduziert gehalten, um so die schnelle Identifikation von relevanten Informationen zu ermöglichen. Komplizierte statistische Berechnungen bleiben standardmäßig vor dem Anwender verborgen, können aber bei Bedarf ebenfalls visualisiert werden. Neben der Visualisierung der Ergebnisse ist auch die direkte Integration in betriebsinterne Software wie beispielsweise ERP-Systeme möglich.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mittels der hier vorgestellten Lösungen die Instandhaltungskosten deutlich gesenkt werden können, während gleichzeitig eine hohe Nutzerakzeptanz erreicht wird. Dafür werden bei der Bestimmung von kostenoptimalen Instandhaltungszeitpunkten neben klassischen Prozessdaten auch Kostenfunktionen und Betriebsbedingungen berücksichtigt, intuitiv verständliche Größen ermittelt und diese individuell, an die Bedürfnisse des Endnutzers angepasst, visualisiert.

Das GWT Kompetenzzentrum für Produkt- und Produktionsoptimierung bietet seinen Kunden im Bereich der innovativen und kosteneffizienten Produktionsorganisation ein umfangreiches Leistungsportfolio. Prof. Kabitzsch und sein Expertenteam sind im Kompetenzzentrum im Umfeld der Technischen Informatik tätig, in dem die vorausschauende Instandhaltung einen Schwerpunkt bildet.

**Kontakt**

Technische Universität Dresden  
Fakultät Informatik  
Professur für  
Technische Informationssysteme

Dr.-Ing. Jakob Krause  
01062 Dresden

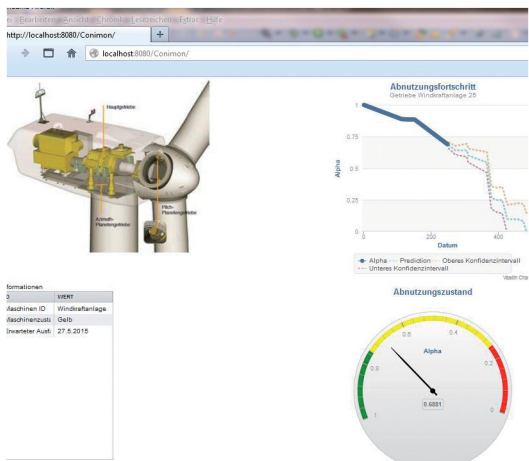
Tel.: +49 351 463-38529  
Fax: +49 351 463-38460

[jakob.krause@tu-dresden.de](mailto:jakob.krause@tu-dresden.de)  
<http://conimon.de>

GWT-TUD GmbH  
Thomas Holstein  
Leiter Industriebereich  
Kompetenzzentrum Produktions-  
optimierung

Tel.: +49 351 25933-160  
Fax: +49 351 25933-111

[thomas.holstein@gwtonline.de](mailto:thomas.holstein@gwtonline.de)



Screenshot 2: Windkraftanlage – Getriebe: Statusanzeige (unten) und Abnutzungsverlauf mit Ausfallprognose (oben)

The figure shows a screenshot of a web application displaying a table of machine status. The table has columns for 'ID', 'MA SCHINDENZEITRAUM', 'ERWARTETER AUSSALL', 'EMPFOHLENER INSTANDHALTUNGSZEITPUNKT', 'ERWARTETE KOSTENERSPARUNG', and 'DETAILS'. Each row represents a machine with a colored status indicator (red, yellow, or green) and a 'Details' button.

ID	MA SCHINDENZEITRAUM	ERWARTETER AUSSALL	EMPFOHLENER INSTANDHALTUNGSZEITPUNKT	ERWARTETE KOSTENERSPARUNG	DETAILS
B1		1.4.2014	-1.4.2014	7291 €	Details
B2		2.4.2014	0.4.2014	8056 €	Details
B3		3.4.2014	1.4.2014	2279 €	Details
B4		4.4.2014	2.4.2014	3560 €	Details
B5		5.4.2014	3.4.2014	3871 €	Details
B13		13.4.2014	11.4.2014	250 €	Hier
B8		8.4.2014	6.4.2014	8758 €	Details
B9		9.4.2014	7.4.2014	2258 €	Details
B10		10.4.2014	8.4.2014	6290 €	Details

Screenshot 1: Anlagenübersicht mit Abnutzungsständen (rot, grün, gelb) und empfohlenen Instandsetzungszeiten.

Abbildungen: Dr. Jakob Krause

BMBF-Projekt GEMIAAC eröffnet Wissenschaftlern an der HTW Dresden Chancen für...

## ...neue Interaktionskonzepte bei der Erstellung komplexer Konfigurationen

Die Herausforderungen der Informatik für den Bereich der klassischen Industrien beinhalten sehr komplexe Prozesse, für die viele unterschiedliche Lösungen und Lösungsansätze, jedoch kein allgemeingültiger Standard existieren. Sollen offene Technologien und Schnittstellen verwendet werden, so sind Bestandteile aus verschiedenen Teilbereichen zu kombinieren. Wir stellen in diesem Artikel einen Lösungsansatz zur Diskussion, der diese Herausforderungen in Form eines grafischen Konfigurationswerkzeugs (GENIAC) adressiert.



Hochschule für  
Technik und Wirtschaft  
Dresden  
University of Applied Sciences

Im BMBF geförderten Projekt GENIAC wird ein

visuelles Konfigurationswerkzeug mit Touchbedienung entwickelt, um komplexe Konfigurationsszenarien für Entwickler und Anwender handhabbarer, überschaubarer und somit schneller entwickelbar zu machen. Dazu werden hierarchische Graphen zur Darstellung von Konfigurationen verwendet. Einzelne Komponenten werden dabei als Knoten dargestellt, die über Kanten miteinander verbunden sind. Knoten können zudem zusätzliche Attribute zur Feineinstellung besitzen, welche in einer Detailansicht bearbeitet werden.

Beim Entwurf des Konfigurationswerkzeugs GENIAC und der Zusammenarbeit mit Anwendern und Programmierern unserer Anwendungsfälle stellte sich heraus, dass ein wesentliches Element zur Verbesserung bei der Erstellung, Bearbeitung und Pflege von Konfigurationen die Unterstützung von Templates ist. Diese sollen es dem Nutzer ermöglichen, beliebige Teilbäume zu (Sinn-)Einheiten zusammenzufassen, zu bearbeiten und wenn benötigt wiederzuverwenden. Die Templates folgen dabei der Zoomable User Interface Konzeption. Erst durch Heranzoomen an ein Template wird die darin enthaltene Teilkonfiguration sichtbar und bearbeitbar. Der Nutzer erhält somit eine Teilarbeitsfläche mit der vollen Funktionalität des Konfigurationswerkzeugs, wobei die Verbindungen des Templates nach außen (in die Hauptkonfiguration) am Rand angezeigt werden. Einer der größten Vorteile von Templates ist die mit der Kapselung von Funktionalität einhergehende Wiederverwendbarkeit. GENIAC ermöglicht es die erstellten Templates in einer Bibliothek zu speichern und in anderen Konfigurationen einzufügen.

Die Werkzeuganwendung GENIAC ist als universeller Editor für Konfigurationen auf XML-Basis, beziehungsweise ähnlicher Beschreibungs- oder Skriptsprachen konzipiert. Als konkretes Anwendungsbeispiel für die Demonstration der praktischen Anwendung dient SARTURIS der TU Dresden ([www.sarturis.de](http://www.sarturis.de)). Die Softwarearchitektur unserer Lösung ist jedoch allgemein auf eine einfache Erweiterbarkeit und Übertragung auf andere Anwendungsfälle ausgelegt. Möchte man unser

Werkzeug GENIAC mit einem neuen Framework benutzen, so muss die Grundbedingung erfüllt sein, dass sich dessen Konfigurationen als Netzwerk aus Knoten und Kanten darstellen lassen. Ist dies gegeben, wird ein Plugin geschrieben, welches regelt, wie sich die Darstellung der Konfiguration genau zusammensetzt. Dazu gehören etwa die Beschreibung der vorhandenen Knotentypen und ihrer Attribute sowie die Festlegung von Struktur- und Datenverbindungen. Zur Laufzeit liefert das Plugin die Regeln, nach denen eine Konfiguration aufgebaut werden darf, also etwa welche Knoten miteinander verbunden werden können und welche Attribute innerhalb eines Knotens zwingend gesetzt werden müssen. Zusätzlich ist es Aufgabe des Plugins, den Import und Export von Konfigurationen zwischen GENIAC und dem Dateiformat des verwendeten Frameworks sicherzustellen. Wurden alle diese Anforderungen umgesetzt, können Konfigurationen in GENIAC erstellt werden.

Gerade bei Anwendungen im Bereich Industrie 4.0 mit den Anforderungen einer starken Individualisierung der Produkte unter den Bedingungen einer hoch flexibilisierten Produktion, und die weitgehende Integration von Kunden und Geschäftspartnern in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse sehen wir eine große Anwendungspalette unserer entwickelten Werkzeuge. GENIAC wurde vor allem im Hinblick auf einfache Bedienbarkeit entwickelt. Die Anzeige als Hierarchie und der Einsatz von Templates optimieren Orientierung und Navigation in großen Konfigurationen, während die genutzten Interaktionen bewusst einfach gehalten wurden, um das Arbeiten mit Knoten und Verbindungen intuitiv zu gestalten. Individualisierte Szenarien lassen sich leicht und übersichtlich gestalten und gerade Anwender bzw. Kunden können durch eine grafische Darstellung der Prozesse leichter integriert werden. ■

### Kontakt

Hochschule für Technik und  
Wirtschaft Dresden  
Computergrafik

Prof. Dr. Markus Wacker  
Dipl.-Inf. (FH) Michael Wegner  
Dipl.-Inf. (FH) Georg Freitag  
Friedrich-List-Platz 1  
01069 Dresden

Tel.: +49 351 462-2684  
Fax: +49 351 462-3671

[wacker@informatik.htw-dresden.de](mailto:wacker@informatik.htw-dresden.de)  
<http://htw-dresden.de/fakultaet-informatikmathematik/personal/professuren/prof-dr-markus-wacker.html>

Analyse und Optimierung komplexer technischer Systeme

## Effiziente Verfahren zur Modellierung und Signalverarbeitung in industrieller Anwendung

Im Vordergrund der Forschungsarbeiten des Lehrstuhls Grundlagen der Elektrotechnik unter Leitung von Prof. Ronald Tetzlaff steht die Modellierung und Identifikation komplexer Systeme. Ausgehend von einer grundlegenden theoretischen Erfassung der Eigenschaften komplexer Systeme wird insbesondere deren Verhalten zur Entwicklung von Verfahren zur Informationsverarbeitung herangezogen. Die daraus entwickelten Methoden bieten vielversprechende Anwendungsmöglichkeiten für Industrie und Medizin.



Am Lehrstuhl Grundlagen der Elektrotechnik best-

ehen langjährige Erfahrungen in der Modellierung und Simulation elektronischer Schaltungen unter Verwendung von Methoden der Theorie nichtlinearer Systeme. Eine derartige Vorgehensweise ist bei der Optimierung von Schaltungsstrukturen aber auch im Hinblick auf eine Stabilitätsanalyse bedeutsam. In zunehmender Form werden dabei neuartige nanoelektronische Bauelemente (z.B. Memristoren) in die Untersuchungen mit einbezogen.

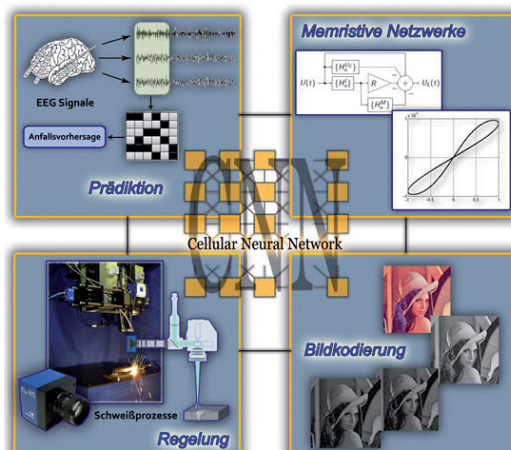
Weiterhin bildet seit geraumer Zeit die Analyse und Verarbeitung mehrdimensionaler Signale ein wichtiges Feld der Arbeiten; dabei werden häufig parallele Rechnerstrukturen basierend auf Zellularen Nichtlinearen Netzwerken zur Problemlösung herangezogen. Die Vorteile der Signalverarbeitung auf Basis Zellularer Nichtlinearer Netzwerke lassen sich unter anderem für Aufgabenstellungen aus der Hochgeschwindigkeitsbildverarbeitung nutzen. Durch die hochfrequente Bildverarbeitung mit gleichzeitiger Möglichkeit der Einrichtung eines Regelkreises lassen sich Fertigungsprozesse kontrollieren und steuern. Ein Beispiel für einen Einsatz nach dieser Methodik ist die Regelung von Laserschweißprozessen unter Einhaltung von Echtzeitbedingungen. Die optische Überwachung technischer Anlagen auf Störfälle ist ebenfalls möglich. Die Anwendung dieser Technologie auf die Problemstellungen der Industrie 4.0 eröffnet vielseitige Möglichkeiten. High Speed Video Processing in Kombination mit Augmented Reality und Produkten wie Google Glass oder Head-Up-Displays ermöglichen Entwicklungen, welche zahlreiche Unterstützungsmöglichkeiten z. B. des Maschinenbedieners in einer Fertigung betreffen. Des Weiteren können Qualitätskontrolle sowie Inspektions-, Wartungs- und Instandsetzungsaufgaben erleichtert und verbessert werden. Die hocheffiziente Art der Signalverarbeitung kann ebenfalls zur Entwicklung cyber-physischer-Systeme genutzt werden, welche als Grundlage von Smart Fabs, also autonomer, selbstregelnder Fertigungsanlagen oder Transportsystemen dienen.

Die Anwendung Zellularer Nichtlinearer Netzwerke erschöpft sich keinesfalls in industrieller Anwendung.

Neben der Nutzung in der militärischen Anwendung sind zunehmend medizinische Aufgabestellungen im Fokus. Diese befassen sich wiederum mit der Nutzung in Videosystemen, zum Beispiel in der Unterstützung von OP-Teams während Operationen. Anwendungen zur Patientenüberwachung im stationären Bereich sind ebenfalls Teil neuer Überlegungen. Eine weitere wesentliche Forschungsrichtung ist die Herleitung von Algorithmen zur Realisierung neuartiger Systeme in der Medizintechnik. Ein wichtiges Beispiel ist die Analyse vielkanaliger Registrierungen der bioelektrischen Aktivität des Gehirns bei Epilepsie.

Im März 2014 wurde zusammen mit der GWT-TUD GmbH das Kompetenzfeld „Berechnung, Modellierung, Simulation“ (CMS) initiiert, dessen wissenschaftliche Leitung Prof. Ronald Tetzlaff inne hat. Ziel des Kompetenzfeldes ist es, die Möglichkeiten der industriellen und medizinischen Anwendung der Signalverarbeitung in konkrete Projekte umzusetzen und aktiv den Transfer der Technologie auf konkrete Problemstellungen durchzuführen. Die ersten Projekte wurden bereits gestartet. Interessierte Firmen sind aufgerufen dazu mit dem Operations Manager des Kompetenzfeldes Dipl.-Ing. Hans-Georg Wagner Kontakt aufzunehmen.

Weitere Informationen dazu unter: <http://gwtonline.de/kompetenzzentren/energietechnik/cms>



Anwendungen komplexer Signalverarbeitung

Abbildung: IEE/GE

### Kontakt

Technische Universität Dresden  
Elektrotechnik und Elektronik,  
Professur für Grundlagen der  
Elektrotechnik

Prof. Dr. phil. nat. habil.  
Ronald Tetzlaff  
Helmholtzstrasse 10  
01069 Dresden

Tel.: +49 351 463-33326  
Fax: +49 351 463-37042

[ronald.tetzlaff@tu-dresden.de](mailto:ronald.tetzlaff@tu-dresden.de)  
<http://www.iee.et.tu-dresden.de>

GWT-TUD GmbH  
Kompetenzzentrum Energietechnik

Hans-Georg Wagner

Tel.: +49 351 25933-212  
Fax: +49 351 25933-111

[hans-georg.wagner@gwt-online.de](mailto:hans-georg.wagner@gwt-online.de)

Autonomer Materialfluss in Halbleiterfabriken

## Mobiler Roboter SCOUT® findet selbstständig seinen Weg durch den Reinraum

Die Fertigung von heute wird vor große Herausforderungen gestellt: Steigende Produktvarianz, kurze Produktlebenszyklen, Individualisierung bis zur Losgröße 1 sowie knappe Ressourcen verlangen eine flexible, effiziente und nachhaltige Produktionslandschaft. Der derzeit geprägte Begriff Industrie 4.0 fasst genau jene Entwicklungen zusammen, die uns einer intelligenten und sich selbst organisierenden Produktion näher bringen. Dabei rücken die reale und die virtuelle Welt näher zusammen und das Internet der Dinge durchdringt das industrielle Umfeld.

Factory  
Automation  
Solutions

ORTNER

Bei der Umsetzung von Industrie 4.0 wird autonomen und gleichzeitig mobilen Robotern eine hohe Bedeutung zukommen. Im Konzept der Industrie 4.0 agieren Menschen und Roboter in unmittelbarer Umgebung. Der Sensorik wird dabei eine wichtige Rolle zuteil, da Roboter über Sensoren akustische oder optische Daten aufnehmen, diese interpretieren und schließlich selbstständig Entscheidungen ableiten können. Zukunftsmusik? Nicht ganz.

Der Dresdner Automatisierungsspezialist Roth & Rau – Ortner GmbH hat gemeinsam mit seinem Partner MetraLabs, einem Hersteller für mobile Roboterplattformen aus Ilmenau, den frei navigierenden, mobilen Roboter SCOUT® entwickelt.



Die neue Produktversion „SCOUT active“ kann Materialien nicht nur transportieren sondern auch selbstständig holen und abladen.

SCOUT® wurde speziell für den flexiblen Materialtransport in Chipfabriken und anderen Reinräumen konzipiert. In Reinräumen erweist sich manuelles Handling als zeit- und kostenaufwändig, fehleranfällig und absorbiert wertvolle Arbeitskraft für Routineabläufe. Festinstallierte Transportsysteme wie Schienen- oder Conveyorsysteme zur automatisierten Beförderung von Halbleitermaterialien lassen sich in einigen Fabrikbereichen, z.B. aufgrund Platzmangels, nicht realisieren oder sind für kleinere bis mittlere Transportaufgaben zu teuer. Für solche Anwendungsfälle ist SCOUT® die ideale Alternative. Er ist in der Lage, verschiedene Materialien und Produkte zwischen beliebigen Punkten in der Fabrik zu befördern, Messungen durchzuführen sowie Werkzeuge und Hilfsmittel zu handhaben – ohne menschliches Zutun. Durch seine kompakte Größe und die zuverlässige Sensortechnik kann SCOUT® sehr sicher auf engstem Raum mit Mensch und Maschine arbeiten.

Herzstück von SCOUT® ist seine autonome Navigation, das heißt, er findet seinen Weg zu seinem Ziel ohne zusätzliche Infrastruktur wie Schienen, Führungslinien, Magneten oder anderen Hilfsmitteln. Der Roboter zeichnet sich dabei durch seine Flexibilität aus, er reagiert in Echtzeit auf Hindernisse, die er mittels Sensoren wahrnimmt, und trifft auf Basis der gewonnenen Informationen eigenständig Entscheidungen zum Umfahren des Hindernisses oder über die Planung einer neuen Route. Zusätzlich können über die Navigationssoftware so genannte „No-Go-Areas“ zur Streckenspernung oder „Speed-Areas“ für die Festlegung unterschiedlicher Geschwindigkeiten eingestellt werden. Bei Umstellungen der Produktionsgegebenheiten können neue Ziele und Strecken einfach und schnell ohne jeglichen Installationsaufwand angepasst werden.

Über eine grafische Benutzeroberfläche können dem SCOUT® neue Transportaufträge per WLAN übermittelt oder direkt am Fahrzeug per Touchscreen eingegeben werden. Wichtige Statusinformationen wie sein aktueller Standort in der Fabrik werden angezeigt. SCOUT® ist reinraumtauglich bis zur Klasse ISO 3/US FED 1 und hat mit über 5.000 km Laufleistung im Reinraum seine Zuverlässigkeit bewiesen.



Durch verschiedene Aufbauten für die Handhabung (z.B. Roboterarme oder Linearachsen) und den Transport (z.B. für SMIF Pods und HA 200 Boxen) lässt sich SCOUT® je nach Einsatzwunsch an unterschiedliche Bedürfnisse anpassen. Die Produktversion SCOUT®active, die mit einem 6-Achs-Roboter ausgestattet ist, kann Waferkassetten nicht nur transportieren, sondern diese auch selbstständig von Loadports abholen und am nächsten Prozessstool abstellen. Der SCOUT®active ist das erste mobile Handlings- und Transportsystem für reine Räume, das auf +/- 1 mm exakt Material aufnehmen und absetzen kann.

Die Vorteile des mobilen Roboters liegen auf der Hand: Ein automatisierter Transport verbessert die Auslastung der Produktionsanlagen und stellt die hochqualifizierten Operatoren für anspruchsvolle und wertschöpfende Tätigkeiten frei. So können Chipfabriken effizienter produzieren und damit wertvolle Zeit und zugleich Kosten sparen.

SCOUT® ist ein integraler Bestandteil des "Missing Link"-Konzepts von Roth & Rau – Ortner, das maßgeschneiderte Automatisierungslösungen für bestehende Halbleiterfabriken bietet. Das Angebot richtet sich vor allem an Fertigungsstätten mit teilautomatisierter Produktion: In älteren Fabriken erfolgt das Materialhandling zwischen den Fertigungsschritten häufig noch manuell. Das bindet wertvolle Arbeitskräfte, verursacht einen hohen Zeitaufwand und signifikante Kosten und ist obendrein anfällig für Fehler. Ortner hat für solche Fertigungslinien Lösungen 'maßgeschneidert', die das Handling der Wafer und Kassetten im Reinraum übernehmen und Chipfabriken schließlich auch wettbewerbsfähiger machen.



Über eine grafische Benutzeroberfläche kann der Operator wichtige Statusinformationen abrufen und Transportaufträge auslösen.

#### Fazit

Autonome Transportroboter wie der SCOUT® von Roth & Rau – Ortner zeigen, dass Industrie 4.0 keine reine Zukunftsvision ist. Anpassungsfähige, mobile Roboter helfen den Menschen in spezialisierten Produktionsumgebungen, wie der Halbleiterindustrie, und gestalten Produktionsabläufe sicherer und effizienter, insbesondere wenn herkömmliche Transport- und Automatisierungslösungen nicht zum Einsatz kommen können.

Die damit verbundene Kostenminimierung und Qualitätssteigerung führen schließlich zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit europäischer Chipfabriken im globalen Umfeld. ■



SCOUT kann selbst dort sicher eingesetzt werden, wo Mensch und Maschine eng zusammen arbeiten.

Fotos (3): Roth & Rau – Ortner GmbH

#### Kontakt

Roth & Rau – Ortner GmbH

Kathrin Maletzki  
Manfred-von-Ardenne-Ring 7  
01099 Dresden

Tel.: +49 351 88861-0  
Fax: +49 351 88861-20

ortner.info@roth-rau.com  
http://rr-ortner.com

Neue Perspektiven am Horizont: Lernfähige Anlagen auch für KMUs

## Adaptive Verfahren für individuelle Produkte und effiziente Verarbeitungsprozesse

Industrie 4.0 mag eine Vision sein, die sich in unterschiedlichen Branchen in sehr differenzierterem Grade umsetzen lässt. Wo aber sollte sich beispielsweise die individualisierte Massenproduktion augenscheinlicher als interessantes Ziel darstellen als in der Konsumgüterverpackung. Natur- und Kunststoffe wie Folien, Papiere und Verbunde stellen dabei wegen ihrer komplexen und schwankenden Eigenschaften besonders hohe Anforderungen an die Adaptivität der Verarbeitungsprozesse.

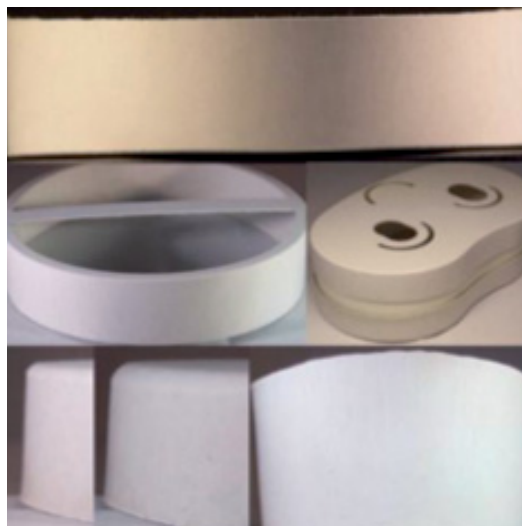


**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**

Verpackungsprozesse bestehen aus untereinander stark vernetzten

Teilvorgängen wie Packmittelbereitstellung, Formen, Füllen und Verschließen der Packung und Nachbehandlungsschritten wie Kennzeichnen, Etikettieren, Konservieren oder Sichern des Verschlusses. Diese Teilprozesse finden mehrmals nacheinander in den verschiedenen Stufen des Verpackens statt: Beim Primärverpacken des noch unverpackten Produkts, dem Herstellen der Verbraucherpackung, wie beispielsweise in Gestalt einer Sortimentspackung, der Herstellung der Transportpackung, in der Regel eine Versandtasche, und letztlich dem Palettieren. Alle diese Teilvorgänge sind verkettet: Innerhalb der einzelnen Stufen heute meist noch starr in einer Maschine, zwischen den Stufen meist schon variabel innerhalb komplexer Anlagen von Primärverpackung bis Ladeinheit. Sinkende Losgrößen aufgrund wachsender Produktvielfalt bis hin zum individualisierten Produkt bringen wachsende Herausforderungen hinsichtlich Effizienz und Produktsicherheit inklusive individueller Rückverfolgbarkeit – gerade in den Bereich Lebensmittel und Pharmazie – und stellen zunehmend die heute bewährten Hochleistungskonzepte in Frage.

Dazu folgendes Beispiel: Becher aus unterschiedlichen Materialien, wie Kunststoff oder Karton, erfordern unterschiedliche Formverfahren. Variierende Formen bedingen dabei jeweils flexible Umformtechnologien. Unterschiedliche Füllgüter stellen wiederum unterschiedliche Ansprüche an Dichtigkeit der Verpackung und Variabilität des Füllverfahrens, beeinflussen also sowohl die Packstoffwahl und damit das Formverfahren als auch die Anforderungen an den nachfolgenden Verschließprozess. Dessen Qualität hängt wiederum vom Material und der Qualität der Formung ab. Und all dies wird noch beeinflusst von der Varianz der Eigenschaften der Natur- und Kunststoffe seitens Verpackung und Füllgut. Diese komplexen Wechselwirkungen, verstärkt durch wachsende Kombinatorik, bringen bedienergeführte Prozesse hinsichtlich hoher Flexibilität bei stabiler Prozesssicherheit und unter stetigem Kostendruck zunehmend an Grenzen. Die Ideallösung: Autonome Module beherrschen funktionsweise ihre Eigenkomplexität, reagieren selbsttätig auf wechselnde Anforderungen und schwankende Bedingungen, kommunizieren über standardisierte Schnittstellen untereinander und lösen so den Widerspruch zwischen Flexibilitätsanforderung und hochoptimierter Zwangskopplung. Spezialisierung löst sich dabei nicht auf, konzentriert sich aber auf die Module und nicht mehr auf die komplette Anlage.



Formvielfalt beim mehrdimensionalen Umformen von Karton durch Ziehen  
Abbildung: Hauptmann, TUD

Die Ziele, denen man sich daher an der Professur für Verarbeitungsmaschinen/Verarbeitungstechnik in Zusammenarbeit mit der zugehörigen Außenstelle für Verarbeitungsmaschinen und Verpackungstechnik des Fraunhofer IVV und zahlreichen Forschungspartnern aus der Industrie und der Wissenschaft verschrieben hat, sind daher vorrangig:

- Tiefgreifendes Wissen zu Prozesseinflüssen und -parametern durch gezielte Versuche und Messungen zu generieren,
- Methoden und Mittel zur Ermittlung (Diagnostik) dieser Prozesseinflüsse und -parameter zu entwickeln und in der Praxis zu erproben,
- Prozessmodelle unter Einbeziehung geeigneter Materialmodelle und Anwendung spezieller Modellierungs- und Simulationssoftware zu generieren und,
- die Entwicklung und Anwendung hochflexibler und adaptiver Technologien voranzutreiben.

Auf das gewählte Beispiel zum Formen von Bechern bezogen geht es dabei um:

- mehrdimensionales Umformen von Kunststoffen und Karton durch Thermoformen oder Tiefziehen an eigenen Versuchsständen
- prozessoptimierte Bewegungssysteme zum Bewegen hochsensibler Produkte sowie zur Leistungserhöhung von bestehenden Strukturen und,
- intelligente Technologien zum zuverlässigen und energieeffizienten Verbinden flächiger Materialien wie beispielsweise Folien

Größtenteils bereits anwendbare Ergebnisse existieren an der Professur und am Fraunhofer IVV Dresden bereits heute bei:

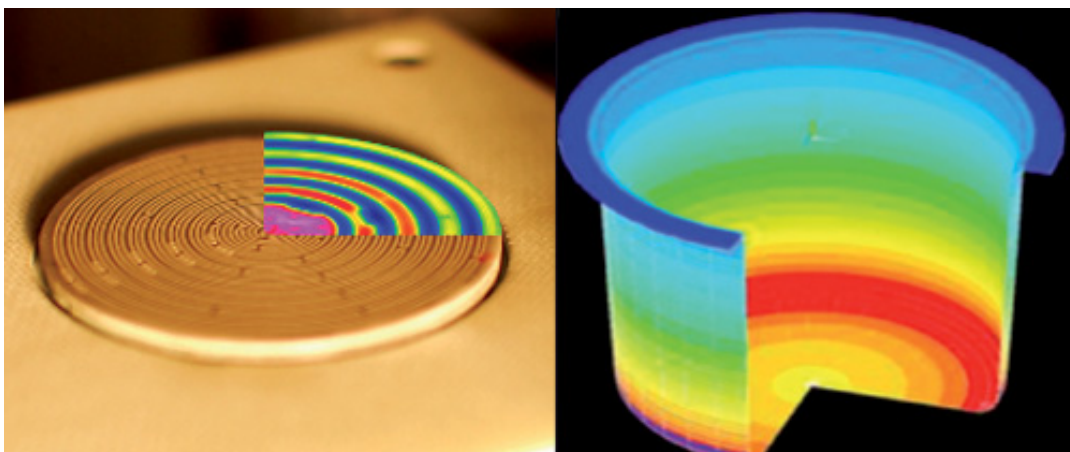
- neuartigen Maschinenkonzepten zum Ziehen von Karton und weiterer faserbasierter Materialien inklusive einer Inline-Qualitätsüberwachung der produzierten Formteile
- dem Thermoformen von Kunststoffen mittels multizonalen Heizsystemen, durch die eine optimale Materialverteilung in variablen Formteilen erreicht werden kann (Ressourceneffizienz) und dies bei verringertem Energieaufwand
- einem neuartigen Hochleistungsdeltaroboter, der komplexe Pick-and-Place-Aufgaben auch von schwergewichtigen Produkten schnell und hochdynamisch durchführen kann
- dem Ultraschallschweißen von Folien einschließlich einer umfassenden Prozessdatenanalyse zur Erhöhung der Adaptivität auf schwankende Prozessbedingungen und
- dem Siegeln von sehr dünnen Folien mittels moderner Lasertechnologie

Eine Klammer um diese Teilvorgänge im Sinne ihrer variablen Verkettung ganz im Sinne des Industrie 4.0-Ansatzes ist ein noch junger Projektansatz gemeinsam mit dem Institut für Werkzeugmaschinen und Steuerungstechnik der Technischen Universität Dresden.

Dabei geht es um die Entwicklung einer intelligenten, lernfähigen und selbstoptimierenden Produktionsanlage für versiegelte Becher aus Karton. Die Anlagenmodule werden dazu derart mit Mess- und Steuerungstechnik ausgestattet, dass durch eine intelligente Verknüpfung von Prozessparametern und Qualitätskennwerten eine adaptive und selbstoptimierende Funktionsweise erreicht wird. Hierdurch lassen sich viele Vorteile erzielen, die hier exemplarisch dargestellt sind:

- Das Betriebsverhalten stoffverarbeitender Maschinen und Anlagen kann durch gezielte Datenerfassung und -auswertung systematisch und fortwährend verbessert werden
- Die Effektivausbringung der Produktionsanlage kann erhöht werden. Somit sinken die spezifischen Stückkosten beim Anlagenbetrieb und die Erschließung von vormals unrentablen Märkten wird ermöglicht
- Die Flexibilität wird erhöht und gemäß dem anhaltenden Trend zu individualisierten Produkten lassen sich auch kleine Losgrößen wirtschaftlich produzieren
- Durch die Lernfähigkeit der Anlage kann die Qualität der Produkte kontinuierlich gesteigert und so eine deutlich erhöhte Attraktivität für den Kunden erzeugt werden
- Das Prozesswissen wird direkt an die Anlage gebunden und ermöglicht somit eine Verbesserung des innerbetrieblichen Wissenstransfers und eine dynamische Bedienerführung

Um diese Vorteile erschließen zu können ist jedoch zunächst einige Vorarbeit notwendig. Der Projektansatz der Professur für Verarbeitungsmaschinen/Verarbeitungstechnik und des Instituts für Werkzeugmaschinen und Steuerungstechnik leistet hier entsprechende Vorarbeit, sodass zukünftig auch kleinen und mittelständischen Unternehmen der Zugang zur Thematik Industrie 4.0 und in diesem Fall „Verpackung 4.0“ erschlossen werden kann. ■



Thermoformen mit multizonalen Heizsystemen: Die Abbildung links zeigt ein multizonales Heizsystem mit Temperaturprofil, rechts ist eine optimale Materialverteilung im Produkt zu sehen. Abbildungen: Claus, Fraunhofer IVV

### Kontakt

Technische Universität Dresden  
Fakultät Maschinenwesen  
Institut für Verarbeitungsmaschinen  
und Mobile Arbeitsmaschinen

Prof. Dr.-Ing. Jens-Peter Majschak  
Dipl.-Ing. Tobias Müller  
01062 Dresden

Tel.: +49 351 463-34746  
Fax: +49 351 463-37142

[jens-peter.majschak@tu-dresden.de](mailto:jens-peter.majschak@tu-dresden.de)  
<http://tu-dresden.de/mw/vat>

Unternehmer im Gespräch: Heute mit Dr. Hartmut Freitag, Xenon Automatisierungstechnik GmbH

## Bedeutung der Initiative Industrie 4.0 für kleine und mittlere Unternehmen

Industrie 4.0 steht für die Vierte industrielle Revolution. Fertigungsprozesse und Produktionsabläufe sollen sich demnächst revolutionär verändern. „Teure Kampagne“ sagen die Einen und „die Revolution ist bereits im vollen Gange“ meinen die Anderen. Welche Bedeutung die Initiative für ein mittelständisches Unternehmen in Dresden hat und wie es sich auf die Veränderungen vorbereitet, dazu äußert sich der Geschäftsführer der Xenon Automatisierungstechnik GmbH, Dr. Hartmut Freitag, im Gespräch mit der Dresdner Industrie- und Handelskammer.



### Welche Bedeutung hat die Initiative Industrie 4.0 für XENON? Wird das Unternehmen eine maßgebliche Veränderung erfahren?

Für uns als Maschinenbauunternehmen, das Anlagen für die automatisierte Fertigung neuester Produkte vor allem für die Automobil- und Elektronikindustrie entwickelt, ist das entscheidende Kriterium jeder Innovation der Kundennutzen. Nur dann, wenn die Produktion effizienter, mit höherer Qualität oder mit geringerem Materialaufwand erfolgen kann, werden sich Innovationen durchsetzen. Wir arbeiten kontinuierlich daran, unsere Maschinen intelligenter zu machen, die Kommunikation Mensch-Maschine zu verbessern, Daten zu generieren und optimal für die Effizienzsteigerung zu nutzen.

### Dann ist Industrie 4.0 für Sie keine neue Revolution?

Diese Diskussion möchte ich den Wissenschaftlern und Wirtschaftspolitikern überlassen. Als Geschäftsführer sehe ich mich in der Verantwortung, kontinuierlich Innovationen auch unserer Lieferanten und Kooperationspartner auf dem Gebiet der Soft- und Hardware, der Vernetzung von Datenströmen und auch der Nutzung des Internets in die Gestaltung automatisierter Fertigungsprozesse einfließen zu lassen. Da ist in den letzten Jahren eine Menge passiert. Ich möchte diesbezüglich unter anderem an die Robotertechnik, die produktbezogene Datenverfolgung oder an die Vernetzung der Produktionsanlage mit MES- und ERP-Systemen erinnern. Also für mich, eher ein evolutionärer Prozess.

### Wird Ihrer Meinung nach die Bedeutung von Industrie 4.0 zu hoch gehandelt?

Ich bin überzeugt davon, dass die Produktionen, die unsere Kunden Bosch, Continental, Infineon, Sennheiser – um nur einige zu nennen – in den letzten Jahren mit unseren Anlagen gestartet haben, zu den modernsten der Welt zählen. Wir sind also Vorreiter und stehen an der Spitze dieses Prozesses. Sicher gibt es in der Gesellschaft Bereiche, in denen Industrie 4.0 zu umfassenderen Veränderungen

führen wird als in der vollautomatisierten Elektronikfertigung. Ich glaube, dass unsere heutige Gesellschaft vor allem dann die Notwendigkeit von Veränderungen wahrnimmt, wenn diese als spektakuläre, sensationelle Kampagnen präsentiert werden. Der deutsche Maschinenbau ist deshalb so erfolgreich, weil kontinuierlich Innovationen einfließen. Ich freue mich darüber, dass mit Industrie 4.0 die Öffentlichkeit darauf gelenkt wird, wie spannend, modern und mit Informationstechnik durchsetzt unsere Produktionsprozesse sind. Das kann der Industrie und vor allem dem Maschinenbau nur gut tun.

### Gibt es konkrete Projekte bei XENON?

Ja, es gibt mehrere Innovationsprojekte, die sich in Bearbeitung oder in Planung befinden. Die transparente und nachprüfbar produktion wird für unsere Kunden immer wichtiger. Wir arbeiten daran, dass jedes zu montierende Einzelteil in unseren Anlagen kodiert oder virtuell verfolgt wird und an den Bearbeitungsstationen Qualitäts- und Prozessdaten zugeordnet wird. Die Datenauswertung und Weiterleitung erfolgt dann über einen XENON Leitreechner



Dr. Hartmut Freitag



Roboterassistierte Montage mechatronischer Systeme

– um nur ein Beispiel zu nennen. In einem zweiten Projekt wird ein sogenanntes Ressourcen-Cockpit entwickelt, das für die Instandhaltung und Fernwartung relevante Datenströme der Produkte und Produktionsressourcen zusammenführt und dem mobilen Mitarbeiter – zum Beispiel auf einem Tablet – zur Verfügung steht.

#### **Können Sie diese anspruchsvollen Aufgabenstellungen allein bearbeiten?**

Natürlich nicht. In dem angesprochenen Projekt „Ressourcen-Cockpit“ arbeiten wir mit mehreren namhaften Unternehmen zusammen – unter anderem Audi und Continental – und die Forschungsthemen werden von verschiedenen Instituten zum Beispiel der TU Chemnitz, der TU München und der Uni Erlangen-Nürnberg bearbeitet. Bei XENON planen wir diese Forschungs- und Entwicklungsarbeiten durch eine Neueinstellung eines Automatisierungstechnikabsolventen zu unterstützen und zu beschleunigen.

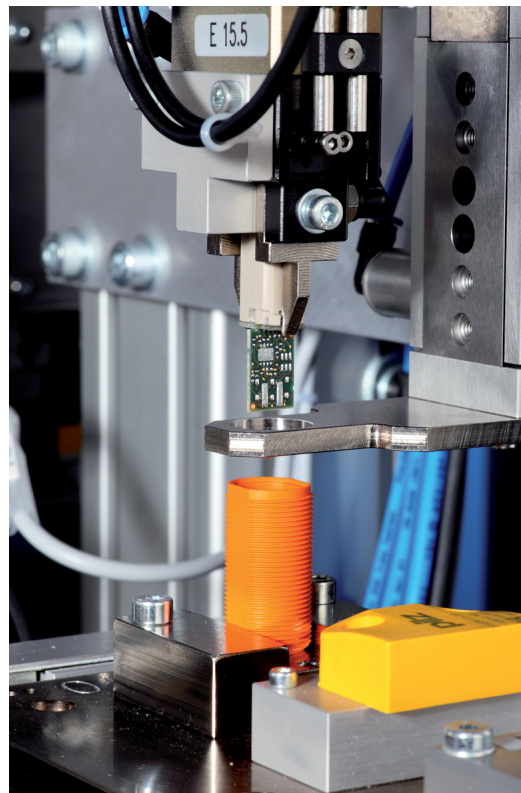
#### **Werden sich die Berufsbilder beziehungsweise Tätigkeitsprofile ändern?**

Das Entwickeln und Betreiben von Maschinen und ganzer Fertigungsabschnitte wird zunehmend komplexer. Die traditionellen Grundlagen der Mechanik, Elektrotechnik und Mechatronik behalten auf jeden Fall ihre Bedeutung, zusätzlich kommen auf jeden Mitarbeiter massiv Aufgaben der IT zu. Das sehe ich als große Chance für die internationale Wettbewerbsfähigkeit. Wenn wir diesbezüglich die im globalen Wettbewerb bewährten Berufsbilder des Facharbeiters und Diplomingenieurs weiterentwickeln, haben wir beste Chancen die Produktentwicklung und die Produktion in Deutschland zu halten. Die XENON-Erfahrungen in China mit unserem Joint Venture und dem 2013 gegründeten eigenen Tochterunternehmen zeigen, dass gerade die Beherrschung und Durchdringung komplexer Prozesse „deutsche Tugenden“ sind, die nicht so schnell kopiert werden können.

#### **Wie ist XENON auf die Veränderungen vorbereitet, welche Hinweise geben Sie anderen Unternehmen?**

Seit der Gründung von XENON vor mehr als 20 Jahren setzen wir bei Neueinstellungen auf junge, modern ausgebildete Absolventen und bilden auch

selbst aus. Damit hat sich inzwischen eine gute Mischung aus jungen und erfahrenen Mitarbeitern gebildet – eine notwendige Voraussetzung, um Veränderung zu initiieren und umzusetzen. Dazu kommt die enge Vernetzung mit wissenschaftlichen Einrichtungen. Weiterbildungsprogramme und Qualifizierung gehören zum Firmenalltag. In Unternehmen mit einer überalterten Mitarbeiterstruktur wird es schon schwieriger. Denn, das muss auch ich mir eingestehen (die 50 habe ich schon vor einigen Jahren überschritten) – Treiber für die Anwendung neuer IT-Technologien und Kommunikationsformen ist natürlich die jüngere Generation. Uns „Erfahrungsträgern“ steht die Aufgabe zu, die Effizienz zu hinterfragen. Allein mit dem Label Industrie 4.0 hat man noch „kein Geld“ verdient. Ein verkaufbarer Kundennutzen ist letztlich noch immer das entscheidende Kriterium für uns Mittelständler. ■



Sensormontage mit Produktdatenverfolgung  
Fotos (3): Xenon Automatisierungstechnik GmbH

#### **Kontakt**

Xenon Automatisierungstechnik GmbH

Dr. Hartmut Freitag  
Heidelberger Straße 1  
01189 Dresden

Tel.: +49 351 40209-100  
Fax: +49 351 40209-109

mail@xenon-automation.com  
http://xenon-automation.com

Planung von Produktionslinien für die Photovoltaik am PC

## Flexible Kostenkalkulation für PV-Linien

Eine möglichst schnelle Amortisierung der Kosten ist die Motivation für einen optimierten Planungsprozess für neue integrierte PV-Produktionslinien. Als weltweit führende Technologiegruppe mit Fokus auf der Photovoltaik hat die Meyer Burger in enger Zusammenarbeit mit ihrem Technologie- und Produktecenter der AIS Automation Dresden dieses TCO-Modell für integrierte PV-Produktionslinien entwickelt. Das „MB TCO“-Tool ist ein Novum in der PV-Industrie.



**AIS AUTOMATION**  
SOFTWARE SYSTEMS

Kaufentscheidungen für Investitionsgüter werden

mehr und mehr durch indirekte Kosten beeinflusst. Viele Unternehmen und Industrieverbände setzen sich mit Life-Cycle-Modellen, Gesamtbetriebskosten (COO) und Lebenszykluskosten (TCO) als Teil eines strategie-orientierten Kostenmanagements auseinander. Die einzelnen Modelle werden häufig für sehr spezifische Anwendungen in unterschiedlichen Branchen entwickelt und sind daher schwierig auf andere Industrien zu portieren. Um diesem Mangel zu begegnen geht die Tendenz immer mehr zur Verwendung von Standards.

In Verkaufsverhandlungen in der gesamten Wertschöpfungskette der Photovoltaik sind Anlagenlieferanten und Fertigungsindustrien immer mit der Tatsache konfrontiert, dass die Anschaffungskosten nicht die Gesamtkosten darstellen. In Abbildung 1 wird eine solche umfassende Analyse der Gesamtkosten dargestellt, welche alle direkten und indirekten finanziellen Auswirkungen für den gesamten Lebenszyklus umfassen. In den meisten Fällen sind die Anlagenhersteller nicht in der Lage, eine entsprechende Analyse durchzuführen, da sie nicht über die vom Kunden geplanten Produktionsprozesse informiert sind.

Betrachtet man jedoch die Tatsache, dass die Anschaffungskosten allein nur einen Bruchteil der Gesamtkosten über die gesamte Lebensdauer betragen, sollten zusätzlich zu den Investitionsgütern auch die Integrations- und Betriebskosten berücksichtigt werden.

In der Vergangenheit waren keine Normen für die PV-Industrie vorhanden, welche bei Verkaufsverhandlungen angewandt werden konnten. Mit der Entwicklung eines Softwarewerkzeuges zur Kalkulation der Lebenszykluskosten (TCO) hat die Meyer Burger gemeinsam mit ihrem Technologie- und Produktecenter AIS Automation Dresden eine auf Open Source basierende Softwareplattform entwickelt.

### SEMI Standards

Um die Berechnung der Lebenszykluskosten zu verbessern hat sich die PV-Industrie entschlossen, sich auf die bestehenden Standards aus einer verwandten Technologiebranche – der Halbleiterindustrie – festzulegen. Hier werden die Betriebskosten auf Basis der folgenden Standards SEMI E10, SEMI E35 und E79 berechnet. Zum besseren Verständnis wird in diesem Beitrag ein Überblick zu SEMI E10 und E35 gegeben. Der SEMI-Standard E10 bietet eine gemeinsame Basis für die Kommunikation zwischen Lieferanten und Kunden von Fertigungsanlagen durch die Bereitstellung einer standardisierten Methodik zur Messung von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Wartungsintervallen (RAM).

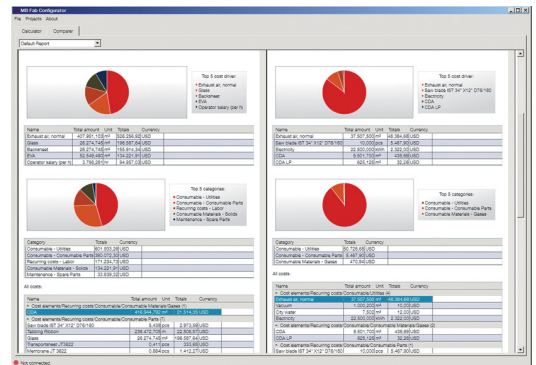


Abbildung 1: Vergleichsansicht TCO

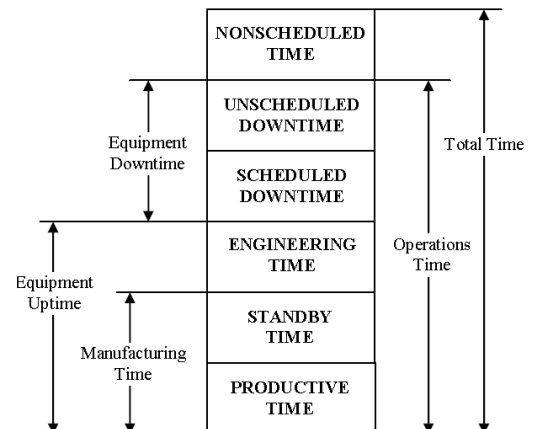


Abbildung 2: SEMI E10 Anlagenstation

Um Anlagenleistung (z. B. RAM-Analysen) zu messen, definiert SEMI E10 sechs Grundzustände. Abbildung 2 zeigt das Stapeldiagramm nach SEMI E35, in welchem die sechs Grundzustände aufgelistet sind. Diese Grundzustände können in so viele Unterzustände unterteilt werden, wie diese für die zur Transparenz der Anlage notwendig erscheinen. SEMI E10 legt dabei nicht alle möglichen Unterzustände fest, gibt jedoch Kennzahlen für die Grundzustände vor.

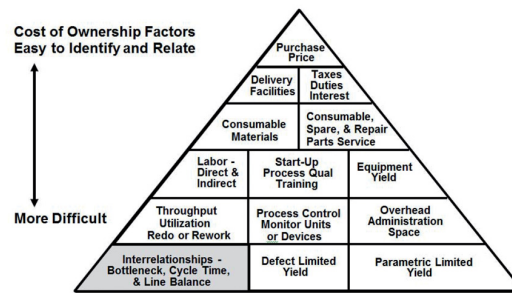


Abbildung 3: SEMI E35 – Beziehungen zwischen COO-Faktoren

Bestimmte Kostenfaktoren sind schwieriger zu bestimmen als andere. Abbildung 3 zeigt die Beziehung zwischen einigen der COO-Modell Inputfaktoren auf Basis der SEMI E35 Spezifikation. Die Genauigkeit einer COO-Berechnung steht und fällt mit der Qualität der verarbeiteten Informationen.

Die „Kostenfaktor-Pyramide“ gibt einen Überblick über die einzelnen Kostenfaktoren und zeigt deren relative Beziehung auf. Diese einzelnen Kostenfaktoren beziehen sich im Grunde auf die einzelnen Kostenelemente jeder Kostenkategorie. Zum Beispiel ist der Kaufpreis von Anlagen einfach zu bestimmen. Dagegen sind die Ertragswerte abhängig von der Produktionsausbeute, der Prozesstechnologie und vom Marktpreis und damit schwerer zu bestimmen. Wenn eine Fertigung diese Faktoren beherrscht, hat sie auch ihre Produktivität und Gesamtbetriebskosten im Griff. Aus diesem Grund wird eine COO-Analyse oft auch mit und ohne diese variablen Kosten berechnet.

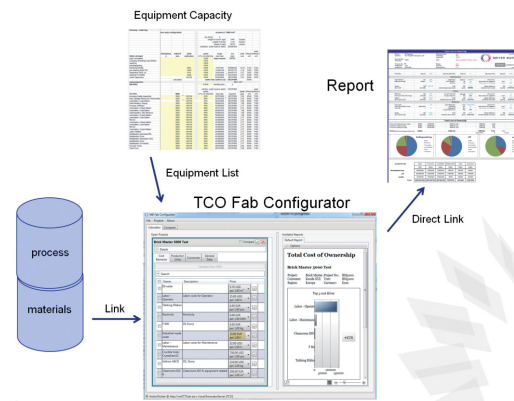


Abbildung 4: Konfiguration TCO-Modell  
Abbildungen (4): AIS Automation Dresden

Strategieorientiertes Kostenmanagement umfasst detaillierte Lebenszyklus-Modelle, wie z.B. TCO (Total Cost of Ownership) und Lebenszyklus-Kosten. Normen und deren Monitoring gehören zu den wichtigsten strategischen Management-Werkzeugen, welche in jeder Branche eingesetzt werden. Standardisierung erleichtert die technische und wirtschaftliche Zusammenarbeit auf nationaler, lokaler und internationaler Ebene. Natürlich gilt dies auch für die TCO-Analyse in der PV-Industrie. Die PV-Industrie ist in einer Erholungspause. Daher ist es entscheidend, dass die Kosten bei der Planung von neuen Fertigungslinien detailliert berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck wurde das flexible „MB-TCO“-Kalkulationswerkzeug von Meyer Burger in Zusammenarbeit mit AIS Automation Dresden entwickelt. Anhand des in Abbildung 4 gezeigten Beispiels wird die Konfiguration eines TCO-Modelles dargestellt.

**Quellen:**

SEMI E10: Spezifikation zur Definition der Anlagenverfügbarkeit und Wartungsintervalle (RAM)

SEMI E35: Norm zur Berechnung von COO (Cost of Ownership)

**Verweise:**

APCM Conference 2014:  
Vortrag zum TCO-Framework, 7.–9. April 2014,  
Bert Müller (AIS Automation Dresden GmbH)

**Kontakt**

Meyer Burger Global AG  
globalsales@meyerburger.com

AIS Automation Dresden GmbH  
Jochen Kinauer  
Otto-Mohr-Str. 6  
01237 Dresden

Tel.: +49 351 2166-0  
Fax: +49 351 2166-3000

support@ais-automation.com  
http://ais-automation.com

Visualisieren statt programmieren

## Neue Herausforderungen für Ingenieure bei der Software-Entwicklung durch Apps

Die Automatisierungstechnik erfährt derzeit eine Revolution: das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Den dabei wichtigen Mensch-Maschine-Schnittstellen widmet sich das Team des Dresdner Start-ups MONKEY WORKS. Es kombiniert innovative Softwaretechnologien und nutzt den Ansatz der modellgetriebenen Softwareentwicklung, um Entwicklungsprozesse zu systematisieren und automatisieren. So können Visualisierungslösungen z. B. zur Steuerung industrieller Anlagen einmalig entworfen und auf beliebigen Endgeräten genutzt werden.



**MONKEYWORKS**

Ziele des Zukunftsprojekts Industrie 4.0 sind die Agilität von Produktionsprozessen sowie die Steigerung der Ressourceneffizienz. Diese werden nicht zuletzt durch Selbstoptimierung und Selbstkonfiguration von Prozesskomponenten erreicht. Essentiell für die Umsetzung der Industrie 4.0 ist der Blick auf die Oberfläche, nämlich auf den Teil, mit dem Bediener tagtäglich interagieren. Mit sogenannten Mensch-Maschine-Schnittstellen geben sie Produktionsziele vor und greifen im Notfall in den Produktionsprozess ein. Noch vor einigen Jahren waren die Geräte zur Bedienung industrieller Anlagen eher homogen ausgeprägt und stationär verankert. Mit der Industrie 4.0 erhalten mobile Geräte – Smartdevices wie Tablets und Smartphones – Einzug in die industrielle Produktion. Damit können Anpassungen des Produktionsprozesses noch schneller und ortsunabhängig vorgenommen werden. Laut BITKOM setzen Unternehmen Tabletcomputer vermehrt in der Fertigung ein, um Arbeiter und Arbeiterinnen bei ihren vielfältigen Aufgaben zu unterstützen.

Die rein technischen Voraussetzungen für die Industrie 4.0 sind bereits heute erfüllt: Die Begriffe Android, iOS, Windows, Tablet, Smartphone, Surface, IPv6, LTE oder Industrial WLAN sind auch in der Fachpresse bereits etabliert. Aus ökonomischer Perspektive betrachtet überwiegen jedoch offene Fragestellungen: Welche Unterstützung erhalten Automatisierungsingenieure bei der Entwicklung von Visualisierungen für verschiedene Geräte und Anwendungsszenarien? Derzeit erfordern unterschiedliche Geräte und Technologien eine Mehrfachentwicklung gleicher Entwürfe. Außerdem ist ein umfangreiches Fachwissen über die verschiedenen Technologien erforderlich. Dies belastet besonders kleine und mittlere Unternehmen.

Bisher etablierte herstellerunabhängige Ansätze wie HTML5 haben entscheidende Nachteile: Einerseits können sie aufgrund fehlender Schnittstellen nicht den vollen Funktionsumfang der Geräte nutzen. Andererseits sind diese Ansätze in hohem Maße von der Software Dritter – am Beispiel von

HTML5 dem Webbrowser – abhängig. Diese Softwareanbieter, gerade im Umfeld mobiler Endgeräte, stehen häufig unter einem hohen Wettbewerbsdruck. Die daraus resultierende hohe Innovationsgeschwindigkeit steht den im Verhältnis sehr langen Lebenszyklen in der Automatisierungstechnik gegenüber und erfordert Softwarelösungen ständig anzupassen.

### Mehr Effizienz durch modellgetriebene Softwareentwicklung

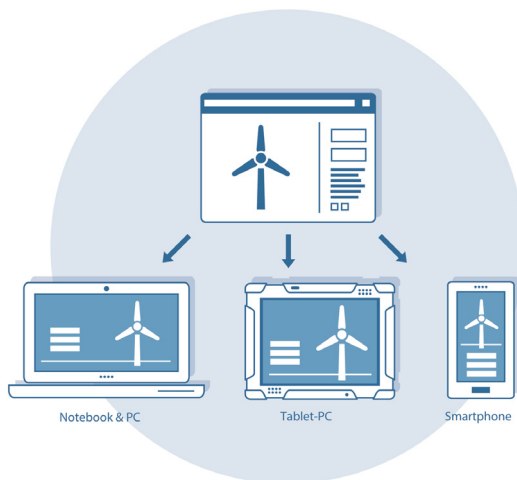
Demnach sind für die Akzeptanz sowie den ökonomischen Erfolg der Zukunftsvision Industrie 4.0 neuartige und effiziente Software-Entwicklungsansätze ausschlaggebend. Ein solcher Ansatz existiert in der Informatik mit der modellgetriebenen Softwareentwicklung. Grundlegend für dieses Vorgehen ist die Abstraktion einer Problemdomäne wie die der Visualisierungslösungen für Produktionsprozesse in eine Bildungsvorschrift für formale Softwaremodelle. Durch sogenannte Modelltransformationen können diese Modelle automatisch in jede Software und Technologie überführt werden. Aus einem einzigen Modell, das eine Visualisierungslösung beschreibt, können auf Knopfdruck und ohne manuelle Programmierarbeit sofort Applikationen für Android-Smartphones und iPads erzeugt werden. Ingenieure werden mit diesem Ansatz von wiederkehrender Programmierarbeit befreit und können sich auf ihre Kernkompetenz konzentrieren: die Konzeption intuitiver und ergonomischer Prozessvisualisierungen.



Die Gründer der MONKEY WORKS GmbH (v.l.n.r.):  
Dr. Stefan Hennig, Linus Kuch und Henning Hager

Foto: Alexander Deck





Mit Movisa können Visualisierungslösungen einmalig entworfen und für beliebige Endgeräte exportiert werden.

Abbildungen (2): MONKEY WORKS GmbH

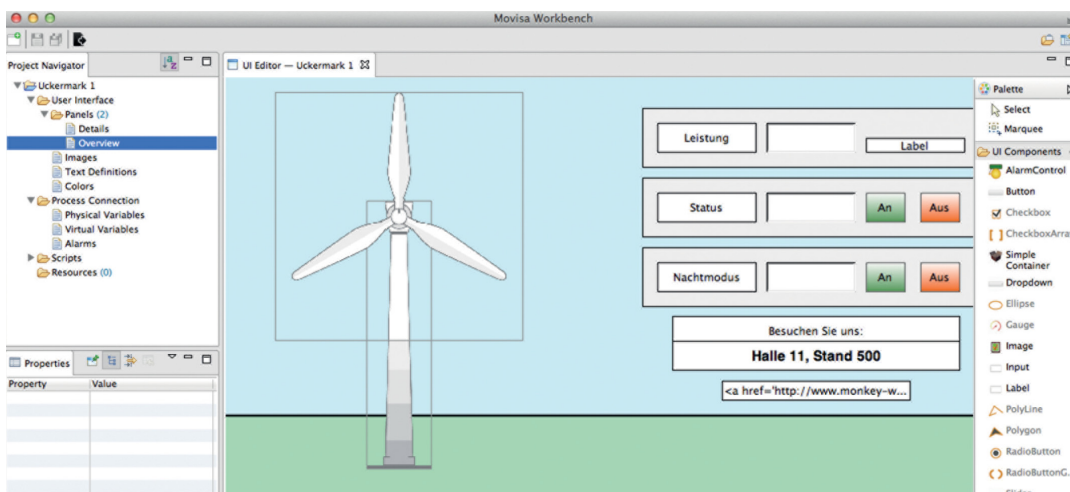
Mit dem Engineering-Tool Movisa realisiert MONKEY WORKS den Ansatz der modellgetriebenen Softwareentwicklung und erweitert diesen um eingängige Editoren und Konzepte für Automatisierungingenieure. Damit können die Ingenieure Visualisierungslösungen sehr effizient gestalten und per Knopfdruck auf gewünschten Endgeräten nutzen.

Movisa richtet sich in der Verwendung nach bekannten Tools zur Entwicklung von Visualisierungslösungen. Es bietet graphische GUI-Editoren sowie Editoren zur Konfiguration der Prozessdaten. Hinter den Kulissen hält Movisa diese Daten jedoch in Form eines Visualisierungsmodells, das auf innovativen Softwaretechnologien basiert. Auf Knopfdruck exportieren leistungsfähige Exportmodule dieses Visualisierungsmodell in sofort lauffähigen, nativen Programmcode für das gewünschte Endgerät. Sind weitere Endgeräte gefordert, so ist lediglich ein weiterer Exportvorgang notwendig – ohne manuelle Programmierung. Ein wesentliches Highlight von Movisa ist also, dass automatisiert nativer Programmcode erzeugt wird, der die Möglichkeiten des jeweiligen Endgeräts optimal ausnutzt und keine funktionalen Einschränkungen hat.

Die Grundlagen für Movisa legte Dr. Stefan Hennig in seiner Dissertation zum Thema „Entwurf nachhaltiger Lösungen zur Prozessvisualisierung in der industriellen Automatisierungstechnik mittels modellgetriebener Softwareentwicklung“ an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Dresden. In langjähriger Entwicklungsarbeit gemeinsam mit Henning Hager entstand dann das Entwicklungswerkzeug Movisa. Neben dem neuartigen Engineeringwerkzeug bietet das Unternehmen verschiedene Dienstleistungen an. Dazu gehören individualisierte Produktversionen ebenso wie die Begleitung der Visualisierungslösungen von der Projektierung bis hin zur Wartung der Anlage oder die Beratung zu sicherheitstechnischen Fragestellungen.

Begleitet wurde das Team MONKEY WORKS – Henning Hager, Dr. Stefan Hennig und Linus Kuch – in der Startphase von dresden|exists. Die Berater der Gründungsinitiative unterstützten das Team bei der erfolgreichen Antragstellung des EXIST-Gründerstipendiums, während der Förderphase und standen dem Team bis zur Gründung der MONKEY WORKS GmbH im Juli 2013 mit Rat und Tat zur Seite. Durch die einjährige finanzielle Unterstützung des „EXIST-Gründerstipendiums“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie konnten sich die Gründer der weiteren Produktentwicklung widmen und einen tragfähigen Businessplan ausarbeiten, der das Interesse von Investoren weckte. Im Businessplanseminar von dresden|exists bekamen die Gründer dafür wichtige Unterstützung von engagierten Studenten und professionellen Rat von den Betreuern.

Der erste große Meilenstein war im November 2013 erreicht, als die Gründer ihr Entwicklungswerkzeug Movisa im Rahmen der Messe SPS/IPC/Drives der Fachöffentlichkeit vorstellten. Das nächste Ziel ist es, weitere Partner und Kunden für Pilotprojekte zu finden, die frühzeitig ihre speziellen Anforderungen in die Entwicklung von Movisa einfließen lassen.



Movisa richtet sich in der Verwendung nach bekannten Tools zur Entwicklung von Visualisierungslösungen.

## Kontakt

MONKEY WORKS GmbH

Dr. Stefan Hennig  
Königsbrücker Straße 124  
01099 Dresden

Tel.: +49 351 41886590

info@monkey-works.de

http://monkey-works.de

Technische Universität Dresden  
dresden | exists

Hülse-Bau N 203  
Helmholtzstr. 10  
01069 Dresden

Tel.: +49 351 463-35638

Fax: +49 351 463-36810

projekt@dresden-exists.de

http://dresden-exists.de

Landtechnik 2025: Das heißt automatisch erfasste Prozessdaten und autonome Maschinen

## Kooperativer Maschinenbetrieb und informationsbasiertes Betriebsmanagement

Der wachsende Bedarf an Biomasse erfordert in Zukunft eine weitere Steigerung der Produktivität und der Effizienz mobiler Landmaschinen. Kosten- und Wettbewerbsdruck bei größeren ökologischen und ökonomischen Anforderungen forcieren eine betriebsumfassende, prozessorientierte Dokumentation, Informationsanalyse und -bereitstellung für die Ableitung von landwirtschaftlichen Produktionsstrategien. Ein realistisches Ziel ist es, dass vernetzte Maschinen im Feld agieren werden, um ein gemeinsames Produktivitätsoptimum zu erreichen.

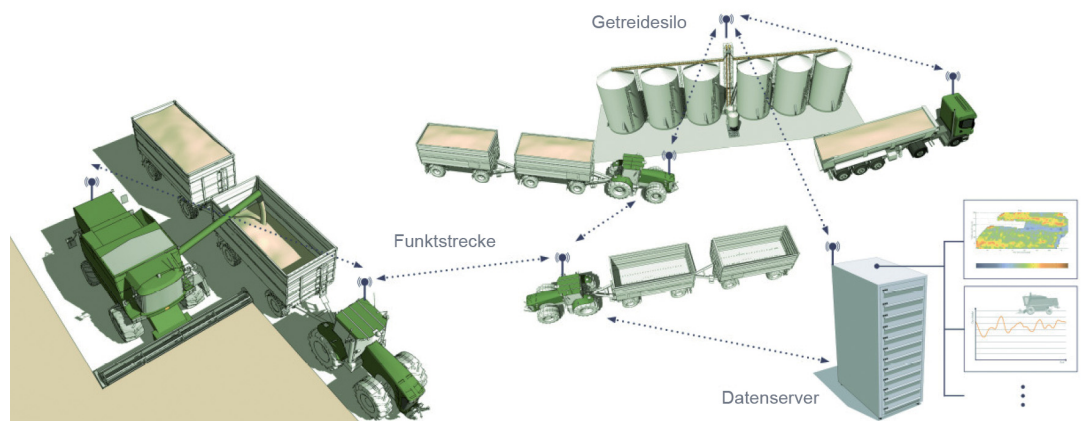


Der steigende Bedarf an Biomasseerzeugung und Versorgung mit Nahrungsmitteln erfordern künftig eine weitere Steigerung der

Produktivität und der Effizienz mobiler Landmaschinen. Dabei müssen landwirtschaftliche Produktionsprozesse heute bei steigendem Kosten- und Wettbewerbsdruck zunehmend ökologische und ökonomische Anforderungen erfüllen. Im Ablauf der Pflanzenproduktion werden Entscheidungen über die Abfolge von Bearbeitungs-, Ernte-, Transport- und Verarbeitungsschritten oft auf Basis weniger Informationen getroffen, was zu erfahrungsbasierten Lösungen führt und Optimierungspotenzial beinhaltet. Um die strenger werdenden gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen und effiziente Produktionsprozesse zu entwickeln, ist eine betriebsumfassende, prozessorientierte Dokumentation, Informationsanalyse und -bereitstellung für die Ableitung von landwirtschaftlichen Produktionsstrategien unumgänglich. Mit dem heutigen Stand im Management von Agrarinformation ist es bereits möglich, georeferenzierte Nährstoffpotenzial- und Ertragskarten zu erstellen, die mit hoher Auflösung Standortunterschiede dokumentieren und teilschlagspezifisch gezielte Maßnahmen zur Verbesserung des Ertragspotentials erlauben. Von Telematik Lösungen für Selbstfahrer und Traktor-Geräte-Systeme über Biomasse Sensorik bis hin zur Echtzeit Inhaltsstoffbestimmung sind in den letzten 10 Jahren Automa-

tisierungstechnologien in den technologiegetriebenen westeuropäischen Märkten eingeführt worden. Ein deutsches Konsortium – bestehend aus der Claas Gruppe, Vivai und der FH Dortmund – entwickelt derzeit einen neuen Standard für die mobile Maschinenkommunikation. Unterstützt wird die Gründungsgruppe vom Industrieverband VDMA, an den der Standard nach Fertigstellung übergeben wird. Apps und Tablets fassen im Agrarsektor Fuß.

Kommunikationstechnologien und Informationsverarbeitung liefern die Technologien, um Menschen vom Maschinenbediener zum Prozessüberwacher und –planer zu qualifizieren und so mit weniger Ressourceneinsatz mehr Ergebnis zu erzielen. Visionen von Mehrmaschinenbedienungen, Master Slave Systemen und Feldschwärmen sind bereits im Konzeptstadium. Die Datenerfassung stellt mit den verfügbaren technischen Lösungen kein Problem mehr dar. Allerdings ist es nach wie vor schwierig, aus den Datenmengen konkrete Entscheidungen abzuleiten. Ein realistisches Ziel ist es daher, dass vernetzte Maschinen im Prozess wie eine Einheit agieren werden und ein gemeinsames Produktivitätsoptimum erreichen. Die Forschung für mobile Arbeitsmaschinen zielt auf eine neue Generation von intelligenten Werkzeugen und Systemen, die eigenständig in der Lage sind, sich zu vernetzen, Situationen zu erkennen, sich wechselnden Einsatzbedingungen anzupassen und mit Nutzern zu interagieren. ■



Prozessorientierter Ansatz landwirtschaftliche Informationen automatisch, zielgerichtet und herstellerunabhängig zu sammeln und einem Datenbankservers zur Verfügung zu stellen. Aus den Daten entstehen betriebswirtschaftliche und agronomische Reports. Abbildung: AST

### Kontakt

Technische Universität Dresden  
Fakultät Maschinenwesen  
Institut für Verarbeitungsmaschinen  
und Mobile Arbeitsmaschinen  
Professur für Agrarsystemtechnik

Prof. Dr.-Ing. habil.  
Thomas Herlitzius  
01062 Dresden

Tel.: +49 351 463-32777  
Fax: +49 351 463-37133

herlitzius@ast.mw.tu-dresden.de  
<http://www.agrarsystemtechnik.de>

Intelligente Produktionssysteme und -prozesse

## Maschinelles Lernen von Prozessdaten – Selbstlernmodul für intelligente Prozesse

Das Zukunftsprojekt „Industrie 4.0“ in der Hightech-Strategie der Bundesregierung will disziplin-, branchen- und unternehmensübergreifend „Intelligenz“ in Produktionssysteme und -prozesse integrieren. Intelligente Maschinen, Betriebsmittel und Produkte werden konsequent mittels Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) verzahnt und berücksichtigen die gesamte Wertschöpfungskette. Das Maschinelle Lernen ist eine Grundvoraussetzung für intelligentes Agieren und Reagieren, auch in Fertigungssystemen und -prozessen der Teilefertigung.



**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**

Maschinelles Lernen ist ein wesentlicher Bestandteil von Strategien zur

Gestaltung intelligenter technischer Systeme. Sogenannte Cyber-Physical Production Systems (CPPS) mit intelligenten Maschinen und Betriebsmitteln, die eigenständig Informationen austauschen, Aktionen und Reaktionen auslösen und sich gegenseitig selbstständig steuern und regeln erfordern geeignete Prozessdaten. Diese Datenmengen sind nicht nur im Prozess zu erfassen sondern müssen einen Beitrag zur Intelligenz der kooperierenden Maschinen und der assistierenden Bediener erbringen können. An der TU Dresden wurden in den letzten Jahren im Rahmen von Forschungsarbeiten die nebenläufige Informationsbeschaffung von Prozessdaten auf der Basis von Agententechnologien und das maschinelle Lernen mit Künstlichen Neuronalen Netzen (KNN) vor dem Hintergrund ausgewählter Anwendungsfälle der spanenden CNC-Bearbeitung in der Teilefertigung untersucht.

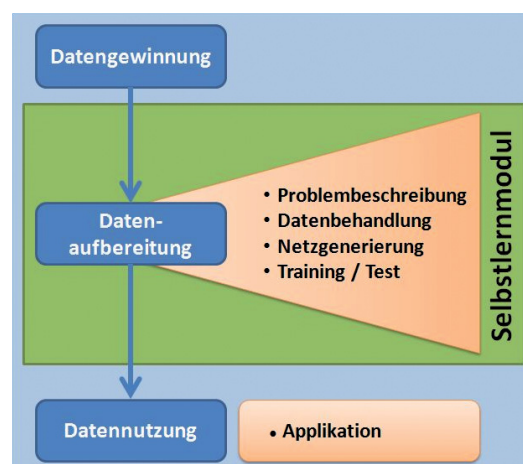
Im Ergebnis dieser Arbeiten entstand ein Selbstlernmodul zunächst für Anwendungsfälle zum maschinellen Lernen von Schnittwerten für spanende Fertigungsprozesse. Voraussetzung für die Anwendung sind lediglich ausreichend relevante Beispieldaten. Die Software wurde so entwickelt, dass ein Fertigungsplaner oder Facharbeiter ohne Grundkenntnisse der Methoden der Künstlichen Intelligenz die KNN-Anwendungen erstellen, benutzen und pflegen kann. Neben der Schnittwertermittlung wurden weitere Anwendungen mit Prozessdaten erprobt.

Ausgehend von Informationen zum Werkstück, den Betriebsmitteln und der Werkzeugmaschine lassen sich auch während der spanenden Bearbeitung viele wertvolle Prozessdaten gewinnen. Mit diesen Informationen können Prozessmodelle versorgt werden, um ggf. den Gesamtprozess im Sinne einer qualitäts- oder auch zeitgerechten Fertigung beeinflussen zu können.

Beim maschinellen Lernen mit KNN wird ein berechenbares Verhalten mit Beispieldaten „antrainiert“. Der Anwender hat keinen Einblick in die erlernten Lösungswege, das Wissen ist implizit repräsentiert.

Für den Ablauf des maschinellen Lernens stehen die Datengewinnung (wie können aktuelle Prozessdaten erhoben werden), die Datenaufbereitung (wie können aktuelle Prozessdaten verarbeitungsgerecht werden) und schließlich die Datennutzung (wie können aktuelle Prozessdaten anwender- und anwendungsgerecht genutzt werden) im Fokus. Dazu wurde ein Leitfaden für die Erstellung und den Einsatz von KNN entwickelt und mit zahlreichen Anwendungsfällen zur Schnittwertbestimmung in der Zerspanung getestet. Zunächst war für den Erstellungsprozess des KNN ein Experte unabdingbar. Um diesen Nachteil zu beseitigen entstand ein Selbstlernmodul zum automatisierten maschinellen Lernen und kontinuierlichen Nachlernen. Der Anwender muss nun kein Experte mehr sein, um ein anwendungsfähiges Netz zu erstellen und einzusetzen. Nach der Problembeschreibung wird der Anwender im Selbstlernmodul durch wenige Mausklicks und Optionen über die Datenaufbereitung, die Festlegung der Parameter zur Netzerstellung bis hin zum überwachten Trainings- und Lernprozess geführt. Im Ergebnis nutzt der Anwender für seine Anfrage eine von Datenbank-Applikationen bekannte Bedienoberfläche, womit die Akzeptanz beim Endanwender stark verbessert wurde.

Für die weitere Entwicklung des Selbstlernmoduls steht besonders die Integration weiterer bedarfsge-rechter Lernverfahren im Mittelpunkt. ■



Selbstlernmodul zum automatisierten maschinellen Lernen  
Foto: TUD/IF

### Kontakt

Technische Universität Dresden  
Fakultät Maschinenwesen  
Institut für Fertigungstechnik

PD Dr.-Ing.habil. Andreas Nestler  
Dipl.-Ing. Frank Arnold  
George-Bähr-Str. 3c  
01062 Dresden

Tel.: +49 351 463-34722  
Fax: +49 351 463-37159

andreas.nestler@tu-dresden.de  
http://tu-dresden.de/mw/if

Rapid Prototyping für Automatisierungskomponenten

## Virtualisierung von automatisierungstechnischen Komponenten zum Thema Industrie 4.0

Kaum ein anderes Thema bewegt die Automatisierungswelt derzeit so wie die Diskussion um Industrie 4.0. Die vollständige Durchdringung von Automatisierungssystemen mit IT-Konzepten verspricht die Bereitstellung der Flexibilität, die insbesondere die Fertigungstechnik angesichts globalen Wettbewerbs und dynamischer Kundenanforderungen an Produkte verstärkt fordert. Die Virtualisierung von Komponenten bildet einen Baustein im Umfeld von Industrie 4.0, der auf die Reduzierung von Aufwendungen für Engineering und Inbetriebnahme abzielt.



Industrie 4.0 stellt einen Überbegriff dar, der derzeit vielfältige Aktivitäten einschließt, die im Umfeld von Produktionssystemen einzuordnen sind. Die konkreten Inhalte von Industrie 4.0 bleiben leider relativ schwammig und es ist nur begrenzt eine Koordination von aktuellen Aktivitäten zu erkennen. Neben der Plattform Industrie 4.0, die durch die Verbände BITKOM, VDMA und ZVEI betrieben wird, sind neben zahlreichen Forschungsprojekten Aktivitäten u.a. bei VDI GMA erkennbar, wo Referenzarchitekturen definiert werden. Auch in der Normung spielt das Thema eine wesentliche Rolle, entsprechende Roadmaps sind definiert und veröffentlicht. Eine Reihe von Anbietern und Dienstleistern hat das Themenfeld für sich reklamiert und bietet Produkte an. Angesichts dieser Vielfalt ist es für den Anwender schwierig, all die Aktivitäten zu überblicken und ihre Potenziale einzuschätzen.

Hinsichtlich der Zielstellung ist man sich in Anwenderkreisen hingegen weitgehend einig – Industrie 4.0 soll die Anforderungen an flexible Produkte und Produktionsumgebungen erfüllen und damit letztlich eine effizientere Produktion ermöglichen. Und dies soll auf Basis von vernetzten IT-Systemen möglich sein, die mobil, kostengünstig und sicher über das Internet vernetzt sind.

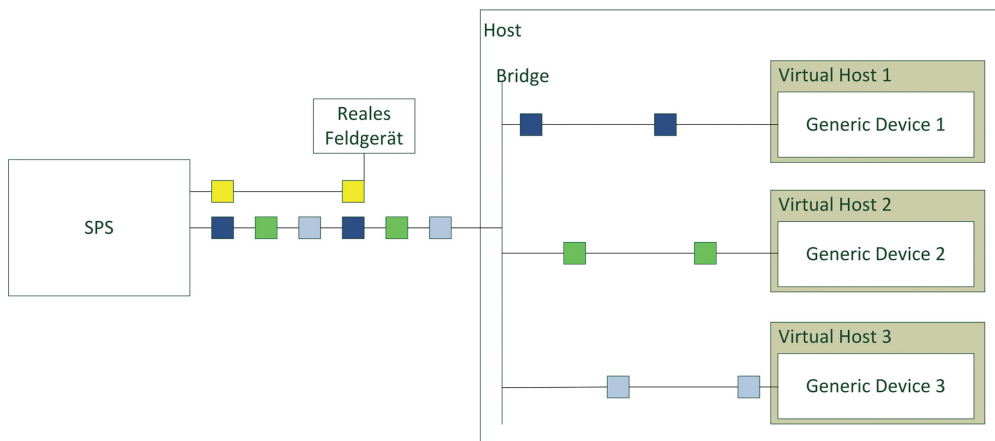
Die eine Lösung zu Industrie 4.0 wird es nach Meinung renommierter Hersteller und Anwender nicht geben, dazu sind die Anforderungen aus den Applikationsdomänen zu unterschiedlich. Vielmehr geht man davon aus, dass die viel zitierte vierte industrielle Revolution ein sehr evolutionärer Prozess sein wird, in dem, beginnend mit punktuellen Lösungen, eine immer stärkere Durchdringung der Produktionssysteme mit intelligenten Konzepten und Komponenten sowie deren Integration erfolgt. Bei dieser Entwicklung spielen die Wertschöpfungsketten eine wesentliche Rolle. Im GMA Fachausschuss 7.21 wurden diese Wertschöpfungsketten analysiert und beschrieben. Dabei ist neben der produktzentrierten Sicht, bei dem die Wertschöpfung durch die Herstellung des Produkts entlang der klassischen Supply Chain erfolgt, auch der Wertschöpfungsprozess der Produktentwicklung und -pflege relevant.

Industrie 4.0 stellt einen Überbegriff dar, der derzeit vielfältige Aktivitäten

Darüber hinaus existieren Wertschöpfungsketten, die auf das Design und die Umsetzung der Produktionseinrichtung selbst fokussieren. Hier stehen die Entwicklung von Produktionsverfahren, ihre Umsetzung mit Hilfe eines Automatisierungssystems sowie Betrieb und Wartung des Produktionsequipments im Kern. Es ist naheliegend, dass die Flexibilität des Produktes Auswirkungen auf die Struktur und die Eigenschaften des Produktionssystems hat. Eine wesentliche Anforderung ist die Reduzierung des Engineeringaufwands für automatisierungstechnische Komponenten. Die Verkürzung der Zeit für die Erstellung und Prüfung der funktionalen Struktur, der (verteilten) Applikation sowie des Zusammenwirkens der Einzelkomponenten verspricht eine erhebliche Senkung der Engineeringkosten, die typisch mehr als 50% der Kosten für das Automatisierungssystem betragen.

An diesem Punkt setzt das Konzept der Virtualisierung von automatisierungstechnischen Komponenten an. Während in den oberen Ebenen der Automatisierungspyramide (ERP, MES, Leitebene) klassische IT-Systeme genutzt werden, sind die Komponenten der Steuerungsebene und der Feld- bzw. Sensor-Aktor-Ebene Lösungen auf Basis dedizierter Hard- und Software. Mit der zunehmenden Verbreitung von Industrial Ethernet und Components Off The Shelf (COTS) sind jedoch auch diese Komponenten für die Virtualisierung leichter zugänglich.

Im Rahmen von Forschungsarbeiten der Professur Prozesskommunikation wurde ein „Generic Device“ entwickelt, das als Feldgerät für Rapid Prototyping und für Simulationsaufgaben genutzt werden kann. Das Gerät ist eine Softwareumgebung, die auf einer dedizierten Hardware (z.B. ARM-Prozessorsysteme), auf einem PC (x86-Architektur) implementierbar ist oder eben virtualisiert auf einem Hostsystem läuft. Einem Generic Device können flexibel Applikationsfunktionen zugeordnet werden. Diese sind entweder als ladbare Shared Libraries ausgeführt oder können aus klassischen Steuerungsprogrammiersystemen nach IEC 61131-3 erzeugt werden. Ein Generic Device kommuniziert mittels PROFINET IO mit einer Standard-Steuerung (SPS) und repräsentiert aus Sicht der Steuerung ein normales Feldgerät.



Beispielaufbau mit virtuellen und realen Feldgeräten

Abbildung: Stefan Mätzler/Prof. Martin Wollschlaeger

Im konkreten Beispiel ist als Stack ein PROFINET IO Device Stack implementiert, wobei die IRT Spezifikation (RTE Class C) und die RTE Class B hierbei keine Beachtung findet. Das Discovery and basic Configuration Protocol (DCP) für das Auffinden und das grundlegende Konfigurieren der Geräte wurde implementiert. Ebenso umgesetzt sind Remote Procedure Calls (RPC) für den Verbindungsauf- beziehungsweise -abbau und die azyklischen Lese- und Schreiboperationen. Weiterhin sind ein Handler für die zyklischen Prozessdaten und ein Alarmhandling realisiert.

Die Hardware-Virtualisierung wurde mit Kernel-based Virtual Machine (KVM) durchgeführt. Die Virtualisierungsumgebung ist dabei aber prinzipiell austauschbar. Für einen schnellen und auf andere Gastsysteme rückwirkungsarmen Betrieb werden RAM-Discs in Verbindung mit Logical Volume Manager (LVM) verwendet. Die Gastsysteme arbeiten somit vollständig im RAM und verhalten sich aufgrund der geringeren Zugriffszeiten und dem höheren Speicherdurchsatz wesentlich performanter. Die Netzwerkadapter der Gastsysteme werden auf einer Bridge im Hostsystem zusammengefasst und sind somit gleichberechtigt. Als Gastbetriebssystem wird ein minimal installiertes Debian Linux eingesetzt. Dabei sind alle Paket-Abhängigkeiten für das Generic Device und das Generic Device selbst vorinstalliert. Es wird nur noch das Gastsystem geklont, die Konfiguration geschrieben und das Gastsystem gestartet.

Auf einem Server mit 16GB RAM und zwei Intel XEON E5430 wurden ca. 100 Devices erfolgreich getestet. Die derzeitige Implementierung sieht durch die Verwendung von Bridges kein daisy chaining der Ethernet-Topologie vor. Damit lassen sich die Laufzeiten der Ethernet-Segmente nicht direkt nachbilden. Das Gesamtsystem ist also schneller als eine reale Installation, da die Pakete nicht alle nacheinander geschalteten Switches durchlaufen müssen.

In Verbindung mit der Virtualisierung kann das Generic Device in praktisch beliebigem Mengengerüst realisiert werden. Virtualisierte und reale Geräte sind in einem System beliebig mischbar. Damit ist eine hochgradig skalierbare Systemstruktur rea-

lisierbar, in der die Entwicklung beziehungsweise der funktionale Test der Leitsystemapplikation bereits frühzeitig möglich ist. Während dieses Prozesses können inkrementell virtualisierte Geräte durch reale Geräte ersetzt werden, was dem Vorgehen von Rapid Prototyping entspricht. Auch hier bestehen Einschränkungen in Bezug auf das dynamische Verhalten des Systems. Weitere Entwicklungen bei der Hardware-Virtualisierung von Echtzeitsystemen können dazu beitragen, diese Einschränkungen künftig zu reduzieren.

Angesichts der steigenden Komplexität von Automatisierungskomponenten ist deren Beherrschung immer mehr auf leistungsfähige Engineeringkonzepte angewiesen. Unabhängig von der technischen Basis der Integration muss diese alle Details des Gerätes berücksichtigen, auch wenn dem Nutzer eine durch Assistenten unterstützte vereinfachte Integrationsumgebung präsentiert wird. Die Beherrschung von aktuellen wie künftigen komplexen Engineeringlösungen wie FDI erfordert einen hohen Aufwand beim Gerätehersteller. Auch in diesem Zusammenhang hier lassen sich durch das beschriebene Rapid Prototyping Entwicklungsaufwendungen reduzieren, indem werkzeuggestützt und frühzeitig die benötigten Informationen in der erforderlichen Form (FDI-Packages) automatisiert erstellt werden können.

Werden die Funktionen der Geräte als Blöcke gekapselt und durch eine entsprechende Werkzeugkette verteilt, kann mit dem beschriebenen System flexibel auf geänderte Anwendungsforderungen reagiert werden. Die Verbindung mit einem Simulationssystem ist über Apache ServiceMix realisierbar. Die beschriebenen Eigenschaften machen das Generic Device zu einem möglichen Baustein für Industrie 4.0-Lösungen. Das Generic Device stellt eine solche evolutionäre Entwicklung dar, die zum Gesamtbild Industrie 4.0 beiträgt.

Prof. Wollschlaeger bietet im GWT Kompetenzzentrum für Produkt- und Produktionsoptimierung spezifische Lösungen für den kundenbasierten Anwendungsfall. Industrie 4.0 wird hier konkret und greifbar – nehmen Sie Kontakt mit uns auf. ■

## Kontakt

Technische Universität Dresden  
Fakultät Informatik  
Professur Prozesskommunikation

Prof. Martin Wollschlaeger  
01062 Dresden

Tel.: +49 351 463-39670  
Fax: +49 351 463-39668

[martin.wollschlaeger@tu-dresden.de](mailto:martin.wollschlaeger@tu-dresden.de)  
<http://www.iai.inf.tu-dresden.de/pk>

GWT-TUD GmbH

Thomas Holstein  
Leiter Industriebereich  
Kompetenzzentrum Produktions-  
optimierung

Tel.: +49 351 25933-160  
Fax: +49 351 25933-111

[thomas.holstein@gwtonline.de](mailto:thomas.holstein@gwtonline.de)

Der Mitarbeiter im Industrie 4.0 Zeitalter:

## Intelligente Bürowelten als Baustein zur Optimierung der Unternehmensproduktivität

Industrie 4.0 – ist das eine rein technische Dimension? Auch hochdigitale Konzepte funktionieren nicht rein mechanistisch, der Mensch und seine Arbeitsumgebung bleiben elementarer Bestandteil, wenn die reibungslose Vernetzung gelingen soll. Die dazu notwendigen Raumkonzepte sind eine Kernkompetenz der Deutschen Werkstätten. Gemeinsam mit dem Kompetenzzentrum Produkt- und Produktionsoptimierung der GWT, welche die Fertigung im Fokus hat, entstehen verzahnte und hochproduktive Verwaltungs- und Produktionsumgebungen.



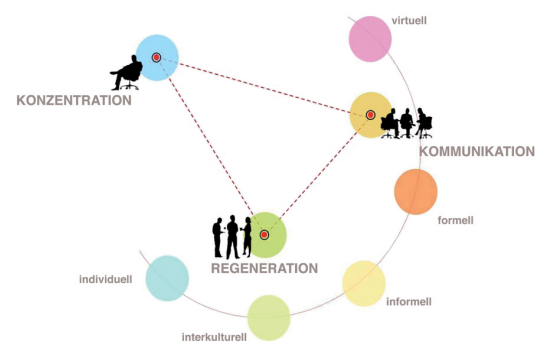
Innovative und intelligente Bürowelten helfen die Ressource Mensch richtig und nachhaltig für Unternehmen einzusetzen! Bereits zu Ursprungszeiten des Büros im 16. Jhd. gab es Konzentrationszellen in Form von Einzel- oder Doppelbüros, welche durch einen Mittelgang verbunden waren und im Wesentlichen den Raum für ein konzentriertes Arbeiten ermöglichten. Mit dem Wandel von Gesellschaft und Arbeitsanforderungen setzten jedoch Entwicklungen ein, welche für die Planung und Ausstattung von Büroräumen von Bedeutung sind und die bei der „Produktionsoptimierung im Büro“ beachtet werden müssen. In diesem Kontext sind insbesondere folgende Entwicklungen zu nennen:

1. Globalisierung und Technologisierung  
Durch die zunehmende Technologisierung und Globalisierung steigen der Informationsbedarf und -austausch um ein Vielfaches an. Das führt zur Informationsüberflutung der Mitarbeiter.
2. Gesteigertes Gesundheitsbewusstsein  
Durch die zunehmende Belastung treten vermehrt psychische aber auch physische Erkrankungen auf, was darin resultiert, dass sowohl Arbeitnehmer als auch Arbeitgeber ein stärkeres Gesundheitsbewusstsein entwickeln.
3. Demografischer Wandel  
Der demografische Wandel und der damit in Verbindung stehende Fachkräftemangel bedingt die Notwendigkeit nach intelligenten Bürowelten, um die Ressource Mensch, also das vorhandene Personal, zu schonen und sich als Unternehmen für potentielle Bewerber interessant zu machen.

Diese Trends haben die Anforderungen an eine effiziente Bürowelt verändert. Wo früher nur die Kernfunktion der „Konzentration“ gefordert war, müssen Büros heute mehr leisten. Als grundsätzliche Anforderungen an intelligente Verwaltungen sind die drei grundlegenden Funktionalitäten zu beachten: Kommunikation, Regeneration und Konzentration (siehe dazu Abbildung).

Mit Beginn des 20. Jahrhunderts entstanden die ersten „Kommunikationsräume“ in Form von repräsentativen Konferenzräumen. Mit zunehmendem Anteil

der Dienstleistungen wurden Kommunikationsprozesse vermehrt zum Schlüssel von Innovation, so dass Zellenstrukturen immer mehr aufbrechen und sich der Trend zu großräumigen Strukturen entwickelte. In diesem Rahmen finden wir heute oftmals weitläufige Großraumbüros und Besprechungsräume vor, welche den kommunikativen Aspekt in das Zentrum rücken und den direkten und schnellen Austausch aller Anwesenden ermöglichen. Aber auch diese räumliche Organisationsform ist mit Augenmerk einzusetzen: Aktuelle Studien zeigen, dass ca. 80 Prozent aller Besprechungen mittlerweile mit maximal vier Personen stattfinden. Demnach sind große Besprechungsräume heute häufig überdimensioniert. Eine Lösungsmöglichkeit ist eine Vielzahl an Besprechungsnischen, die neben der formellen Besprechung vor allem auch den informellen Austausch ermöglichen und ein soziales Miteinander fördern.



Idealgrundriss Kreis

Erst in den letzten zehn Jahren nehmen Unternehmen die Notwendigkeit von Regenerationsflächen verstärkt wahr. Hier können sich Mitarbeiter zurückziehen und dem zumeist hektischen Alltagsgeschäft für einige Augenblicke entfliehen – sei es für einen Kaffee oder einen zehnmütigen Blick aus dem Fenster. Diese Orte dienen bei Überlastungserscheinungen der Sammlung und Zentrierung und wirken sich im Ergebnis signifikant auf die Mitarbeiterzufriedenheit und schlussendlich auch die Produktivität aus. Ein Beispiel wie die drei Kernfunktionen einer modernen Bürowelt vereint werden können, ist in der Visualisierung dargestellt.

Unternehmen, welche sich diesen Herausforderungen ernsthaft stellen, werden Wettbewerbsvorteile gegenüber Unternehmen generieren können, die sich dieser Problematik nicht annehmen. Das soziale Miteinander der Mitarbeiter sowie Regenerationsmöglichkeiten sind Mittel zur Prävention von Burnout und psychischen Belastungserscheinungen. Der Krankenstand kann deutlich reduziert werden. Wenn Konzentrationsphasen von Mitarbeitern gezielt genutzt und Störfaktoren reduziert werden, wird eine effizientere Arbeitsweise möglich. Die Produktivität wird gesteigert.

Zudem sind die Wettbewerbsvorteile im Personalmarketing nicht zu unterschätzen. Mitarbeiter legen laut Kienbaum-Studien bei der Auswahl des Arbeitgebers den zweitgrößten Wert auf das Arbeitsumfeld und das Arbeitsklima. Im Wettbewerb um qualifiziertes und geeignetes Personal kann eine Investition in diesem Umfeld sogar ein Alleinstellungsmerkmal für ein Unternehmen bedeuten.

In Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum Produktionsoptimierung werden diese Themen in der Praxis gezielt geplant und angegangen. Die Verwaltung ist ein elementarer Baustein der häufig weit unterschätzt wird, wohingegen hier jedoch umfangreiche Potentiale verborgen liegen. Das Produktionsunternehmen wird im Kompetenzzentrum stets als Ganzes betrachtet damit Produktion und Verwaltung optimal aufeinander abgestimmt und verzahnt werden können.

Damit Logistik und Produktion so effizient wie möglich ablaufen und am Ende konkurrenzfähige Produkte entstehen, müssen viele Faktoren stimmen:

Mitarbeiter sind fähig und motiviert, der Maschinenpark ist über effiziente IT-Systeme eingebunden und alle Informations- und Materialflüsse sind ressourceneffizient und passgenau in Planung und Umsetzung abgestimmt. Diesen hohen Anspruch real umzusetzen haben sich die Know-How-Träger des Kompetenzzentrums Produktionsoptimierung auf die Fahnen geschrieben.

„Will ein Unternehmen wettbewerbsfähig bleiben, müssen Prozesse, Produkte und das Produktionssystem auf neuestem Stand sein – technisch und organisatorisch. Ständige Verbesserungen, grundlegende Anpassungen und Veränderungen sind notwendig für den dauerhaften Erfolg“, so Thomas Holstein, Leiter des Industriebereichs der GWT-TUD GmbH.

Mit dem Partner Deutsche Werkstätten Hellerau wird dieses Spektrum jetzt auch um die ganzheitliche Betrachtung der Verwaltung erweitert sowie um neue Aspekte ergänzt. Dazu gehören die Planung der Raumaufteilung, die Gestaltung der Informationsflüsse und die Möblierung der Arbeitsplätze. Gebäude-, Raumgestaltungs- und Prozessinnovationen ergeben in diesem Zusammenspiel eine optimale Verzahnung aller Bereiche – Industrie 4.0 advanced.

Individuelle Fragen beantwortet Ihnen Herr Thomas Holstein, der Leiter des Kompetenzzentrums Produktionsoptimierung. ■



Idealgrundriss

Abbildungen (2): design2sense

## Kontakt

GWT-TUD GmbH

Thomas Holstein  
Leiter Industriebereich  
Kompetenzzentrum Produktions-  
optimierung  
Blasewitzer Str. 43  
01307 Dresden

Tel.: +49 351 25933-160  
Fax: +49 351 25933-111

thomas.holstein@gwtonline.de  
<http://gwtonline.de>

Deutsche Werkstätten  
Lebensräume GmbH

Katharina Kratzsch  
NL: Moritzburger Weg 68  
01109 Dresden

Tel.: +49 351 21590-290  
Fax: +49 351 21590-295

k.kratzsch@dwh.de  
<http://dwh.de>

Eine Einrichtung des Sachgebietes Transfer der TU Dresden stellt sich vor:

## Unterwegs in der Welt der Erfindungen – Das Patentinformationszentrum (PIZ) Dresden

Das Patentinformationszentrum Dresden ist als Gruppe innerhalb der Transfer-Abteilung der TU Dresden insbesondere für die Unterstützung der Wissenschaftler der TU Dresden, aber auch für Forscher anderer Hochschulen und der außeruniversitären Forschungseinrichtungen zuständig. Als öffentliche Einrichtung und privilegierter Kooperationspartner des Deutschen Patent- und Markenamtes (DPMA) wird auch den KMU und den Patentanwälten eine breite Plattform für die Gewerblichen Schutzrechte angeboten.



- Wie kann ich sicherstellen, dass ich mich mit meiner Forschungsarbeit an der weltweiten Spitzenforschung orientiere und keine Doppelentwicklungen betreibe?
- Wie kann ich eigene Ideen, Erfindungen oder Entwicklungen unter Schutz stellen lassen?
- Wie sichere ich mich gegen Produkt- oder Marken-Piraterie ab?
- Wie stelle ich sicher, dass ich mit einem neu entwickelten Produkt oder Verfahren keine Rechte Dritter verletze?
- Was kann ich unternehmen, wenn ich selbst Rechte Dritter verletzt haben sollte?
- Wer hilft mir bei der Verwertung bzw. Vermarktung meiner Produkte oder Verfahren?
- Wie kann ich mir das nötige Wissen zu allen Fragen der gewerblichen Schutzrechte aneignen?

Als Patentinformationszentrum (PIZ) Dresden werden wir täglich mit diesen Fragen konfrontiert. Innerhalb des Sachgebietes Transfer arbeiten wir dabei eng mit unseren Kollegen der Gruppen Patente und Lizenzen bzw. Transferprozesse zusammen. Damit Doppelentwicklungen vermieden werden, bietet das PIZ Dresden in seinen Räumen Wissenschaftlern die Möglichkeit der Recherche in kommerziellen Patent-Datenbanken unter professioneller Betreuung von Rechercheexperten an. Nach gemeinsamer Erarbeitung der Recherchestrategie stehen die PIZ-Mitarbeiter dem Nutzer jederzeit für Rückfragen und weitere Schritte zur Verfügung. Außerdem wurde im Jahr 2004 an der TU Dresden ein zentraler Fonds eingerichtet, aus dem durch Mitarbeiter des PIZ durchgeführte Schutzrechtsrecherchen für Forschungsprojekte gefördert werden. Dadurch können Art und Umfang der Forschungsprojekte in der Phase der Planung und Beantragung sowie während der gesamten Projektlaufzeit permanent mit dem Stand der internationalen Spitzenforschung abgeglichen werden.

Wenn eigene Ideen oder Erfindungen geschützt werden sollen, wird im PIZ als erstes geklärt, welches Schutzrecht zutreffen könnte und als zweites, inwieweit die weltweite Neuheit gewährleistet ist. Die Ergebnisse dieser Neuheits-Recherchen bilden eine wichtige Grundlage für die Patentierung von



Recherchesaal des PIZ Dresden

Foto: Matthias Knöbel, TU Dresden

Erfindungen der TU Dresden. Zusammen mit statistischen Analysen liefern sie wertvolle Anhaltspunkte dafür, wie aussichtsreich ein erfolgreicher Transfer patentrelevanter Erfindungen in die Industrie ist.

Neben eigenen Schutzrechten bieten auch sogenannte Patent- oder Marken-Überwachungen den besten Schutz vor Produkt- und Marken-Piraterie. Bei einem solchen Monitoring werden neu veröffentlichte Schutzrechte von bekannten Wettbewerbern bzw. in bestimmten Technik-Gebieten in regelmäßigen Abständen analysiert.

Soll überprüft werden, ob ein neu auf einem bestimmten Markt einzuführendes Produkt nicht die Rechte Dritter verletzt, sind sogenannte Verletzungs-Recherchen notwendig. Solche Recherchen beschränken sich auf Schutzrechte, die in einem bestimmten Markt noch in Kraft sind.

Als Verteidigungs-Instrument gegen den Vorwurf, selbst Rechte Dritter verletzt zu haben, haben sich sogenannte – auch vom PIZ Dresden angebotene – Vernichtungs-Recherchen als sehr wirksames Instrument bewährt.

In Zusammenarbeit mit den Kollegen der Gruppe Transferprozesse an der TU Dresden bietet das PIZ außerdem die Unterstützung bei der Ermittlung von möglichen Verwertungs-Partnern an. Das PIZ arbeitet eng mit Gründer-Initiativen und weiteren Transfer-Einrichtungen zusammen. Regelmäßig werden Seminarreihen zu allen gewerblichen Schutzrechten angeboten. ■

### Kontakt

Technische Universität Dresden  
Dezernat Forschungsförderung  
und Transfer  
Sachgebiet 5.3 Transfer  
Patentinformationszentrum

Matthias Knöbel  
Zellescher Weg 19  
Andreas-Schubert-Bau  
01069 Dresden

Tel.: +49 351 463-32791  
Fax: +49 351 463-37136

piz@tu-dresden.de  
<http://tu-dresden.de/piz>



**9.** SILICON  
SAXONY  
DAY 03.07.2014

**MIKRO-  
ELEKTRONIK  
ALS ENABLER  
DER DIGITALEN  
WELT**



**BESUCHEN SIE DEN  
9. SILICON SAXONY DAY  
AM 3. JULI 2014 IM  
ICC DRESDEN!**

In Zusammenarbeit mit:

Von der Idee zum Markterfolg

## Industrie- und Handelskammer berät Unternehmen zu Technologie und Innovation

Im Rahmen ihres Dienstleistungsangebotes unterstützt die Industrie- und Handelskammer Dresden Unternehmen und Existenzgründer bei der Planung und Durchführung ihrer betrieblichen Innovationsvorhaben. Sie vermittelt Kontakte zu Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen und unterstützt den Technologietransfer aus der Wissenschaft in die Wirtschaft. Auch Informationen zur Geräte- und Produktsicherheit, zur EG-Konformitätsbewertung und zum Schutz des betrieblichen Know-how vor unkontrollierter Nachahmung gehören dazu.



Unternehmen und Existenzgründer sind in der Regel dann erfolgreich, wenn es ihnen immer wieder von Neuem gelingt, eigene Ideen und Entwicklungsergebnisse sowie neue Erkenntnisse aus der Wissenschaft schnell und effizient in verkaufsfähige Produkte, Verfahren oder neue Dienstleistungen umzusetzen. Der Weg dorthin ist meist nicht einfach und immer mit hohen Risiken und mit hohen Kosten verbunden. Vor allem kleine und mittlere Unternehmen benötigen hierzu nicht selten externe Hilfe.

Deshalb unterstützt die Industrie- und Handelskammer (IHK) Dresden genau so wie die anderen sächsischen IHKs im Rahmen ihres Dienstleistungsangebotes Unternehmen und Existenzgründer bei der Planung und Durchführung ihrer betrieblichen Innovationsvorhaben einschließlich bei deren Finanzierung. Bereits seit 1990 verfügt die IHK Dresden über eine Technologie- und Innovationsberatungsstelle. Diese vermittelt Kontakte zu Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen und unterstützt den Technologietransfer aus der Wissenschaft in die Wirtschaft. Auch Informationen zur Geräte- und Produktsicherheit, zur EG-Konformitätsbewertung und CE-Kennzeichnung sowie zum Schutz des betrieblichen Know-how vor unkontrollierter Nachahmung gehören zum Leistungsangebot der Dresdner IHK.

Hierbei kann sich die IHK auf ein bundesweit flächendeckendes Netz von Technologie- und Innovationsberatungsstellen stützen. Etwa 140 IHK-Innovationsberater sind deutschlandweit tätig.

Wichtige Schwerpunkte der IHK-Innovationsberatung sind das Innovationsmanagement und die Finanzierung von Innovationen. Beratung zu Technologie- und Innovationsförderprogrammen des Landes, des Bundes und der Europäischen Union sowie zu anderen Finanzierungsmöglichkeiten für die betriebliche Forschung und Entwicklung, einschließlich der Forschungs- und Entwicklungskooperation und des Technologietransfers gehören zum Tagesgeschäft.

Neben den bereits etablierten Unternehmen stehen auch „technologieorientierte“ Existenzgründer und

Jungunternehmer besonders im Fokus der Technologie- und Innovationsberatungsstelle. Das sind Unternehmer, deren unternehmerische Idee oder deren Unternehmenskonzept maßgeblich auf einer neuen oder wesentlich verbesserten technischen Entwicklung beruht. Hier besteht häufig besonderer Beratungsbedarf, da Erfahrungen zum Innovationsmanagement und zur Finanzierung der Vorhaben meist noch fehlen.

Auch Informationsveranstaltungen zu neuen Technologien und Technologietrends sowie zu FuE-Verbundvorhaben und zum Technologietransfer werden organisiert. Das erfolgt häufig in Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen oder FuE-Dienstleistern, die dabei den Unternehmen zugleich konkrete neue Technologien vorführen sowie ihre Forschungstechnik und Laborausstattungen demonstrieren können.



Gebäude der Industrie und Handelskammer Dresden am Langen Weg 4 in Dresden

Foto: IHK Dresden

Schließlich verfügt die IHK Dresden über einen Fachausschuss für Technologie und Innovation. Dem Fachausschuss gehören derzeit 16 Mitglieder an, das sind überwiegend Geschäftsführer oder leitende Mitarbeiter von Unternehmen mit eigener Forschung und Entwicklung oder von FuE-Dienstleistern. Der Fachausschuss hat eine beratende Funktion für das IHK-Präsidium und beschäftigt sich insbesondere mit der Erarbeitung von Standpunkten und Vorschlägen für eine zukunftsorientierte FuE-Politik, eine unternehmensnahe FuE-Förderung im Freistaat eingeschlossen.

### Kontakt

Industrie- und Handelskammer  
Dresden

Dr. Peter Baumann  
Langer Weg 4  
01239 Dresden

Tel.: +49 351 2802-127  
Fax: +49 351 2802-7127

baumann.peter@dresden.ihk.de  
<http://www.dresden.ihk.de>

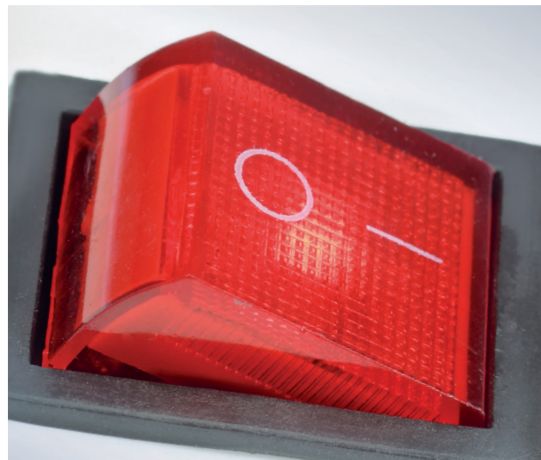
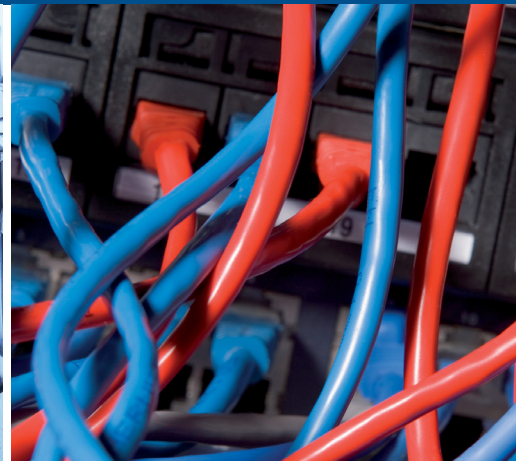
# Suchen. Finden. Verbinden.

Firmen in Sachsen finden: Mit der Firmendatenbank „FiS“ der Sächsischen Industrie- und Handelskammern.

- gezielte Suche nach Geschäftspartnern
- kostenfreie Präsentation von Unternehmensprofilen
- branchenspezifische sowie -übergreifende Unternehmensrecherchen
- mehr als 50.000 registrierte Unternehmen aus ganz Sachsen

**FiS**

[www.firmen-in-sachsen.de](http://www.firmen-in-sachsen.de)



Die Sächsischen  
Industrie- und Handelskammern



# **INNOVATIONSTAG 11. SEPTEMBER 2014 IN DRESDEN**

## **Energiespeicher – Basis und Chance der Energiewende**

Das Cluster Combined Storage Systems Integration (CSSI) lädt in Kooperation mit der GWT-TUD GmbH zum fachübergreifenden Dialog mit Industriepartnern und Wissenschaftlern ein.



**Weitere Informationen unter:**

[http://tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/bereiche/ing/forschung](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/bereiche/ing/forschung)

# **INTERNATIONALE SOMMERSCHULE 22.–27. SEPTEMBER 2014**

## **Energy Storages for Sustainable Energy Supply**



**Please register now!**

<http://tu-dresden.de/ing/summerschools>