

Sonderausgabe „Industrie 4.0 und Logistik 4.0 aus Bremen“ herausgegeben von „RFID im Blick“

# RFID BLICK

DAS FACHMAGAZIN FÜR KONTAKTLOSEN DATENTRANSFER |  
AUTOMATISCHE IDENTIFIKATION | PROZESSOPTIMIERUNG



Industrie 4.0 und Logistik 4.0  
aus Bremen

Sonderausgabe BIBA | LogDynamics



Pushing Performance

# Bausteine für Ihren Erfolg: Industrie 4.0 aus einer Hand.

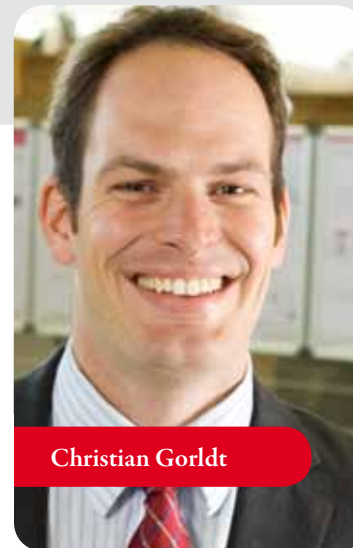


## Wann hat Ersatzteil X das Lager verlassen? Wo ist Container Y? Und wann erreicht Element Z die Produktion?

Mit Ha-VIS RFID finden Sie schnell die richtigen Antworten. Das voll integrierte RFID-System von HARTING bietet Ihnen eine komplette Infrastrukturlösung aus einer Hand. Damit Sie schnell Echtzeitinformationen zum Planen, Durchführen und Kontrollieren von Produktions- und Logistikprozessen erhalten. Und dank seines modularen Aufbaus aus Reader, Transponder und Middleware lässt es sich perfekt an Ihre individuellen Anforderungen und Bedingungen anpassen. Welche RFID-Lösung die richtige Antwort auf Ihre Fragen ist, erfahren Sie unter Telefon 0571 8896-0 oder mailen Sie an Auto-ID@HARTING.com

[www.HARTING-RFID.com](http://www.HARTING-RFID.com)

People | Power | Partnership



Christian Gorldt

## Liebe Leserinnen und Leser!

### „Buten un binnen – Wagen un winnen!“

Dieser Wahlspruch ist am Schütting in Bremen zu finden. Dieses denkmalgeschützte Gebäude war ehemals das Zuhause der Bremer Kaufleute und ist seit 1849 Sitz der Handelskammer Bremen. Die Bremer Kaufleute sollten es auch weit über Bremens Stadtgrenzen hinaus wagen und dabei gewinnen.

Mit der bereits dritten Sonderausgabe „Industrie 4.0 und Logistik 4.0 aus Bremen“ wagen wir es, über die vierte industrielle Revolution zu berichten und die Potenziale dieses Zukunftsprojektes durch zahlreiche Beispiele aufzuzeigen. Industrie 4.0 – ein Megatrend? Die nächste Stufe der technischen Revolution oder technische Evolution? Mit der aktuellen Ausgabe wollen wir Antworten auf diese Fragen finden und die Chancen für den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien darstellen.

Das Internet nimmt im heutigen Leben eine wichtige Rolle ein. Vor allem für die Wirtschaft kann das Internet als einer der wichtigsten Innovationstreiber der letzten Jahrzehnte gesehen werden und es ist aus dem heutigen Arbeits- und Lebensumfeld nicht mehr wegzudenken. Alltägliche Aufgaben werden häufig durch die Nutzung verschiedener Internettechnologien vereinfacht und unterstützt. Alltagsgegenstände werden durch die Internetverknüpfung immer intelligenter. Experten sprechen in diesem Zusammenhang vom „Internet der Dinge“. In diesem tauschen Objekte miteinander Informationen aus und können untereinander sowie mit dem Menschen agieren. Dieser Trend nimmt auch immer stärker Einzug in Fabriken, so sprechen Experten von der „Fabrik der Zukunft“ oder auch von der „vierten industriellen Revolution – Industrie 4.0“.

Eine für die Industrie 4.0 wichtige Schlüsseltechnologie in diesem Kontext stellen die sogenannten Cyber-Physische Systeme (CPS) dar. Die Integration eingebetteter Informationstechnologie in Gegenstände, Materialien, Geräte und Logistik, Koordinations- und Managementprozesse sowie Internetdienste können als Cyber-Physische Systeme verstanden werden. CPS können über Sensorik unmittelbar physikalische Daten erfassen und durch Aktorik auf physikalische Vorgänge wirken. Der Einsatz von CPS in Produktionssystemen ermöglicht die Umsetzung der Smart Factory im Rahmen der Industrie 4.0.

Lernen Sie in dieser Ausgabe innovative Ansätze für die Gestaltung zukünftiger Produktions- und Logistiksysteme kennen. Grenzen, Möglichkeiten und Herausforderungen der Industrie 4.0 werden aus praktischer sowie wissenschaftlicher Perspektive klar und prägnant vermittelt. Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Blättern in dieser Sonderausgabe. Wagen Sie den Blick in die „Fabrik der Zukunft“ und gewinnen Sie viele Informationen über Industrie 4.0 in Produktion und Logistik.

Mit freundlichen Grüßen  
Christian Gorldt  
Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH

### Impressum Sonderausgabe „Industrie 4.0 und Logistik 4.0 aus Bremen“ ©2014

Verlag & Freie Medien (Herausgeber)  
Bardowicker Str. 6 | 21335 Lüneburg  
Telefon (+49) 4131 789 529 11- Fax (+49) 4131 789 529 20  
info@rfid-im-blick.de | www.rfid-im-blick.de

Redaktion: Anja Van Bocxlaer (VISdPR),  
Dunja Kandel, Jan Phillip Denkers, Sebastian Krings, Stephan Lukow  
Anzeigen: Anja Van Bocxlaer / info@rfid-im-blick.de

Layout und Grafik: Martina Schwerdtfeger, Stephan Lukow / grafik@rfid-im-blick.de  
Herstellung: www.flyeralarm.de

Anzeigenindex:  
U2 HARTING IT Software Development GmbH & Co. KG  
U4 Hans Turck GmbH & Co. KG

Fotoindex: Jonas Ginter, Verlag & Freie Medien, soleg - fotolia.com, chungking - fotolia.com, JadeWeserPort Realisierungs GmbH & Co. KG, WITTENSTEIN AG, Log-Dynamics, Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH (BIBA), Fraunhofer IFF / Anna Mahler, Universität Bremen, Roland Berger Strategy Consultants GmbH, Jacobs University Breme, eyetronic - Fotolia.com, Photobank - Fotolia.com

## Autoren der Sonderausgabe



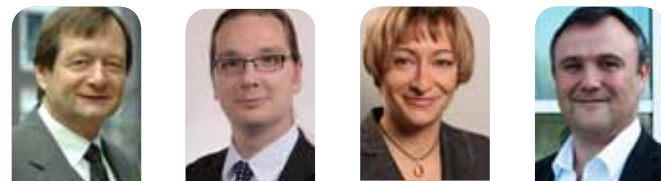
Prof. Dr. Julia Bendul  
Patrick Dittmer  
Prof. Dr. Rolf Drechsler  
Stefan Edelkamp



Marco Franke  
Oliver Focke  
Max Gath  
Zied Ghairi



Christian Gorltd  
Dr. Carl Hans  
Dr.-Ing. Jens Heger  
Torsten Hengst



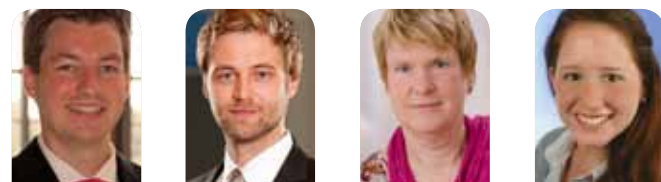
Otthein Herzog  
Torsten Hildebrandt  
Aleksandra Himstedt  
Karl Hribernik



Steffen Janßen  
Dr. Reiner Jedermann  
Konstantin Klein  
Pierre Kirisci



Dr. Thomas Landwehr  
Dennis Lappe  
Prof. Dr. Lawo  
Marco Lewandowski



Stephan Oelker  
Olaf Poenicke  
Dr.-Ing. Ingrid Rügge  
Mariugenia Salas



Tim Schmohl  
Dr.-Ing. Martin Schnatmeyer  
Dr. Arne Schuldt  
Moritz von Stietencron



Marius Veigt  
Dirk Werthmann

## Inhalt

3 Grußwort

### Interview und Diskussion

6 Diskussionsrunde  
Hansestadt Bremen  
Mehr als Mittelpunkt einer Region

### Projekte und Anwendungen

11 Technologien für den  
logistischen Fortschritt

12 Internationale Souveränität ist lernbar

13 Keimzelle der Innovation

14 Auf dem Weg zu Industrie 4.0 in  
Produktion und Logistik

16 Aktive Klimakontrolle im Intelligenten Container

18 Die Produktionslogistik der Zukunft

20 Smart SC - eBusiness-Standardisierung  
in der maritimen Supply Chain

22 Erst testen, dann sicher abheben

24 Industrie 4.0 in der Weste

26 Herausfordernde Verkehrsszenarien:  
RFID-Kennzeichen im Praxistest

28 Drahtlose Strukturüberwachung

30 Manipulationssichere  
Warensendungsverfolgung

32 Fehlersuche in der Welt  
der Bits und Bytes

34 120 Windräder zur Wartung -  
Bei welchem droht der Ausfall?

36 Agenten für eine optimierte Logistik

38 Zeit für die Werft?

40 „Industrie 4.0“ an der Jacobs University

42 RFID speichert  
digitalen Produktlebenslauf

44 Das „Bauchgefühl“ der  
Dispositionsexperten nutzbar machen

46 Alles der Reihe nach!

48 RFID-Kennzeichnung für Holzpaletten:  
BIBA entwickelt mobilen Tagging Roboter

50 Intelligent, interdisziplinär, international



Seite 6

### Diskussionsrunde

Prof. Dr.-Ing. Klaus-Dieter Thoben (BIBA),  
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag, (BIBA),  
Hans-Georg Tschupke (WFB)  
und Uwe Will (VIA Bremen)  
trafen Anja Van Bocxlaer („RFID im Blick“) zum  
Ortstermin in Bremen.



Seite 22

### Erst testen, dann sicher abheben

Im Projekt BreTeCe wurden methodengestützte  
Technologien und Werkzeuge zum Testen mecha-  
tronischer Systeme entwickelt.



Seite 30

### Manipulationssichere Warensendungsverfolgung

Fracht-Fingerprint-Informationssystem reduziert  
Prüfaufwand und trägt zur Sicherheit in der Luft-  
frachtkette bei.



Seite 34

### 120 Windräder zur Wartung - Bei welchem droht der Ausfall?

Entwicklung von Methoden und Werkzeugen  
zur präagierenden Instandhaltung von Offshore-  
Windenergieanlagen

# Hansestadt Bremen Mehr als Mittelpunkt einer Region

Prof. Dr.-Ing. Klaus-Dieter Thoben (BIBA), Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag (BIBA), Hans-Georg Tschupke (WFB) und Uwe Will (VIA Bremen) trafen Anja Van Bocxlaer („RFID im Blick“) zum Ortstermin in Bremen

„Ambitioniert und agil“, so lautet das Zukunftskonzept der Universität Bremen. Dieses Motto steht für exzellente Spitzenforschung, interdisziplinäre Kommunikation und Kooperationsstärke, die in Bremen groß geschrieben wird. In der „short way city“ und kleinstem Bundesland läuft alles etwas „flotter“, wie der Norddeutsche sagt. Trotz – oder gerade wegen der geografischen Kleinlage ist Bremen mit dem Containerterminal in Bremerhaven, internationalen Unternehmen der Automobil- und Luftfahrtindustrie sowie dem Windenergiesektor Hightech-Standort in Nord-

## Standort Bremen

### ■ Was zeichnet den Wirtschafts- und Logistikstandort Bremen aus?

Uwe Will: Der Standort Bremen hat in der Logistik immer eine Vorreiterrolle gespielt. Man könnte sagen: Logistik wurde in Bremen erfunden. Es wurde Logistik erforscht, gelehrt und gehandelt, als andere noch gar nicht darüber nachgedacht haben. Und wir denken über die Weiterentwicklung der Logistik in den Jahren 2020 bis 2030 bereits heute nach. Und es ist wichtig, nach außen unsere Strahlkraft zu vermitteln. Hanseatisches Understatement ist gut, aber die Bremer Unternehmer dürften ruhig mal zeigen, was sie mit ihren Mitarbeitern leisten.

Hans-Georg Tschupke: Bremen profitiert von der Kleinheit. Eine hohe Quote mittelständischer, familiengeführter Unternehmen am Ort, verlässliche Partnerschaften und kurze Entscheidungswege – In der „short way city“ ist die Intensität des Austausches sehr hoch. Für die Wissenschaft haben diese kurzen Wege für die Koordinierung von Kooperationsprojekten definitiv Vorteile und der Wissenschaftsstandort Bremen prosperiert. Die Kompaktheit des Stadtstaates hat aber auch – allein auf Grund der geringen räumlichen Ausdehnung – Grenzen. Allerdings war die Bremer Wissenschaft, wie auch die Wirtschaft, schon immer überregional stark nach außen orientiert. In gewisser Weise macht die regionale Begrenzung hier erfinderisch und agil.

deutschland und logistisches Drehkreuz. Mit seinen Lehr- und Forschungseinrichtungen wie dem BIBA und LogDynamics sowie zahlreichen Unternehmen nimmt der Standort eine Vorreiterrolle in der Logistik ein. Das kooperative Miteinander von Wirtschaft und Wissenschaft hat stets eine besondere Rolle gespielt. Wie wirken Wirtschaft und Wissenschaft in Bremen zusammen? Was zeichnet die Lehre und Forschung in Bremen aus und mit welchen Fragen und Visionen zum Thema Industrie 4.0 befassen sich die Institute? Diese Fragen standen im Mittelpunkt der Diskussionsrunde.

Uwe Will: Das stimmt, wir sind immer flotter als die anderen. Bremen war der erste Container-Hafen in Deutschland. Im Automobilbereich sind wir weit vorn. Mit globalen Unternehmen wie Airbus behauptet sich die Luftfahrt schon 50 Jahre am Standort und hat nach ihrer Krise dem Standort Bremen wunderbare Impulse gegeben. Auf der anderen Seite kämpft Bremen auf dem Hafensektor um die Anerkennung, dass es hier eine nationale Aufgabe wahrnimmt. Natürlich haben die Häfen nach innen die Wirkung, dass 60.000 Jobs direkt oder indirekt von den Häfen abhängen und ebenso viele Familien ein Einkommen haben; dennoch sind die Häfen nicht nur für die Region Bremen da, sondern für die Wirtschaft der Bundesrepublik – und auch einiger Nachbarstaaten.

Klaus-Dieter Thoben: Auch die Forschungsinstitute müssen außerhalb von Bremen erfolgreich sein, wir ziehen aber unsere Stärke daraus, dass wir nach innen über ein hervorragendes Netzwerk verfügen. Bei der Forschungsförderung gehört auch das Trommeln dazu, um die Exzellenz unserer Wissenschaft zu zeigen sowie den Servicegedanken gegenüber internationalen Unternehmen. Um die Exzellenz unserer Wissenschaft und die Forschungserkenntnisse und Forschungsergebnisse zu zeigen, stehen wir ständig im nationalen Dialog mit unseren Partnern.

## Das Zusammenwirken von Wissenschaft und Wirtschaft

### ■ Wie wirken Wirtschaft und Wissenschaft in Bremen kooperativ zusammen?

Michael Freitag: Die Lehre ist ein sehr gutes Beispiel für das Zusammenwirken von Wissenschaft und Wirtschaft in Bremen. Exzellent ausgebildeter Nachwuchs ist die Grundlage für eine erfolgreiche Wirtschaftsregion. Hier übernimmt die Lehre eine ganz wichtige Aufgabe für die Vorbereitung auf die berufliche Praxis. Bremen profitiert davon, dass wir an zwei Universitäten und zwei Hochschulen den akademischen Nachwuchs, wie Wirtschaftsingenieure oder Produktionstechniker, direkt vor Ort ausbilden.

Zum Beispiel Industrie 4.0 oder RFID als eine weiterführenden Technologie, aber auch Social Media. Viele Unternehmen fangen jetzt erst an, sich Fragen zu Industrie 4.0 zu stellen. Durch das BIBA und LogDynamics haben wir viele wissenschaftliche Impulse generiert und die Verbindung zwischen Wissenschaft und Wirtschaft ist sicherlich eines der Ziele, aber es geht konkret darum, welche Innovationsbedarfe die Wirtschaft im Tagesgeschäft braucht.

„In Bremen denken wir über die Weiterentwicklung der Logistik in den Jahren 2020 bis 2030 bereits heute nach, wenn wir an einigen Stellen nicht sogar schon so weit sind.“ Uwe Will

Uwe Will: Wir haben hier ganz klare Ziele: Mit der Veranstaltung wollen wir speziell die Logistikwirtschaft der Hafenindustrie ansprechen, besonders kleinen und mittelständischen Unternehmen Anstöße geben.

Viele Studierende im Fachbereich Produktionstechnik kommen aus der Region und bleiben auch hier. Sie sind die zukünftigen Nachwuchskräfte für die hiesige regionale Wirtschaft, aber auch für große Industrieunternehmen wie Airbus oder Daimler.

Wir haben mit dem BIBA und innerhalb des LogDynamics exzellente Einrichtungen und Möglichkeiten, praxisnah zu forschen.

Hans-Georg Tschupke: Kooperatives Miteinander findet unter anderem durch Veranstaltungen statt. Wir planen ein „Zukunftsforum Logistik 4.0“ mit 250 bis 300 Teilnehmern, das für Bremen als großen Logistikstandort sicher auch Strahlkraft nach außen hat.

Das ist für die Industrie, ich denke da an Verpackungsfirmen, wunderbar geeignet. Hemmschwellen abbauen und die tollen Forschungsmöglichkeiten näher bringen, damit die Wirtschaft davon profitiert, das ist das Ziel.

Als Veranstaltungsformat ist das Zukunftsforum aber nach innen gewandt, um den Austausch in der Region zu fördern. Wir wollen Zukunftsfragen für die Logistikwirtschaft aufgrei-

„Damit neue Wirtschaftszweige und Wertschöpfung für die gesamte Region entstehen, brauchen wir die Kompetenzen aus Logistik, der maritimen Wirtschaft, Industrie und Forschung.“ Hans-Georg Tschupke





Prof. Dr.-Ing.  
Klaus-Dieter Thoben

### Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben ist Geschäftsführer des BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik, Leiter des Forschungsbereichs Informations- und kommunikationstechnische Anwendungen in der Produktion (IKAP) sowie Sprecher von LogDynamics. Prof. Thoben leitet das Fachgebiet Integrierte Produktentwicklung der Universität Bremen. Industrie 4.0 und Logistik 4.0 sind zentrale Forschungsthemen am BIBA.

„Über Industrie 4.0 kommen wir in den gesamten Lebenszyklus von Objekten hinein. Wir sprechen jetzt auch von Servicelogistik. Wir haben die Möglichkeiten, immer mehr über diese Objekte zu erfahren, sei es der Zustand von Lebensmitteln während des Transportes oder die Wartung von Windenergieanlagen. Und den Zugang zu diesen Informationen bieten intelligente Sensorsysteme. Wir haben anfangs über passive RFID-Systemen gesprochen, dann über aktive RFID-Systeme. Mit Industrie 4.0 stehen wir nun genau an diesem Übergang zur Welt der Sensorik. Entscheidend wird nun sein, das Wissen in die Prozesse zu integrieren. Das Gleiche gilt für den Nutzer. Solange wir nicht wissen, was der Anwender eigentlich will, bleibt die Technik nutzlos. Mit dem Wissen aber werden neue Geschäftsmodelle entstehen – ein vorrangiges Ziel, an dem wir am BIBA arbeiten.“

„Wenn es gelingt, Prozessketten aufzubauen, die viele Stakeholder involvieren, dann werden auch neue Geschäftsmodelle und Services entstehen.“  
Prof. Dr.-Ing. Klaus-Dieter Thoben

## Wissenschaft in Bremen

### ■ Worin liegen die Stärken der interdisziplinären, angewandten Forschung in Bremen?

**Klaus-Dieter Thoben:** Für die Logistik ist der Forschungsverbund LogDynamics ganz wichtig, in dem wir die Kompetenzen der Universitätsfachbereiche Physik/Elektrotechnik Mathematik/Informatik, Produktionstechnik und Wirtschaftswissenschaften bündeln. Hinzu kommen die Kooperation mit der Jacobs University sowie den ansässigen Forschungsinstituten BIBA und ISL. Diese Kooperationsfähigkeit ist immer eine der Stärken der Universität Bremen gewesen. Wir als BIBA leben von angewandter Forschung und unsere Aufgabe ist es, mit der Bremer Wirtschaft erfolgreiche Projekte durchführen. Die Zusammenarbeit mit regionalen, aber auch überregionalen Unternehmen nimmt in der angewandten Forschung einen wichtigen Stellenwert ein. Wir brauchen und suchen die Nähe zu Unternehmen, um praxisrelevante Fragestellungen aus der Anwendung zu gewinnen, um im nächsten Schritt Methoden, Modelle und Technologien zu erforschen, welche erfolgreich in der Praxis auf Eignung überprüft werden können. Ich würde mir wünschen, dass noch mehr Unternehmen sich an Projekten beteiligen und auch noch mehr Offenheit, um bei bestimmten Forschungsthemen zu wissen, welche Nöte und Interessen die Unternehmen haben. Um spezifische Lösungen erarbeiten zu können, ist es für uns wichtig, die Bedarfe von Unternehmen zu kennen.

**Michael Freitag:** Dialog ist aus meiner Sicht ein entscheidender Punkt. Dies leistet das BIBA beispielsweise mit einem Dialogforum. Aus meiner Erfahrung in der Industrie weiß ich, dass Vertrauen die beste Grundlage ist, um Projekte gemeinsam erfolgreich umzusetzen. Man muss die Probleme der Unternehmen ernst nehmen und darf beispielsweise „Industrie 4.0“ nicht als heilsbringenden Trend verkünden. Aber gerade wenn es um die Umsetzung langfristiger strategischer Projekte wie Industrie 4.0 geht, sollten Unternehmen schon jetzt die Chance ergreifen, mit der Wissenschaft zusammenzuarbeiten, um – ohne große Investitionen – Machbarkeiten und Wirtschaftlichkeit auszuloten.

**Hans-Georg Tschupke:** Industrie 4.0 spielt auch eine zunehmende Rolle in der Windenergie. Im Falle der Offshore-Windparks ist Kostenreduktion ein zentraler Faktor. Dabei geht es nicht nur um eine Aufbaulogistik, die völlig neu ist, sondern um nachgelagerte Servicelogistik, wie die Wartung von Anlagen. Dadurch entsteht eine enorme Wertschöpfung für die gesamte Region. Und dafür brauchen wir die Kompetenzen aus Logistik, der maritimen Wirtschaft, Industrie und Forschung. Das Zusammenspiel zwischen Wirtschaft und Wissenschaft mit den regionalen Vorteilen so zu verbinden, dass eine neue Wirtschaft entstehen kann, auch mit all den politischen Schwierigkeiten, die gerade mit dem Windenergie-Sektor verbunden sind, ist daher enorm wichtig.



Uwe Will



Hans-Georg Tschupke

„Für die Umsetzung langfristiger strategischer Projekte wie Industrie 4.0 sollten Unternehmen schon jetzt die Chance ergreifen, mit der Wissenschaft zusammenzuarbeiten.“ Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

## Industrie 4.0

### ■ Gehören die Begriffe Industrie 4.0 und Logistik 4.0 für Sie zusammen?

**Klaus-Dieter Thoben:** Wenn Sie an Produktionslogistik denken, macht Produktion ohne Logistik 4.0 keinen Sinn, da Sie automatisch die gleichen Technologien nutzen. Eine Herausforderung sind nach wie vor, und da kommen wir auch zum Thema RFID, geschlossene Ketten. Es gibt keine geschlossenen Ketten, auch nicht im Modehandel. Was fehlt, ist eine systematische Sicht auf das Ganze, also das Denken in Prozessketten. Gemeinsam an einem Strang zu ziehen und die Informationen weiterzugeben, davon sind wir heute noch weit entfernt. Mit Industrie 4.0 bewegt man sich aber in diese Richtung. Damit aber die Vision praxistauglich wird, ist es wichtig, dass wir von Forschungsseite die Unternehmen frühzeitig mitnehmen, damit sie auf ihr morgiges Handeln vorbereitet sind. Wenn wir es also schaffen, Prozessketten aufzubauen, die relevante Stakeholder involvieren, dann werden auch neue Geschäftsmodelle und Services entstehen. Davon bin ich überzeugt. Der Aufbau eines Kompetenzzentrums Industrie 4.0 kann hier helfen, um neue Geschäftsmodelle gemeinsam im Dialog der Wirtschaft mit der Wissenschaft zu entwickeln.

**Hans-Georg Tschupke:** Die Problematik gesamtsystematisch zu lösen, dass noch nicht ausreichend in Systemen gedacht wird, bleibt auch in der Logistikwirtschaft sicherlich eine Herausforderung, die noch angegangen werden muss. Ich sehe es übrigens genauso: Für mich sind Industrie 4.0 und Logistik untrennbar miteinander verbunden. Und je besser ein Unternehmen Industrie 4.0-Lösungen einsetzen kann, desto höher die Kostenvorteile. Hier besteht auch die Aufgabe der Wissenschaft darin, Unternehmen zu unterstützen, die Herausforderungen von Industrie 4.0 zu meistern. Nicht Probleme kurzzeitig beheben, sondern mit Blick auf die Zukunft Perspektiven entwickeln: Wie kann ich als Unternehmen basierend auf meinem Portfolio diese Innovation sinnvoll nach vorn gerichtet umsetzen. Und hier hat Bremen durchaus gute Anknüpfungspunkte.

**Michael Freitag:** Die Automatisierung der innerbetrieblichen Logistik gehört zwingend zu Industrie 4.0. Um den überbetrieblichen Warenfluss durch die globale Supply Chain transparent zu gestalten und zu flexibilisieren, stehen uns und Unternehmen sicherlich noch große Herausforderungen bevor. Aber: Besonders für die horizontale Integration werden Industrie 4.0-Technologien ganz spannend. So kann ich mir vorstellen, dass mobile Softwareagenten von einem zentralen IT-System zum Produkt wandern, sich auf einem Paletten-Tag oder Lkw-Systemen wieder aggregieren oder auch vertikal nach oben steigen zum IT-System des Transportdienstleisters. Aufbauend auf dieser Verschmelzung von Material- und Informationsfluss in Echtzeit könnte man Supply-Chain-Prozesse ereignisbasiert und effizient steuern. Das eröffnet neue Möglichkeiten für Steuerungsansätze.



Prof. Dr.-Ing.  
Michael Freitag

### Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag ist seit 1. Oktober 2014 Leiter des Forschungsbereichs Intelligente Produktions- und Logistiksysteme am BIBA. Gleichzeitig übernimmt er das Fachgebiet Planung und Steuerung produktionstechnischer und logistischer Systeme an der Universität Bremen. Für seine neuen Aufgaben bringt Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag seine sechsjährige Erfahrung in der Stahlindustrie als Projektleiter bei ArcelorMittal Bremen mit. Dort war er für die Optimierung logistischer Prozesse, simulationsbasierte Machbarkeitsanalysen sowie die Entwicklung von IT-Systemen zur Steuerung und Planung zuständig.

„Das BIBA steht für Anwendungsorientierung. Beide Sichtweisen, den wirtschaftlichen Blickwinkel und den technologischen, zusammenzubringen, ist sicherlich ein Vorteil. Innovation bedeutet für Unternehmen Wettbewerbsvorteil. Um weltweit wettbewerbsfähig zu sein, ist es wichtig, innovative Technologien und Lösungen an der Hand zu haben, um Produktionsprozesse effizienter und kostengünstiger zu gestalten, die Qualität der Produkte zu steigern und Kundenzufriedenheit zu erhöhen – das ist eine permanente Aufgabe für Unternehmen. Die Forschung bietet hier einen breiteren Überblick über die geeigneten Methoden und neuesten Technologien – und gerade für Industrie 4.0 die Chance, langfristige Strategien erfolgreich zu gestalten.“

## Hafenstandort Bremen



### ■ Wie wird der JadeWeserPort die Region verändern?

**Uwe Will:** Ich bin von diesem Standort nach wie vor überzeugt. Das Dreieck der Häfen Wilhelmshaven, Bremerhaven und Cuxhaven sowie Bremen hat das Potenzial, der zweitgrößte Hafen Europas zu sein. Wilhelmshaven als Tiefwasserhafen wird eine Zukunft haben, da sich mit zunehmender Schiffsgröße die Vor- und Nachläufe zugunsten von Wilhelmshaven verlagern werden und der JadeWeserPort zukünftig auch die Rolle des Feeder-Hafens für die Ostsee einnehmen wird. Durch die außenpolitische Krise mit Russland ist jedoch der Verkehr nach St. Petersburg eingeschlafen. Hinzu kommt, dass einige Reedereien aktuell mit ihren größeren Schiffen direkt in die Ostsee hineinfahren möchten. Die Potenziale von Wilhelmshaven sind zugleich auch Chancen für Bremen-Stadt weitere Dienstleistungen zu generieren, weil beispielsweise die Eisenbahnverkehre über den Knoten Bremen laufen und Kooperationen mit den Einrichtungen wie dem GVZ neu entstehen könnten.

### ■ Wie bewerten Sie den Zusammenschluss „German Ports“?

**Uwe Will:** Bei der Messe Transport Logistic in Shanghai im Juni haben sich die fünf Bundesländer Hamburg, Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern und Bremen erstmals als „German Ports“ präsentiert. Zurzeit befindet sich ein entspre-

chender Kooperationsvertrag in Vorbereitung, dessen Ziel es ist, im außereuropäischen Ausland geschlossen als „German Ports“ aufzutreten. Der Vorschlag aus Bremen ist, dass jedes Jahr ein anders Land den Hut aufhat. Hamburg wird als erstes Bundesland die Zuständigkeit übernehmen, dass die Idee „German Ports“ weiter Früchte trägt und Projekte entwickelt werden. Ich hoffe, dass wir durch diese Initiative weiter zusammen wachsen.

**Hans-Georg Tschupke:** Bremerhaven ist einer der Seehäfen in Deutschland mit Leistungspotential. Das hat auch die Politik erkannt und forciert die Idee, dass Hamburg, Niedersachsen und Bremen gemeinsam als „German Ports“ auftreten. Für mich ist der Zusammenschluss der einzig logische Weg, unsere Möglichkeiten gemeinsam darzulegen, gerade wenn man sich die Dimensionen von Rotterdam vergegenwärtigt. In der Luftfahrt gibt es bereits die Initiative, dass die Kernländer Hamburg, Bremen und Niedersachsen nach außen als ein Standort mit hoher Signifikanz auftreten.

**Michael Freitag:** Ich sehe es ganz genauso. Um auf dem Weltmarkt konkurrenzfähig zu sein, halte ich es für absolut richtig und notwendig, geschlossen aufzutreten und die Kapazitäten Deutschlands gemeinsam zu vermarkten.

# Technologien für den logistischen Fortschritt

## Maßgeschneidertes universitäres Know-how von der Idee bis zur Lösung



Bremen Research Cluster for Dynamics in Logistics



Hier wird der Transfertgedanke Realität: 2013 führte der Forschungsverbund LogDynamics an der Universität Bremen 93 Prozent der Projekte in Kooperation mit Unternehmen durch. Auch nationale sowie europäische Förderer und Grundlagenforschung geben die Richtung vor. „Logistik ist prinzipiell interdisziplinär. Forschung und Entwicklung in diesem Bereich

verlangen nach Input aus mehreren Forschungsfeldern“, erklärt Aleksandra Himstedt, wissenschaftliche Mitarbeiterin in LogDynamics. Im Interview mit „RFID im Blick“ erklärt sie, wie die Fäden aus Forschung und Wirtschaft in Bremen zusammenlaufen und in einem strukturierten Geflecht zu praktischen Lösungen werden.

### Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Der Forschungsverbund LogDynamics (Bremen Research Cluster for Dynamics in Logistics) bündelt die Logistikkompetenz im Land Bremen. Unter dem gemeinsamen Nenner der Logistik arbeiten im Forschungsverbund der Universität Bremen vier Fachbereiche mit den Logistikinstitutionen BIBA (Bremer Institut für Produktion und Logistik) und ISL (Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik) zusammen. Als assoziierter Partner ist außerdem die Jacobs University Bremen involviert. „Durch diese Bündelung wird der Verbund als Akteur überregional stärker und präsenter“, erklärt Aleksandra Himstedt. „Außerdem ist Logistik prinzipiell interdisziplinär. Forschung und Entwicklung in diesem Bereich verlangen nach Input aus mehreren Forschungsfeldern. Aus diesem Grund sind die Fachbereiche Physik/Elektrotechnik, Mathematik/Informatik sowie Produktionstechnik und Wirtschaftswissenschaften der Universität Bremen beteiligt.“

### Aus der Forschung in die Praxis

Aktuell forschen mehr als 200 Mitarbeiter in LogDynamics an über 60 Projekten. Das Spektrum logistischer Themenbereiche umfasst neben Produktion und Transport auch maritime Logistik, Supply Chain Management und Robotik. Derzeit stehen Technologien zur Realisierung von Industrie 4.0 beziehungsweise Logistik 4.0 im Fokus der anwendungsorientierten Forschung. Dazu gehören auch Cyber-Physische Systeme, Selbststeuerung, RFID, Internet der Dinge, Sensoren und weitere. Auch logistisches Denken an sich wird unter anderem mittels „Serious Games“ auf spielerische Weise gefördert. Der Anwendungsbezug der Projekte ist von großer Relevanz, berichtet Aleksandra

Himstedt: „Im Laufe der Zeit ist der Transfertgedanke immer wichtiger geworden. Das heißt, wir bringen unsere Forschungsprojekte in die wirtschaftlich tragfähige Praxis. Dafür ist auch die seit Beginn erfolgreich angestrebte Internationalisierung im europäischen Ausland sehr von Vorteil. 2013 wurden tatsächlich 93 Prozent der LogDynamics-Projekte in Kooperation mit Unternehmen durchgeführt.“

### Symbiose aus Auftrags- und eigener Forschung

Der Forschungsschwerpunkt der Projekte orientiert sich am jeweiligen Partner oder Förderer. „Wir antworten auf Calls nationaler Fördergeber und der EU. Diese geben die Richtung vor, in der Themen gefördert werden sollen. Auf dem Weg in diese Richtung bringen wir dann unsere eigenen Ideen ein. Neben geförderten Projekten und Auftragsforschung betreiben wir auch eigene Forschung, die jedoch schneller an die Grenzen des finanziellen Rahmens stößt. Nicht nur LogDynamics, sondern nahezu alle Universitäten und Institute suchen den idealen Mittelweg zwischen Auftragsarbeit und Grundlagenforschung.“ Auch die Fortführung der Forschung in Folgeprojekten ist durch den jeweiligen Förderer oder Auftraggeber bestimmt.



LogDynamics, Universität Bremen

Aleksandra Himstedt

0421/21850106

him@biba.uni-bremen.de

## Internationale Souveränität ist lernbar

LogDynamics trainiert internationale Doktoranden, sich im interdisziplinären Diskurs zu behaupten



Promotion in der Logistik

Selbstständigkeit statt Verschulung – um dieses generelle Konzept der Promotion zu fördern, bietet der Forschungsverbund LogDynamics seinen Doktoranden in der International Graduate School for Dynamics in Logistics (IGS) eine kontinuierliche interdisziplinäre Zusammenarbeit und strukturierte Unterstützung im Promotionsprozess. Weitere Besonderheit: Der Anteil internationaler Promotionen liegt an der IGS bei 80

### Anfeindungen begegnen lernen

Logistik ist eine internationale Herausforderung, innovative Lösungen können im interdisziplinären Diskurs erarbeitet werden. Die IGS unterstützt diese Kooperation bereits in der Ausbildung mittels eines strukturierten Doktorandenprogramms. Mit dem Fokus auf „Dynamik in der Logistik“ arbeiten die Fachbereiche Produktionstechnik, Informatik/Mathematik, Wirtschaftswissenschaften und Elektrotechnik/Physik zusammen.

„Im Programm geht es aber um mehr als die Bearbeitung technischer Fragestellungen. Wir helfen den Doktoranden dabei, fachlich und menschlich zu reifen, um sich im wissenschaftlichen Diskurs disziplinübergreifend auseinanderzusetzen und auch auf Anfeindungen angemessen reagieren zu können“, erklärt Dr.-Ing. Ingrid Rügge. „Spätestens am Ende der Promotion müssen sich die Doktoranden gegen andere Sichtweisen durchsetzen. Je weiter sich ein Forscher über die eigene Disziplin hinausbewegt, umso zahlreicher werden die Skeptiker, der wissenschaftliche Diskurs wird härter.“

### Anleitung zur Selbstständigkeit

„In manchen Wissenschaftsgebieten und insbesondere im Ausland ist eine strukturierte Promotion der Normalfall“, berichtet Dr.-Ing. Ingrid Rügge. „Das heißt: Die Promovierenden werden wie Studierende ausgebildet. In den Ingenieurwissenschaften wird die Promotion dagegen weiterhin als völlig unabhängige wissenschaftliche Arbeit betrachtet. Das ist eine Herausforderung.“ Um international attraktiv zu sein, würden auch immer mehr Strukturen eingeführt. „Wir haben uns jedoch entschieden, die Promotion nicht zu verschulen. Die Doktoranden bleiben bei uns unabhängige Wissenschaftler, aber sie erhalten Unterstützung, um sich auch im deutschen System zurechtzufinden. Qualität statt Quantität ist ein Teil unseres Konzepts.“

Prozent. „Für Unternehmen ist die internationale Vorbildung und Vorerfahrung besonders attraktiv. Wer hierher kommt, wird neben der Promotion darauf vorbereitet, sich auf der internationalen Bühne souverän zu behaupten“, erklärt Dr.-Ing. Ingrid Rügge, Geschäftsführerin der IGS. Welche Herausforderungen Doktoranden zu meistern haben und wie die IGS sie auf diesem Weg unterstützt, berichtet sie im Interview mit „RFID im Blick“.

### Wenn ‚ja‘ eigentlich ‚nein‘ meint

Die Unterstützung der Doktoranden beginnt bei der Bewerbung. „Von Beginn an ist es Teil des Programms, dass wir mehrmals wöchentlich in der vollen Interdisziplinarität und Internationalität zusammenarbeiten und miteinander trainieren“, so Dr.-Ing. Ingrid Rügge. Im Vergleich zu den durchschnittlichen 15 Prozent internationaler Doktoranden im ingenieurwissenschaftlichen Umfeld kommen an der IGS rund 80 Prozent aus dem Ausland und nutzen dabei auch die Möglichkeit der Promotion in englischer Sprache. „Die 51 bisher in der IGS aufgenommenen Promovierenden kommen aus 21 verschiedenen Ländern. Für Unternehmen ist eine internationale Vorerfahrung besonders attraktiv. Wer hierher kommt, wird während der Promotion darauf vorbereitet, sich auf internationaler Bühne souverän zu behaupten. Untersuchungen zeigen, dass sich deutsche Unternehmen aus dem Ausland zurückziehen, wenn sie nicht mit der fremden Kultur umgehen können – wenn Geschäftspartner beispielsweise ‚ja‘ sagen, aber ‚nein‘ meinen. An der IGS trainieren die Doktoranden durch praktische Erfahrungen im beständigen internationalen Umfeld, wie sich diese Missverständnisse wahrnehmen und abfedern oder gar vermeiden lassen.“



IGS, Universität Bremen

Dr.-Ing. Ingrid Rügge  
0421/21850139  
ruc@biba.uni-bremen.de

## Keimzelle der Innovation

Vom Demonstrations- und Anwendungszentrum zum „Living Lab“: Das LogDynamics Lab erarbeitet mit Unternehmen technologiebasierte Strategien für die Prozessentwicklung



Testumgebung für logistische Systeme

RFID- und andere funkbasierte Ortungstechnologien sowie mobile Computersysteme haben bereits heute einen hohen Einfluss auf die Prozesssteuerung in Logistik und Produktion. Das LogDynamics Lab stellt Unternehmen eine Umgebung zur Verfügung, um Prozesse eins zu eins nachzustellen und aktuelle, marktführende Systeme und Neuentwicklungen auf ihre Ein-

### Prozesse und Technologien zusammenführen

Am LogDynamics Lab können Unternehmen die Einsatzmöglichkeiten und Potenziale verschiedener RFID-Systeme in nachgestellten industriellen Prozessen vergleichen und evaluieren. „Wir können Prozesse eins zu eins nachstellen und prüfen, wie die Systeme entsprechend der Aufgabenstellung des Anwenders funktionieren“, berichtet Marco Lewandowski. Die verfügbare Infrastruktur umfasst darüber hinaus unterschiedliche Ortungssysteme. „Wir stellen für die Tests günstige und innovative Verfahren zur Verfügung, die auf passiven RFID-Transpondern, wahlweise aber auch auf WLAN- oder Ultra-Wideband-Technologie basieren. Viele Unternehmen prüfen, wie sich ihre Prozesse unter realen Bedingungen mit den verfügbaren Technologien unter ökonomischen und technischen Gesichtspunkten zusammenführen lassen und wo die physikalischen Grenzen für die Anwendung liegen.“ Während viele dieser bekannten Technologien für die Lösung konkreter Probleme aus der Praxis bereits erfolgreich eingeführt werden, bietet das LogDynamics Lab außerdem Raum für neue Hype-Themen: Cyber-Physische Systeme, Condition Monitoring Technologien und Sensorik, Internet of Things und Big Data sind nur einige Beispiele.

### Kreative Kompetenzvermittlung im „Living Lab“

Das Demonstrations- und Anwendungszentrum ist von der Testumgebung zum „Living Lab“ gewachsen, einem Zentrum für Innovationen in den Bereichen Produktion und Logistik. „In kreativer Umgebung, unterstützt durch die vorhandenen Technologien, können Anwender im Rahmen moderierter Workshops in einer anwendungsnahen Umgebung Kompetenzen vermitteln oder vermittelt bekommen“, erklärt Marco Lewandowski das Prinzip. „Das umfasst drei Kernschritte: Erstens ‚enabling Technology‘ – die Vermittlung der technologischen Grundlagen, die Unternehmen in die Lage

satztauglichkeit zu prüfen. Wie das LogDynamics Lab im nächsten Schritt als „Living Lab“ mit seinen Kunden individuelle Technologiestrategien erarbeitet und in drei Schritten ein Maximum an Logistikkompetenz vermittelt, erklärt Marco Lewandowski, Geschäftsführer des LogDynamics Lab an der Universität Bremen im Interview mit „RFID im Blick“.

versetzen, Prozesse wirklich innovativer zu machen. Diese Grundlagen müssen zweitens praktisch erlebbar sein, sodass Anwender damit experimentieren können. Auf diesen beiden Zweigen, Theorie hören und Grundlagen erfahren, dann Technik erleben und experimentieren, baut der dritte Schritt auf: Innerhalb der Umgebung mit den durch das Personal zur Verfügung gestellten Kompetenzen zu evaluieren, wie dieses Wissen in die Praxis übertragbar ist.“

### Handfeste Ergebnisse

Nach individueller Absprache werden die Ergebnisse der Workshops oder Feldtests dokumentiert und die Dokumentation den Teilnehmern zur Verfügung gestellt. Marco Lewandowski: „Die Workshops werden von verschiedenen Moderationstechniken und Werkzeugen unterstützt. Das können Whiteboards und Smartboards, aber auch Simulationsprogramme sein. Oft wird auch das Gaming Lab des BIBA miteinbezogen, um taktische und strategische Entscheidungen vorwegzunehmen und auszuprobieren. Auch unsere Technologiefeldtests enthalten handfeste Empfehlungen oder Handlungsoptionen. Unser Ziel besteht gerade nicht darin, ein Standardprogramm anzubieten, sondern im Vorgespräch zu evaluieren, was der Kunde benötigt: Ist es eher Wissensvermittlung, Moderation oder die gemeinsame Erarbeitung neuer Technologien und Prozesse? Es kann auch sein, dass wir im Prozess einen Schritt zurückgehen, um herauszufinden, wo die Problemlösung liegt.“



LogDynamics Lab, Universität Bremen

Marco Lewandowski  
0421/21850122  
lew@biba.uni-bremen.de

# Auf dem Weg zu Industrie 4.0 in Produktion und Logistik

Mit über 30 Jahren Erfahrung und Entwicklungsleistung forscht das BIBA gemeinsam mit Unternehmen an zukunftsfähigen Lösungen für Produktion und Logistik



Robotik in der Logistik, Computer-Integrated Manufacturing in der Produktion: Zukunftsweisende Konzepte, die das BIBA durch gezielte Ausrichtung der Forschungsschwerpunkte auf die zukünftigen Marktbedürfnisse vorangetrieben hat. Praxisgelenkte Forschung, von der Wissenschaft und Wirtschaft unmittelbar profitieren, kann jedoch nur über den direkten Schulterschluss mit

innovativen Unternehmen gelingen. Seit über 30 Jahren bringt das BIBA über diese Symbiose neue Konzepte von der Grundlagenforschung bis in die Praxis. Mittels moderner Informations- und Kommunikationstechnologien entwickelt das Institut aktuell neue Dienstleistungskonzepte, um auf Grundlage des Industrie 4.0-Konzepts Potenziale zu erschließen.

## Industrie 4.0 im BIBA Praxisdialog

### Wie entstehen produktorientierte Services?

Isolierte Forschung läuft schnell Gefahr, einem Selbstzweck zu verfallen und nach außen unverständlich zu sein. Dieser Entwicklung beugt das BIBA vor, indem die Praxisausrichtung der Forschung in den Arbeitsprozess integriert wird. Die Antwort auf die programmatische Frage ‚Wie wird Forschungsarbeit zu einem innovativen Produkt?‘ führt nach Christian Goldt nur über den Dialog: „Wir laden Unternehmen zu uns ein oder besuchen sie, um in Workshops im Rahmen des BIBA Praxisdialogs von den Forschungsergebnissen zu berichten. Ganz konkret schlagen wir den Bogen von der Forschung zur Industrie 4.0-Praxis und erarbeiten im strukturierten Dialog mit den Unternehmen, welche Potenziale sich mit neuen Technologien durch Informations- und Kommunikationstechnologie erschließen lassen. Wissenschaftler moderieren und berichten hautnah von den Forschungsergebnissen, sodass wir den Transfer aus den Ergebnissen in die Anwendung gewährleisten können.“

### Qualität durch Verständlichkeit

„Ein Institut muss in der Lage sein, komplexe wissenschaftliche Fragestellungen mit einfachen Worten und Mitteln erklärbar zu machen“, folgert Christian Goldt den Selbstanspruch des BIBA. „Wissenschaftliche Erkenntnisse und Ergebnisse müssen so aufbereitet werden, dass sie erlebbar und erfahrbar sind. Durch den Dialog zu den Anwendern stellen wir sicher, dass wir uns ständig reflektieren. Wir verlangen nach Fragestellungen, zu denen wir uns austauschen können.“ Gleichzeitig fördere der Austausch Struktur und Systematik in der Forschung: „In den Forschungsteams müssen Ingenieure und Informatiker gemeinsam mit Betriebswirten, Elektrotechnikern sowie Arbeitswissenschaftlern zusammensitzen und die entsprechenden Fragestellungen aus unterschiedlichen Perspektiven methodisch bearbeiten. Zielorientierte Forschung lebt davon, dass Ergebnisse und Erkenntnisse strukturiert und interdisziplinär erarbeitet werden.“

## Von der Idee zum Produkt

„In doppelter Hinsicht nimmt unsere Arbeit beim partnerschaftlichen Umgang mit Anwendern und Wirtschaftsvertretern, aber auch Wissenschaftspartnern ihren Ausgang“, setzt Christian Goldt, Leiter der Abteilung Collaborative Business in Unternehmensnetzwerken, an. „1981 wurde das Bremer Institut für Betriebstechnik und angewandte Arbeitswissenschaft (BIBA) gegründet – als erstes An-Institut der Universität Bremen. Heute zählt es zu den Großen im Land Bremen. Die BIBA-Forscher haben auch stets einen guten Instinkt für neue Themen, Bedarfe und Trends bewiesen. Das begann mit dem Projekt ‚Schiff der Zukunft‘, setzte sich fort mit den Entwicklungen zum Computer Integrated Manufacturing (CIM) und unter anderem zur Kreislaufwirtschaft, umweltverträglichen Produkten und ressourcenschonenden Produktions- und Logistikprozessen, auch zur Elektromobilität und Nutzung der Windenergie, bis hin zu den komplexen Produktsystemen, der Automatisierung in der Intralogistik und der Selbststeuerung in der Logistik sowie Industrie 4.0. Aufgrund von Änderungen in den Forschungsschwerpunkten folgte 2007 eine Umfirmierung zum ‚BIBA – Institut für Produktion und Logistik GmbH‘. Der wirtschaftliche Brückenschlag ist bereits in der Gründung verankert. Aus dem prozess- und produktionsorientierten Blickwinkel erfassen wir disziplinübergreifend die gesamte Prozesskette. Bei seinen Forschungen hat das BIBA den ganzen Produktlebenszyklus im Blick – von der Idee bis zum Produkt, dessen Entwurf, Produktion und Nutzung bis hin zur Wieder- oder Weiterverwendung.“

## Nationale und internationale Forschung

Die Inklusion in partnerschaftliche Netzwerke kann insbesondere KMU konkrete monetäre, aber auch kompetenz-erweiternde Vorteile bei der Lösungsentwicklung bieten: „Durch den direkten Austausch verstehen wir die Aufgaben der Zukunft unserer Partner sehr gut und können auch KMU die Möglichkeit bieten, ihre Fragestellung wissenschaftlich anzugehen, indem wir national und international Forschungsanträge stellen und administrativ tätig werden. Dabei haben wir die Möglichkeit, kleinere Unternehmen, Dienstleister, Softwarehäuser und Integratoren in Projekte einzubinden, in denen auch große Partner beteiligt sind. Unternehmen kommen in Konsortien zusammen, lernen neue Partner kennen und erschließen neue Netzwerke“, so Christian Goldt. „Unsere geförderten Projekte finden beispielsweise im Rahmen der nationalen Forschung bei den Bundesministerien für Bildung und Forschung, für Wirtschaft und Energie, aber auch auf EU-Ebene im neuen Forschungsprogramm der Europäischen Union ‚Horizont 2020‘ statt.“

## Ressourcenschonung in Produktion und Logistik

Zukunftsorientiert und standortgeprägt ist der Branchenfokus des BIBA, obgleich nicht regional begrenzt. Die Projekte in Produktion, Logistik und maritimer

Wirtschaft lassen aber auch immer wieder die Ursprünge erkennen, die sich heute in weiterentwickelter Form infolge der selbst initiierten, kleinen technologischen Revolutionen in Folgeprojekten wiederfinden. Christian Goldt: „Umweltverträglichkeit und Ressourcenschonung in Produktion und Logistik gehören mit zu unseren Kernthemen. Große Unternehmen, mit denen wir zusammenarbeiten, sind unter anderem aus der Automobil- und Luftfahrtbranche. Darüber hinaus unterstützen wir das langfristig angelegte Projekt der Energie-wende auch im Bereich der Logistik für Windenergie: Was muss Logistik leisten, um zunächst den Bau, aber

„Wir bieten auch KMU die Möglichkeit, ihre Fragestellungen wissenschaftlich anzugehen und mit Dienstleistern, Softwarehäusern sowie Integratoren Projekte und Netzwerke zu gründen.“ Christian Goldt

später auch den Betrieb von Offshore-Windkraftanlagen zu ermöglichen? Auch forschen wir an der Automatisierung der Logistik und Intralogistik am Beispiel der Robotik, nachdem es uns gelungen ist, dieses Themenfeld im Bereich der Logistik zu platzieren. Um einen kleinen Gesamteindruck zu vermitteln: Die 20 aktuellen, im Magazin beleuchteten Projekte spiegeln rund ein Viertel der gesamten Aktivitäten am BIBA wider.“

## Dialog – Forschung – Transfer

### Erkenntnisorientierte Forschung

Erkenntnisorientierte Forschung befasst sich mit Fragestellungen, deren Ergebnisse noch nicht zeitnah in die Anwendung überführt werden, sondern die Grundlagenforschung betreffen. In diesen Projekten werden Erkenntnisse gesammelt, um darauf aufbauend neue Anwendungsfelder erschließen zu können sowie neue Modelle und Methoden zu erarbeiten.

### Ergebnisorientierte Forschung

Wenn die Vorarbeit geleistet wurde, führt der nächste Schritt in die ergebnisorientierte Forschung: In anwendungsnahen Forschungsbereichen werden die in der Grundlagenforschung entwickelten Modelle aufgegriffen, um praktische Lösungen zu erarbeiten. Anhand von Prototypen oder Testaufbauten lassen sich dann beispielsweise Funktionen in der Anwendung demonstrieren. „Das ist die strukturierte Herangehensweise – von der Grundlagenforschung über die angewandte Forschung bis hin zum Transfer der Anwendung in die Wirtschaft“, fasst Christian Goldt zusammen.



BIBA  
Christian Goldt  
0421/21850100  
gor@biba.uni-bremen.de



# Aktive Klimakontrolle im Intelligenten Container

Verdorbene Lebensmittel sind ein Risiko für Händler und Verbraucher – der Intelligente Container optimiert die Lebensmittelüberwachung



Lebensmittellogistik 4.0

Rund 1,3 Milliarden Tonnen, ein Drittel aller weltweit produzierten Lebensmittel, werden jedes Jahr weggeworfen oder sind Verluste entlang der Wertschöpfungskette. „Rund zehn Prozent der Verluste allein bei leicht verderblichen Fleischprodukten sind vermeidbar“, berichtet Dr. Reiner Jedermann vom Institut für Mikrosensoren-, aktoren und -systeme (IMSAS).

Um Lebensmittel beim Transport im Container in Echtzeit zu überwachen und die Logistik dem Reifeprozess beziehungsweise der Haltbarkeit anzupassen, realisierte ein Verbund aus Forschung und Industrie im Projekt „Intelligenter Container“ eine praxisfähige Lösung auf der Basis von Sensorik und Aktorik.

## Zehn Jahre Forschungsarbeit

Mehr als zehn Jahre arbeiteten Forscher des Instituts für Mikrosensoren-, aktoren und -systeme (IMSAS) an der Universität Bremen bereits interdisziplinär im LogDynamics-Verbund gemeinsam mit dem Bremer Institut für Produktion und Logistik (BIBA), 15 Industriepartnern und dem Microsystems Center Bremen (MCB) am Logistik 4.0-Projekt „Intelligenter Container“. Während das IMSAS unter anderem Pro-

aufgabenbereich des BIBA die EDV-Integration, die Analyse von FEFO-Prozessen sowie die Analyse von Firmen- und Logistikketten.

## Sensornetzwerk im Container

Im Intelligenten Container zeichnen bis zu 20 Sensorknoten kontinuierlich Temperatur, Luftfeuchtigkeit und die Gaskonzentration innerhalb des Containers auf, um präzise auf den Zustand der darin transportierten Lebensmittel zu schließen. Per aktiver RFID werden die Daten an die containerinterne Freight Supervision Unit (FSU) weitergeleitet, um Warenzustand und Transportbedingungen zu bewerten. Je nach Warenart erlaubt ein installierbares Decision Support Tool Entscheidungen für weitere Maßnahmen wie

„Die Kombination von Logistik und Sensorik sowie das damit verbundene Monitoring kann das Risiko minimieren, dass qualitativ minderwertige Lebensmittel in den Verkauf gelangen.“ Dr. Reiner Jedermann

jektleitung und Koordination, Sensorik- und Elektronikentwicklung sowie die Implementierung von lokalen Entscheidungsprozessen übernahm, umfasste der

## Logistik 4.0: Container- und Kühllagerwirtschaft nach Reifeprozess

Sind die Erdbeeren bereits so weit gereift, dass der Container im nächsten Supermarkt abverkauft werden sollte? Zuverlässige Daten über den Reifeprozess können nicht nur bereits jetzt in der Logistik berücksichtigt werden, sondern auf lange Sicht ausschlaggebend für eine auto-

matisierte Warenbewegung sein. Auch die Lagerlogistik lässt sich mit Echtzeit-Reifedaten optimieren. Anhand zuverlässiger Haltbarkeitsmessungen können die Abschnitte des Lagerhauses zuerst geräumt werden, deren Ware im Reifeprozess am weitesten fortgeschritten ist.

Temperaturregulierungen zu treffen. Darüber hinaus transferiert die FSU die vorverarbeiteten Daten an die Telematikeinheit, um sie per GSM an eine webbasierte Datenbank zu senden.

## Fleischprodukte: Gesicherte Haltbarkeit

„Die Menge weggeworfener Lebensmittel zu reduzieren, ist ein Ziel. Den Verbraucher vor dem Verzehr verdorbener Ware zu schützen, ein weiteres“, so Marius Veigt. „Bisher sind nur Annahmen oder Stichprobenkontrollen verfügbar, die belegen, dass die Kühlkette für Fleischprodukte tatsächlich eingehalten wird. Im Projekt stellen wir fest, dass die Temperatur in vielen Fällen über der empfohlenen lag, weil das Fleisch nicht vorgekühlt war oder über Stunden ohne Kühlung stand. Mit entsprechender Überwachung lässt sich die Temperatur exakt kontrollieren.“ Rund zehn Prozent der Verluste leichtverderblicher Fleischprodukte seien so vermeidbar.

## Haltbarkeitsmonitoring für frische Lebensmittel

Minderwertige Lebensmittel sind ein Gesundheitsrisiko für den Verbraucher. „Die Kombination von Logistik und Sensorik sowie das damit verbundene Monitoring kann dieses Risiko deutlich minimieren“, erklärt Dr. Reiner Jedermann. „Dank durchgängiger Datenaufzeichnung ist bei der sensorbegleiteten Lieferung beispielsweise nachvollziehbar, wenn eine Palette zu lange steht“, ergänzt Patrick Dittmer, wissenschaftlicher Mitarbeiter am BIBA. Über die Kontrolle der Kühlkette und die Qualitätssicherung hinaus erlaubt der Intelligente Container auch eine wertschöpfende Logistik. „Unsere Versuche zeigen, dass es prinzipiell möglich ist, Bananen direkt im Container zu reifen. Es bedeutet einen erheblichen wirtschaftlichen Vorteil, wenn Märkte die Früchte eine Woche früher in den Verkauf geben und dadurch Lagerräume sparen können“, so Patrick Dittmer.

## Qualitätsbasierte Distribution nach FEFO-Prinzip

Durch „Qualitätsbasierte Distribution“ können die vom Intelligenten Container evaluierten Daten künftig auch verwendet werden, um Steuerungsentscheidungen für Logistikprozesse zu treffen. Für dieses Ziel hat das BIBA während des Projektverlaufs First-Expired-First-Out-Prozesse (dynamic FEFO) sowie die Firmen- und Logistikketten analysiert. Patrick Dittmer: „Anhand der bereitgestellten Daten kann der Warenzustand sowie ein prognostizierter Zustandsverlauf ermittelt werden, den das System mit den Transportzeiten und den Kundenerwartungen abgleicht. Stellt das System eine Abweichung der prognostizierten Resthaltbarkeit fest, kann der Container umgelenkt und sein Inhalt ortsnahe verkauft werden.“

## Wer nutzt den Wettbewerbsvorteil „Qualitätsgarantie“?

Bis der Intelligente Container zum Status quo der Qualitätskontrolle gehört, sind laut Dr. Reiner Jedermann noch weitere Entwicklungsschritte nötig. „Um die gesamte Kette abzudecken, muss jeder Lkw und jeder

Container mit Telematikmodulen ausgestattet werden. Noch ist diese kritische Masse nicht erreicht.“ Trotzdem ist Dr. Reiner Jedermann aufgrund der Praxiserfahrungen in dem Projekt zuversichtlich: „Das Unternehmen Dole ist dabei, das System Schritt für Schritt umzusetzen – und ich bin mir sicher, dass, wenn einer den Anfang macht, andere Akteure nachziehen werden. Die Qualitätssteigerung bietet nicht zuletzt auch Vorteile für Endverbraucher. Durchgängige sensorbasierte Datenaufzeichnung macht die Wertschöpfungskette für Lebensmittel transparent. Wenn die erste Supermarktkette bessere Qualität zum gleichen Preis anbietet, werden weitere folgen.“

„Dank durchgängiger Datenaufzeichnung ist bei der sensorbegleiteten Lieferung beispielsweise nachvollziehbar, wenn eine Palette zu lange steht.“ Patrick Dittmer

## Folgeprojekt: Sensorgestützte Schimmeldetektion

Für eine möglichst präzise Analyse der Umgebungsbedingungen im Container forscht IMSAS an neuen Sensortechnologien, um Schimmelpilze in geschlossenen Räumen zu detektieren. „Bisher wird im Labor untersucht: Welcher Pilz ist vorhanden? In welcher Konzentration? In welcher Relation zur entsprechenden Außenluft? Dieses Verfahren zu automatisieren und auf Basis der Auswertung von Sensordaten in den Intelligenten Container zu integrieren, ist ein Ziel des Folgeprojektes“, berichtet Steffen Janßen, IMSAS, und fügt hinzu: „Mit dieser Aufgabenstellung betreten wir Neuland in der Forschung.“



IMSAS

Dr. Reiner Jedermann

0421/21862603

rjedermann@imsas.uni-bremen.de



IMSAS

Steffen Janßen

0421/21862618

sjanssen@imsas.uni-bremen.de



BIBA

Patrick Dittmer

0421/21850090

dit@biba.uni-bremen.de



BIBA

Marius Veigt

0421/21850165

vei@biba.uni-bremen.de

# Die Produktionslogistik der Zukunft

Im Projekt CyProS engagieren sich 20 Partner für eine vernetzte Produktion und Logistik



Projekt CyProS

Cyber-Physische Systeme, kurz CPS, sind zentraler Dreh- und Angelpunkt auf dem Weg in die Industrie 4.0. Welches Potenzial Cyber-Physische Systemmodule für Produktions- und Logistiksysteme haben können, wird derzeit im großangelegten Projekt CyProS erforscht. Ziel ist eine Produktivitäts- und Flexibilitätssteigerung, damit die deutsche Industrie

auch weiterhin eine führende Rolle in der Weltwirtschaft übernimmt. Das BIBA engagiert sich speziell im Bereich der Optimierung logistischer Prozesse. Erkenntnisse aus CyProS werden anschließend auch in ein neugeschaffenes Kompetenz- und Transferzentrum des BIBA einfließen, wie Marius Veigt im Gespräch mit „RFID im Blick“ berichtet.

## CPS für die Industrie 4.0

Industrieunternehmen, Forschungseinrichtungen und die Bundesregierung haben erkannt, dass die Entwicklung und Nutzung intelligenter Systeme in Produktion und Logistik zu einem entscheidenden Wettbewerbsvorteil im dynamischen, globalen Markt wird.

„Selbst in einer nach Lean-Prinzipien realisierten, hochmodernen Fertigung lassen sich mittels intelligenter Vernetzung Prozesse effektiv optimieren.“ Marius Veigt

Industrie 4.0 – so lautet das Schlagwort, unter dem sämtliche Aktivitäten zusammengefasst werden. Um die intelligente Vernetzung in der Produktion sowohl forschungsseitig als auch in der Praxis zu realisieren, hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung am 15. September 2012 gleich drei Projekte gestartet, die innerhalb von je drei Jahren Laufzeit einen essenziellen Beitrag zum Zukunftsprojekt Industrie 4.0 leisten sollen. Eines dieser Projekte ist CyProS – Cyber-Physische Produktionssysteme – in dem sich insgesamt 20 Unternehmen und Forschungseinrichtungen zusammengeschlossen haben.

## Intelligente Produktion von morgen schon heute

Um zeigen zu können, dass sämtliche Forschungsarbeiten in CyProS nicht nur für den theoretischen Fortschritt erfolgen, ist der Aufbau und Betrieb einer Schaufensterfabrik beim Getriebehersteller Wittenstein integraler Bestandteil des Projektes. „In die Schaufensterfabrik fließen kontinuierlich Erkenntnisse und Ergebnisse aus den Teilprojekten und Umsetzungsclustern“, berichtet Marius Veigt.

## BIBA in CyProS

Insgesamt wurden fünf Umsetzungscluster definiert, um die Komplexität des Forschungsvorhabens in CyProS zu organisieren und zu koordinieren. Das BIBA bringt seine Kompetenzen in das Cluster „Logistik“ mit ein, das zum Ziel hat, eine effiziente Steuerung von inner- und überbetrieblichen Logistikprozessen durch eine intelligente Vernetzung der unterschiedlichen Logistikeinheiten zu ermöglichen, so Marius Veigt: „Im Umsetzungscluster ‚Logistik‘ können wir unser aus zahlreichen Forschungsarbeiten und -projekten erlangtes Know-how ideal einbringen.“

## Umsetzungscluster „Logistik“

Gemeinsam mit dem Unternehmen aio IT for Logistics (AIO) entwickelte das BIBA im Rahmen von CyProS eine intelligente Steuerung innerbetrieblicher Materialflüsse, die bereits in Teilen am Beispiel des Milkrun-Zuges in der Zahnradproduktion bei Wittenstein in Fellbach getestet wird. „Die Zahnradproduktion von Wittenstein wurde vor rund zweieinhalb Jahren nach einem Umzug komplett auf dem neuesten Stand der Technik und nach Lean-Prinzipien besonders schlank aufgebaut. Dennoch sah das Unternehmen weiteres Optimierungspotenzial insbesondere in der Versorgung der Produktion mit Materialien“, erläutert Veigt. Wissenschaftliche Mitarbeiter des BIBA haben alle betroffenen Prozesse aufgenommen und analysiert, um ein exaktes Bild des Ist-Standes zu erhalten. Die Datenaufnahme erfolgte in Workshops und Produktionsbegehungen. Zusätzlich erhielt das BIBA umfangreiche Datenaufzeichnungen aus der Betriebsdatenerfassung von Wittenstein. „Anhand einer Simulationsstudie konnten wir feststellen, dass es Möglichkeiten zur Verbesserung der Logistiksteuerung gab“, führt Marius Veigt weiter aus.

„Das Kompetenz- und Transferzentrum für Logistik am BIBA wird Testlabor und Showroom zugleich. Wir entwickeln CPS für die Produktionslogistik der Zukunft und können diese live demonstrieren.“ Marius Veigt



Milkrun-Zug  
Foto: Wittenstein AG

## Konzept für gesteigerte Effizienz

Auf Basis der Daten aus der Simulation der Logistikprozesse und der intelligenten Vernetzung von Produktion und Materialtransport konnten BIBA und AIO gemeinsam ein Konzept erarbeiten, wie der Milkrun-Zug bedarfsorientiert, anstatt regelmäßig einmal pro Stunde, durch die Produktion zur Nachversorgung der Fertigungsmaschinen fahren kann. „Anhand unserer Analyse konnten wir die Routen so weit optimieren, dass der für den Milkrun zuständige Mitarbeiter alle Informationen zu seiner Tour über ein Tablet abrufen kann. So wird der Transportaufwand deutlich reduziert“, berichtet Marius Veigt über den erreichten Meilenstein nach gut zwei Dritteln der Projektlaufzeit.

## Prototyp im Frühjahr 2015

Da sowohl die Ergebnisse der Simulation als auch der Tests von Teilaspekten der Lösung vielversprechend sind, erwartet Marius Veigt die Umsetzung einer prototypischen Lösung, die aktuell von AIO am Wittenstein-Standort in Fellbach realisiert wird, bis zum Frühjahr 2015. „Erweist sich die Lösung in der anschließenden Evaluierung als praktikabel, wird AIO diese Lösung zu einem marktreifen Produkt weiterentwickeln, mit dem generell intralogistische Prozesse effizienter gestaltet werden können.“ Ein erster Fingerzeig in Richtung der Praxistauglichkeit sei die Akzeptanz der Mitarbeiter, mit neuen Lösungen zu arbeiten, so Marius Veigt: „Erste Feedbacks waren sehr positiv. Einen Grund dafür sehen wir darin, dass die Mitarbeiter, die in Zukunft mit dem System arbeiten werden, bereits von Beginn an mit in die Entwicklung eingebunden waren.“

## Kompetenz- und Transferzentrum für Logistik

Parallel zur Arbeit an der CPS-basierten Steuerung in der innerbetrieblichen Produktionslogistik hat das BIBA im Projekt CyProS die Aufgabe übernommen, ein Kompetenz- und Transferzentrum für Logistik am BIBA in Bremen ins Leben zu rufen. Im Anschluss an CyProS sollen Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Bereich der Logistik aus dem Projekt in das neue BIBA-Zentrum einfließen. „Das Kompetenz- und Transferzentrum für CPS in der Logistik wird Testlabor und Showroom zugleich. Zum einen werden wir hier CPS für die Logistik unter Laborbedingungen testen und entwickeln. Es bildet einen organisatorischen Rahmen, in dem wir das BIBA-Know-how beispielsweise aus Sensorik, Datenverarbeitung und Datenerfassung bündeln werden. Zum anderen wollen wir unsere Forschungsergebnisse in einer Art Showroom präsentieren. Interessierte Unternehmen können sich so über neueste Trends in der Logistik bei uns informieren“, erklärt Marius Veigt den Leitgedanken und ergänzt: „Das Konzept für das Zentrum steht. Wir können sofort starten.“



BIBA  
Dennis Lappe  
0421/21850121  
lap@biba.uni-bremen.de



BIBA  
Marco Franke  
0421/21850094  
fma@biba.uni-bremen.de



BIBA  
Marius Veigt  
0421/21850165  
vei@biba.uni-bremen.de

# SMART SC – eBusiness-Standardisierung in der maritimen Supply Chain

Optimierter Hinterlandtransport in der containerbezogenen Logistik für Bremerhaven



Containerlogistik

Kilometerlange Rückstaus in Spitzenzeiten, lange Stehzeiten der Lkw, zu wenig Parkplätze – ständig wachsende Transportvolumina stellen Containerhäfen vor die Herausforderung, die Ströme zulaufender Lkw zu handeln. Daher bedarf es auch neuer Kommunikationsstrukturen. „Für den Hinterlandtransport in der containerbezogenen Logistik gibt es bisher keine einheitliche IT-Datenkommunikation, die alle Beteiligten der Supply Chain, wie Speditionen, Verlader, Terminals, Fuhrunternehmen sowie Verwaltungseinrichtungen (Zoll, Hafenamts) integriert, so Dr. Thomas Landwehr, Projektleiter am ISL Bremen, im Interview mit „RFID im Blick“. In dem Konsortialprojekt SMART SC soll eine ganzheitliche Lösung für die Abwicklung elektronischer Kommunikationsprozesse für alle beteiligten Unternehmen der containerbezogenen Supply Chain konzipiert werden.

Laut des Instituts für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) ist der Containerumschlag seit 2007 um über 40 Prozent gestiegen. Damit steigt auch das Verkehrsaufkommen für Lkw-Transporte. „Im Vergleich zu Rotterdam steht Deutschland aufgrund der dezentralen Infrastruktur der drei Containerhäfen Bremerhaven, Wilhelmshaven und Hamburg noch recht gut da“, erklärt Dr. Thomas Landwehr. Trotzdem: Der Abbau von Engpässen in den Umschlagknoten durch gezielte Steuerung der Zuläufe zu den geplanten Abfertigungszeiten sowie eine Auslastungsverbesserung von Verkehrsträgern ist eine der großen Herausforderungen, vor denen die Containerhäfen stehen. „Hamburg ist im direkten Hafenumfeld am stärksten betroffen, der JadeWeserPort hat diese Maßnahmen bereits bei der Planung berücksichtigt und Bremerhaven folgt diesem Modell.“

nerhäfen stehen. „Hamburg ist im direkten Hafenumfeld am stärksten betroffen, der JadeWeserPort hat diese Maßnahmen bereits bei der Planung berücksichtigt und Bremerhaven folgt diesem Modell.“

nerhäfen stehen. „Hamburg ist im direkten Hafenumfeld am stärksten betroffen, der JadeWeserPort hat diese Maßnahmen bereits bei der Planung berücksichtigt und Bremerhaven folgt diesem Modell.“

## Schnelle Information beteiligter Akteure

Leidtragende akuter Engpässe sind vor allem Verlader oder mittelständische Fuhrunternehmen. Ist die Ankunft eines Containers seeseitig verspätet oder ist dieser noch nicht für den Fahrauftrag freigestellt, bedeutet dies in der Regel lange Stehzeiten – Zeiten, in denen der Fahrer einen anderen Auftrag fahren könnte. „Kommt es zu einer Verspätung oder gar einem Transportausfall, müssen die nachgelagerten Akteure informiert werden. Zurzeit erhalten die Unterneh-

„Eine Einbindung aller Akteure der maritimen Supply Chain in Planungs- und Monitoring-Prozesse liefert auch die Basis für eine optimierte Zulaufsteuerung zum Containerterminal.“ Dr. Thomas Landwehr

## Lückenloser Informationsaustausch innerhalb der Supply Chain

Industrie 4.0 zielt auf dezentrale, flexibel konfigurierbare Leistungsangebote und interaktive, kooperative Entscheidungsmechanismen durch den Einsatz von Cyber-Physischen Systemen ab. Analog dazu steht das Internet der Dinge in Logistik 4.0 für einen Paradigmenwechsel hin zur Selbststeuerung

der Ware. Hierzu sind unternehmensübergreifende Standards eine Voraussetzung, um einen lückenlosen Informationsaustausch innerhalb der Supply Chain zu bewerkstelligen. Im Hinblick auf den Containertransport greift SMART SC diesen Standardisierungsansatz auf.

men diese Informationen nicht rechtzeitig oder gar nicht“, erklärt Dr. Thomas Landwehr. Ein schneller Zugang zu diesen Informationen ist jedoch entscheidende Grundlage für eine effiziente Planung. Innerhalb des Projektes SMART SC, einem niedersächsisch-bremischen Verbundprojekt, wird daher ein sogenannter Datenmediator entwickelt, welcher den beteiligten Unternehmen einen harmonisierten Datenaustausch durch EDI-Datenkonvertierung ermöglicht. Das ISL ist Konsortialführer in diesem Projekt.

## Datenmediator SMART SC für harmonisierten Datenaustausch

Das vom ISL entwickelte Supply-Chain-Event-Management-Modul vergleicht Plan- und Ist-Daten für den Zeitpunkt der Abholung des Containers. Mittels einer Mobilkomponente wie Smartphone oder Tablet kann der Lkw-Fahrer mit dem Gesamtsystem kommunizieren und den Status abgleichen. Hinzu kommen Ortsdaten und Zeitstempel, die darüber Auskunft geben, wo und in welchem Zustand sich der Lkw befindet. Im System findet eine Vorausberechnung der Ankunftszeit statt und es wird auftragsbezogen ein Avis erstellt. Auch statistische Mittelwerte, wie Dauer der Aufnahme eines Leercontainers und Weiterfahrt, fließen in die Berechnung ein. Stimmen Soll- und Ist-Daten überein, wird grünes Licht gegeben. Kommt es zu starken Abweichungen, werden die nachgelagerten Akteure informiert, sodass sie auf die Situation reagieren und gegebenenfalls umplanen können.

## Anbindung an das ERP-System und Ausweitung auf weitere Verkehrsträger

Die Entwicklung des Systems ist abgeschlossen, eine Webportal basierende Demonstrationslösung befindet sich bereits im praxisnahen Test mit zwei Unternehmen. Langfristig sei laut Dr. Thomas Landwehr angedacht, eine standardisierte Schnittstelle zwischen den Dispositions- und ERP-Systemen der Unternehmen und dem SMART SC-System zu schaffen. Auch eine Übertragbarkeit des Systems ist gegeben. „Bisher haben wir nur den Prozess des Lkw-Transports vom Verlader bis zum Container-Terminal im Export und vom Terminal bis zum Empfänger betrachtet. Das Projekt ist jedoch eine Keimzelle für weitere Verkehrsträger. Das System ist leicht anpassbar und lässt sich ebenso auf den Schienengüterverkehr ausdehnen. Auch der seeseitige Prozess könnte im nächsten Schritt miteinbezogen werden“, so Dr. Landwehr.

## Vorteile für KMU: Planungssicherheit und Transparenz für Fuhrunternehmen

Vor allem KMU könnten durch eine stärkere Einbindung in die Planungs- und Monitoring-Prozesse entlang der Wertschöpfungskette profitieren. Verlader haben Zugriff auf für sie relevante Ladelöschinformationen, Fuhrunternehmen erhalten transparente Freistellungsinformationen. „Unsere Befragungen haben ergeben,



SMART SC greift den Standardisierungsansatz im Hinblick auf den Containertransport auf.

dass Speditionen und Fuhrunternehmen vor allem durch schnelle Informationsflüsse über Ort und Zustand des Containers große Vorteile für ein verbessertes Kundenmanagement sehen“, erklärt Dr. Landwehr. Eine Optimierung der betriebsinternen Planungsprozesse und hohe Qualität der Informationsbasis bedeuten letztendlich auch einen Wettbewerbsvorteil.

## Optimierung der Zulaufsteuerung zu den Containerterminals

Durch die Schaffung einer Schnittstelle vom SMART SC System zum Terminal Operating System entstünden aber auch für Terminalbetreiber Mehrwerte, vorausgesetzt die Infrastruktur ist gegeben. Die Vermeidung von Staus auf den Zufahrtstraßen zu den Umschlagknoten durch Bereitstellung von Parkraum, intelligenter Verkehrssteuerung und besserer Planbarkeit der Umschlagaktivitäten, wie es am JadeWeserPort bereits realisiert wurde, befindet sich aktuell auch in Bremerhaven in Planung: „Durch Pre-Gate-Parkplätze lassen sich Funktionen wie das Scannen von Containern bereits vorlagern. Kommt es zudem bei der Hafenzulaufsteuerung zum Rückstau, könnte der Lkw-Fahrer mobil über sein Tablet oder Smartphone aus dem System die Information abrufen, welchen Parkplatz er ansteuern soll. Die auftretenden Wartezeiten bis zur Abfertigung könnten beispielsweise auch als Ruhezeit im Sinne der Regelungen der Lenk- und Ruhezeiten für Lkw-Kraftfahrer genutzt werden“, so der Ausblick von Dr. Landwehr.



ISL  
Dr. Thomas Landwehr  
0421/2209682  
landwehr@isl.org

# Erst testen, dann sicher abheben

Im Projekt BreTeCe wurden methodengestützte Technologien und Werkzeuge zum Testen mechatronischer Systeme entwickelt



Projekt BreTeCe

**Testen. Was als Aufgabe so einfach klingt wie die Bedienung eines Lichtschalters, ist bei näherem Hinschauen eine nicht nur hochkomplexe Aufgabe, sondern in vielen Bereichen ein absolut unverzichtbarer sicherheitsrelevanter Prozess während der Entwicklung von mechatronischen Systemen. Gemeinsam mit Konsortialpartnern hat das BIBA**

**ein methodengestütztes, softwarebasiertes System entwickelt, das seine Funktionalität zum Projektabschluss eindrucksvoll unter Beweis gestellt hat. Die in BreTeCe erforschten Grundlagen werden in Folgeprojekten nun weiterentwickelt, berichten Marco Franke und Dr. Carl Hans im Gespräch mit „RFID im Blick“.**

## Testen von mechatronischen Systemen

Mechatronische Systeme und eingebettete Steuerungsrechner finden sich heute sowohl in Gegenständen des alltäglichen Gebrauchs, wie einer Geschirrspülmaschine, als auch in modernen Verkehrsflugzeugen. Gemein ist allen eingebetteten Systemen, dass sie Eingangssignale (zum Beispiel Sensorwerte) erhalten und diese in Ausgangssignale (zum Beispiel zur Ansteuerung von Aktuatorik) umwandeln. Damit Fehler in der Funktion ausgeschlossen werden, müssen diese Systeme bereits in der Entwicklungsphase umfangreichen Tests unterzogen werden. Da die unterschiedlichen zu testenden Szenarien insbesondere bei komplexen Produkten wie

einem Flugzeug nahezu unüberschaubar sind und die Funktion darüber hinaus massive Auswirkungen auf die Sicherheit haben kann, fällt dem Testen eine herausfordernde Rolle im Gesamtentwicklungsprozess zu.

## Ziele von BreTeCe

Das erklärte und erreichte Ziel des Bremen Technology Centers (BreTeCe) war es, trotz der hochkomplexen Anforderungen, den Testingenieur in den Mittelpunkt des Testens zu stellen und ihn mit im Projekt entwickelten, methodengestützten Technologien und Werkzeugen zu unterstützen. So wurde die Grundlage geschaffen, standardisierte Schnittstellen zu realisieren, Prozessoptimierung bei der Definition relevanter Tests zu ermöglichen sowie ein verteiltes Testen zu realisieren. „Alle

**„Mit BreTeCe haben wir einen Weg aufgezeigt, wie der Aufwand des Testens trotz steigender Anforderungen und Komplexität praktikabel bleiben kann.“** Marco Franke

## Testen von CPS in der Industrie 4.0

„Plakatig skizziert, konnten wir mit BreTeCe die Basis schaffen, um abschätzen zu können, welche Anforderungen an das Testen entstehen, wenn Cyber-Physische Systeme (CPS) im Rahmen von Industrie 4.0-Konzepten Einzug in Produktionsumgebungen halten“, sagt Marco Franke. Im Gegensatz zu aktu-

ellen Produktionsumgebungen wird sich in der Industrie 4.0 die Anzahl eingebetteter Systeme deutlich erhöhen. So steigt nicht nur die Bedeutung des Testens, vielmehr werden standardisierte Verfahren unabdingbar, um den Testaufwand in Grenzen halten zu können.

Ziele entlang dieser drei Säulen wurden definitiv erreicht und sind jetzt die Basis für folgende Forschungen, um die Herausforderungen des Testens von Technologien der Industrie 4.0 mit zu definieren“, berichtet Marco Franke.

## Testen ist sicherheitsrelevant

„Wenn die Getriebesteuerung eines Autos versagt, hat dies zur Folge, dass vielleicht nicht mehr mit Höchstgeschwindigkeit gefahren werden kann. Versagt die Steuerung eines Flugzeuges, kann dies katastrophale Folgen haben.“ So plakativ beschreibt Dr. Carl Hans den Einfluss mechatronischer Systeme auf die Funktion von Produkten, in denen sie ihre Arbeit verrichten und fokussiert gleichzeitig darauf, dass mechatronische Systeme in sämtlichen denkbaren Szenarien getestet werden müssen, um eine absolut sichere Funktion zu gewährleisten.

**„Die Ergebnisse aus BreTeCe schlagen eine Brücke zu zukünftigen Testszenerarien in Produktionsumgebungen der Industrie 4.0.“** Dr. Carl Hans

## Komplexität der Testszenerarien bei Airbus

Der Flugzeugbauer Airbus ermöglichte es den Forschern, ihre in BreTeCe entwickelten Testmethoden im High Lift Test Center am Standort Bremen, wo die Hochauftriebssysteme von Airbus-Verkehrsflugzeugen getestet werden, zu evaluieren. „Das gab uns die Möglichkeit, Testprozesse genauestens zu analysieren und so sowohl die Potenziale als auch die Schwachpunkte aktueller Testsysteme zu untersuchen. Wir konnten unsere methodengestützten Werkzeuge in der Praxis anwenden und so ein Proof-of-Concept erbringen“, berichtet Dr. Carl Hans über die Zusammenarbeit mit Airbus. Allein im BreTeCe-Referenzsystem für den Hochauftrieb von Flugzeugen sind die möglichen Szenarien nahezu unüberschaubar. Sämtliche mögliche Eingangssignale, die von unterschiedlichen Sensoren für die Steuerung von Klappen in den Flügeln an die mechatronischen Steuerungen gesendet werden, müssen berücksichtigt werden. Alle Tests müssen deterministisch sein und auch in zwei Jahren zum gleichen Ergebnis kommen. Gleichzeitig müssen Testumgebungen immer den Testingenieur in den Mittelpunkt stellen, so Marco Franke: „Der Ingenieur muss sein Wissen über den gesamten Testprozess gezielt mit einbringen können. BreTeCe kann ihn dabei unterstützen. Unsere methodengestützte Testumgebung unterstützt ihn bei allen wichtigen Schritten. Zum Beispiel kann unsere Software gezielt Parameter, die zum Testen benötigt werden, modellieren. Diese kann der Ingenieur dann wiederum priorisieren. Im Anschluss schlägt die Software verschiedene Testfälle vor, für die der Ingenieur Abläufe definiert, die er auch auf mehrere Ingenieure verteilen kann.“

## Verteiltes Testen als Königsdisziplin

Produkte wie Verkehrsflugzeuge werden nicht nur zunehmend komplexer, da die Anzahl der eingebetteten, mechatronischen Systeme kontinuierlich steigt, auch die Produktvorlaufzeit steht unter dem Druck der Marktnachfrage. Dennoch steht die 100-prozentige Sicherheit aller Systeme absolut im Vordergrund, so Dr. Carl Hans: „BreTeCe hat die Grundlage dafür geschaffen, dass der Aufwand für das Testen in Zukunft trotz der steigenden

Komplexität der Anforderungen nicht zusätzlich im gleichen Tempo steigen muss. Bereits heute ist der personelle und finanzielle Aufwand für das Testen von Systemen im Flugzeugbau enorm.“ Ein entscheidender Schritt, den Aufwand für das Testen überschaubar zu halten, ist das ortsunabhängige, verteilte Testen, welches bereits mit den Methoden aus BreTeCe realisierbar ist. So kann Entwicklungszeit eingespart werden, da nicht erst nach der Zulieferung aller Teile an einem Ort ein Integrationstest durchgeführt werden kann. „Zum Ende der BreTeCe-Projektlaufzeit konnten wir die Vorteile und Funktionalität der methodengestützten Testumgebung an verteilten Standorten demonstrieren, indem wir für einen Test ein

Hochauftriebssystem in Bremen mit einem virtuellen Cockpit in Toulouse für einen Integrationstest in einer Simulation verknüpft haben“, berichtet Marco Franke.

## Forschung wird fortgeführt

Da die Ergebnisse aus BreTeCe die ideale Basis für weitergehende Untersuchungen bilden, insbesondere mit Blick auf neue Anforderungen an das Testen in zunehmend komplexeren Produktionsumgebungen, beraten die BreTeCe-Konsortialpartner derzeit, wie die Erkenntnisse beispielsweise in Projekte des Luftfahrtforschungsprogramms (LuFo) des BMWi eingebracht werden können.



BIBA

Karl Hribernik  
0421/21850108  
hri@biba.uni-bremen.de



BIBA

Konstantin Klein  
0421/21850114  
kle@biba.uni-bremen.de



BIBA

Marco Franke  
0421/21850094  
fma@biba.uni-bremen.de

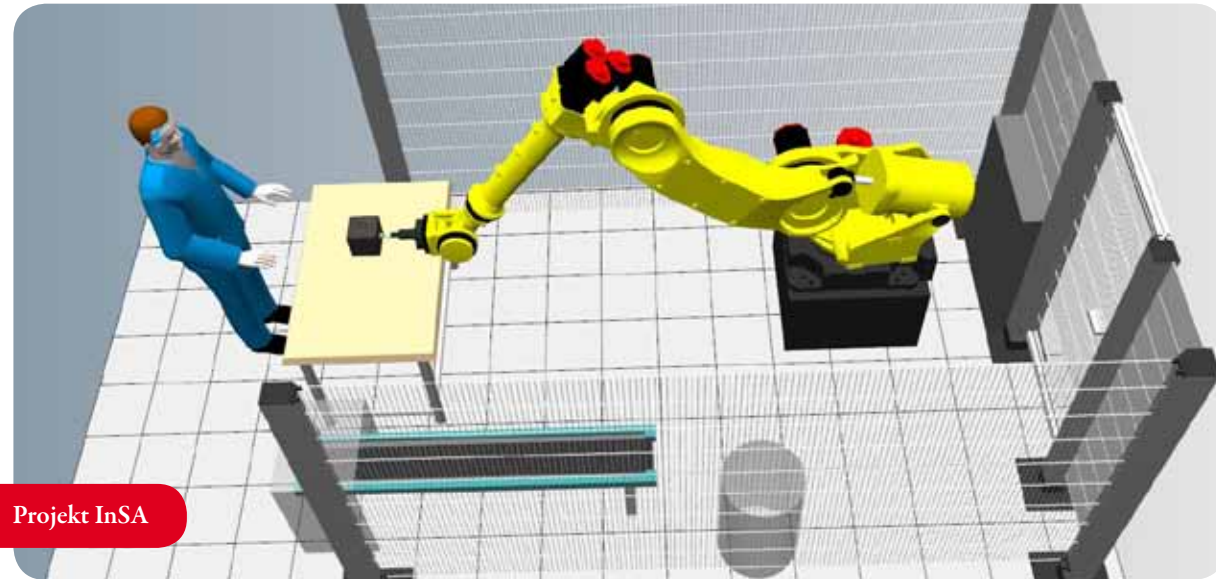


OHS Engineering GmbH

Dr. Carl Hans  
04431/7559195  
carl.hans@ohs-engineering.de

# Industrie 4.0 in der Weste

Im Projekt InSA entsteht ein virtueller Schutzbereich für Werker, die mit Industrierobotern zusammenarbeiten



Industrieroboter arbeiten bereits heute Werkern zu, indem sie ihnen Bauteile für feinmotorische Arbeitsschritte anreichen. Dabei werden mitunter große Lasten von mehreren hundert Kilogramm mit hohen Geschwindigkeiten bewegt. Um Unfälle zu vermeiden, werden passive Schutzeinrichtungen

wie Gitter eingesetzt. Durch ein aktives, sensorbasiertes Schutzsystem, das im Projekt InSA entwickelt wird, können einige passive Einrichtungen entfallen und so Taktzeiten bei einer gleichzeitig erhöhten Sicherheit für den Werker gesteigert werden.

## Herausforderung: sicher und wirtschaftlich zugleich

Werden in modernen Produktionsumgebungen Industrieroboter eingesetzt, muss gemäß Arbeitsschutzregelungen ein Schutz- und Sicherheitskonzept umgesetzt werden, welches die körperliche Unversehrtheit der Mitarbeiter gewährleistet. So wird der Arbeitsbereich des Menschen

beitsbereiche zwischen Mensch und Roboter kommt. In diesen Mischarbeitsbereichen werden Sicherheitssteuerungen eingesetzt, die zu einem Stillstand des Roboters führen, wenn ein Mensch sich diesem nähert. Steht der Roboter, ist die Produktion unterbrochen. Zwar kann

**„Die Industrie hat ein großes Interesse an einem aktiven Schutzsystem, das die Steigerung von Fertigungstaktraten ermöglicht, ohne die Sicherheit des Werkers zu gefährden.“ Prof. Dr. Lawo**

der Werker bei Stillstand weiterarbeiten, die Zusammenarbeit kann jedoch optimiert werden, sodass kein Stillstand entsteht. Ziel des Projektes „Integrierte Schutz- und Sicherheitskon-

zepte in Cyber-Physischen Arbeitsumgebungen“ (InSA) ist es somit, eine Lösung zu entwickeln, damit Mensch und Maschine sicher und möglichst unterbrechungsfrei in Mischarbeitsbereichen – auch wirtschaftlich effizient – zusammenarbeiten können.

Wertschöpfungsprozesse sind Anforderungen. Menschen sollen bei ihrer zunehmend komplexen Arbeit durch Techniken wie Cyber-Physische Systeme, das Internet der Dinge sowie Verfahren der Selbstoptimierung, Selbstkonfiguration, Selbstdiagnose und Kognition unterstützt werden.

**Industrie 4.0** ist ein Zukunftsprojekt der deutschen Bundesregierung. Es fördert die Informatisierung der Fertigungstechnik. Die intelligente Fabrik ist das Ziel. Wandlungsfähigkeit, Ressourceneffizienz und Ergonomie sowie die Integration von Kunden und Geschäftspartnern in Geschäfts- und

Wertschöpfungsprozesse sind Anforderungen. Menschen sollen bei ihrer zunehmend komplexen Arbeit durch Techniken wie Cyber-Physische Systeme, das Internet der Dinge sowie Verfahren der Selbstoptimierung, Selbstkonfiguration, Selbstdiagnose und Kognition unterstützt werden.

## „Intelligente“ Schutzkleidung

„Am Markt existieren Lösungen, die beispielsweise auf fest installierten Kameras basieren. Jede Kamera kann dabei einen definierten Bereich überwachen. Aus unserer Sicht ist der Nachteil einer solchen Lösung, dass sie für jeden Arbeitsbereich einzeln installiert und kalibriert werden muss und dann auch nur für einen klar abgegrenzten Bereich Sicherheit bietet“, erläutert Pierre Kirisci, wissenschaftlicher Mitarbeiter am BIBA, und führt aus: „Die in InSA entwickelte Lösung zielt darauf ab, den Schutzbereich um den Menschen zu legen, ganz gleich wo er sich befindet.“ Die Projektpartner in InSA haben zum Ziel, eine mit Sensorik ausgestattete Schutzkleidung zu entwickeln, die per drahtloser Kommunikationstechnologie Informationen zur Bewegung des Trägers an eine Software übermittelt, die diese Information mit den Bewegungsplanungen der Industrieroboter abgleicht und so mögliche Kollisionen vorhersehen kann.

## Kontextorientierte Sicherheit

Ein zentrales Element im InSA-Projekt wird eine mit Sensoren bestückte Schutzkleidung sein. „Die Sensoren messen verschiedene Parameter wie Geschwindigkeit, Richtung und Trägheit des Werkers. Die erfassten Daten werden per Zigbee-Standard an eine spezielle Software übermittelt“, erläutert Prof. Dr. Michael Lawo, Professor an der Uni Bremen und Geschäftsführer des in InSA beteiligten Unternehmens Neusta Mobile Solutions. Die speziell entwickelte Software trifft auf Basis kontextorientierter Dienste Entscheidungen, wie sich ein Roboter verhalten soll, wenn eine Gefahrensituation droht. „Das größte Gefährdungspotenzial geht von der Geschwindigkeit der Industrieroboter aus, die nicht nur eine Last von mehreren hundert Kilogramm bewegen, sondern auch mit Geschwindigkeiten im Bereich von fünf Metern pro Sekunde. Ein Mensch verhält sich natürlich nicht immer so konstant wie ein Roboter. Er kann Fehler machen, er kann länger oder kürzer für eine Tätigkeit benötigen. Die Software kann berechnen, ob der Roboter in der Nähe eines Werkers nur verlangsamt werden muss oder komplett gebremst wird“, führt Prof. Dr. Lawo aus. Gefährdungssituationen sollen so, selbst in Bruchteilen von Sekunden, vermieden werden.

## Neue Perspektive für die Mensch-Roboter-Kollaborationen

Eine flexible Schutzlösung zu entwickeln, die den Mischbetrieb auch ohne oder mit verminderter passiver Sicherheitseinrichtung ermöglicht, ist zwar das Hauptziel der Projektpartner, jedoch lassen sich Synergien auch in anderer Richtung entwickeln. „Im Projekt InSA werden natürlich auch Fragen aufgeworfen, beispielsweise wie neue Mensch-Roboter-Kollaborationen durch den Wegfall passiver Schutzelemente entstehen können. Dabei ist die Frage der Vertrauensbildung entscheidend. Kein Mensch würde, nur mit einer Schutzjacke bekleidet, einem Fertigungsknickarmroboter entgegentreten, der sich mit einem mehr als 100 Kilogramm schweren Automotor im Griff mit einer Geschwindigkeit von fünf Metern pro Sekunde nä-



hert. Entwickeln wir eine sichere Lösung, können wir zur Vertrauensbildung beitragen“, so Pierre Kirisci. Um begleitende Handlungsempfehlungen zu erarbeiten, tauscht sich das Projekt-Konsortium regelmäßig mit der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BauA) aus, um den Arbeitsschutz der Zukunft in Teilen mitzugestalten.

## Industriekonformität gewährleistet

„Im Projekt InSA liegt der Fokus ganz klar auf der Entwicklung einer Lösung, die zum Ende der Projektlaufzeit Anfang 2016 als Anwendung mit dem Potenzial zur Vermarktung präsentiert werden kann. Die Nachfrage aus der Industrie

**„Mit der Nutzung Cyber-Physischer Systeme, integriert in die Schutzbekleidung des Werkers, ermöglichen wir einen großen Schritt in Richtung Industrie 4.0 und neuer Konzepte der Mensch-Roboter-Kollaborationen.“ Pierre Kirisci**

nach einer Lösung, die mit industriekonformen Bauteilen, Standards und Schnittstellen arbeitet und sämtliche geforderte Zertifizierungen erfüllen kann, besitzt ein enormes Potenzial, Prozesse an Mischarbeitsbereichen deutlich zu beschleunigen und gleichzeitig einen hohen Schutz der Werker zu ermöglichen“, blickt Prof. Dr. Lawo auf die erwarteten Projektergebnisse. „Unser Projektpartner ThyssenKrupp System Engineering, bei dem am Standort Bremen der reale Demonstrator aufgebaut werden soll, hat großes Interesse an einer kontextbasierten Lösung, die zusätzliche Synergien in Bezug auf zukünftige Arbeitsformen zulässt“, schließt Pierre Kirisci.



TZI, Universität Bremen

Prof. Dr. Lawo  
0421/21864002  
mlawo@tzi.de



BIBA

Pierre Kirisci  
0421/21850113  
kir@biba.uni-bremen.de

# Herausfordernde Verkehrsszenarien: RFID-Kennzeichen im Praxistest

Im Labor und unter realen Bedingungen prüft das BIBA Anwendungen im Auftrag verschiedener Hersteller



Kfz-Identifikation

Hersteller von RFID-basierten Nummernschildern oder Windshield Labels können die Funktionalität der RFID-Technologie in Verkehrsanwendungen oft ausschließlich theoretisch nachvollziehen. Das BIBA bietet den Herstellern den Service an, die theoretischen Annahmen in praxisnahen Szenarien zu verifizieren. Unternehmen erhalten dadurch die Möglichkeit, die Praxistauglichkeit ihrer Produkte gegenüber ihren Kunden durch eine unabhängige Institution bestätigen zu lassen. Gemeinsam mit dem BIBA haben ak-

tuell die J.H. TÖNNJES E.A.S.T. GmbH & Co. KG aus Delmenhorst sowie die Erich Utsch AG aus Siegen eine ausführliche RFID-Testreihe durchgeführt. Unter dem gemeinsamen Dach der UTSCH TÖNNJES INTERNATIONAL AG (UTI) und UTSCH TÖNNJES EUROPE GmbH widmen sich beide Partner und Weltmarktführer seit Langem intensiv dem Einsatz von RFID-basierten Kennzeichen und Tags sowie darauf aufbauender Fahrzeugregistrierungs- und Fahrzeugidentifizierungssysteme für Kunden in aller Welt.

## Testkonfiguration nach Kundenwunsch

Mehrmals im Jahr prüft das BIBA neue Produkte im Bereich der RFID-Fahrzeugidentifikation in aufwendigen Tests auf ihre Praxistauglichkeit. Alle Test finden mit einem eigenen Testaufbau sowie kundenindividuell konfigurierten RFID-Readern statt. Der Testaufbau berücksichtigt die für Deutschland gesetzlich vorgeschriebene maximale Höhe für Lkw von vier Metern. Das BIBA testet die Praxistauglichkeit von RFID-Kennzeichen auf dem eigenen Gelände sowie auf weiteren Teststrecken von Partnern. Dort ist ausreichend Platz vorhanden, um sowohl Tests mit unterschiedlichen Ver-

kehrsszenarien als auch mit hoher Geschwindigkeit durchzuführen. Um die Verlässlichkeit der Ergebnisse zu sichern, wird jeder Testlauf mehrfach durchgeführt. Von Projektbeginn bis zur abschließenden ausführlichen Datenanalyse durch erfahrene Mitarbeiter am BIBA vergehen in der Regel vier Wochen.

## Prüfung in verschiedenen Verkehrsszenarien

Das Ziel des Erprobungsprozesses ist eine detaillierte Auswertung des Leseverhaltens der Transponder in unterschiedlichen kritischen Verkehrsszenarien. Die Tests begegnen den Herausforderungen, die zur kompletten Lesesicherheit der RFID-Tags

„Mit professionellen Fahrern können wir die Praxistauglichkeit von RFID-Kennzeichen an Fahrzeugen auf mehreren Teststrecken bei bis zu 260 km/h testen.“ Marco Lewandowski

## Industrie 4.0

RFID-basierte Kennzeichen ermöglichen es auch, Fahrzeuge einfach und kostengünstig in die Welt der Cyber-Physischen Systeme zu integrieren. So können beispielsweise Fahrzeuge auf dem Firmengelände identifiziert werden und im Einklang mit den Bedürfnissen der Produktion an die richtige Laderampe gesteuert werden. Um die erforderliche Prozesssicherheit

von RFID für die vierte industrielle Revolution nachzuweisen, unterstützt das BIBA Anbieter und Anwender von RFID-Technik bei der Durchführung der notwendigen Praxistests. Hierbei greift das BIBA auf die umfassenden Erfahrungen der Mitarbeiter im Bereich RFID-Technik sowie industrieller Produktions- und Logistikprozesse zurück.

bestehen – hohe Fahrzeuggeschwindigkeiten und Abschattungen. In „Abschattungsversuchen“ fahren Pkw oder Lkw in einer Kolonne mit wenig Abstand zwischen den Fahrzeugen und erschweren so das Auslesen der Transponder. Das Fahrzeugtempo beeinflusst die Leistungsfähigkeit des RFID-Systems hingegen kaum noch. Das Ergebnis: Auch bei Geschwindigkeiten von bis zu 260 km/h, getestet von professionellen Fahrern, konnten die Transponder sicher erfasst werden.

## Einfluss der Witterungsbedingungen

Um die Auswirkungen der Witterungsbedingungen zu prüfen, kann das BIBA über Partner auf ein Fahrzeug zurückgreifen, welches durch entsprechendes Spezialequipment Starkregen simulieren kann. Verursachte einlaufendes Wasser bei einem RFID-Kennzeichen mit Schlitzantenne vor einigen Jahren noch Probleme, hat der Hersteller inzwischen eine Lösung gefunden. Die Witterung hat nunmehr keinen Einfluss auf das Leseverhalten der Transponder, im Gegensatz zur Ausrichtung der RFID-Antennen: Eine Erkenntnis der Tests bestand darin, dass Transponder nicht immer direkt frontal erfasst werden können, beispielsweise bei sehr dichtem Kolonnenverkehr. Eine sichere Lesung ist jedoch über Reflexionen möglich, wenn eine weitere Antenne in Fahrtrichtung montiert ist.

## Anwendungsfelder der RFID-Lösungen

Zwischen dem Forschungsinstitut BIBA und großen deutschen Herstellern von Kfz-Kennzeichen besteht bereits eine langjährige Zusammenarbeit. Das Portfolio der Hersteller umfasst unter anderem Kennzeichen mit RFID-Tags oder smarte Windshield Labels. Das Anwendungspotenzial besteht zum einen in der automatisierten Fahrzeugidentifikation zur Erfassung von Verkehrsdelikten, Zugang zu Sicherheitsbereichen, Grenzkontrollen, Mautabrechnung, einer erleichterten Fahrzeugwartung sowie der Steuerung von Verkehrsleitsystemen. Zum anderen steigert der Einsatz der RFID-Technologie die Fälschungssicherheit von Kennzeichen. Mit getaggtten Nummernschildern kann ein ganzheitlicher administrativer Ansatz, eine Nachverfolgung über den gesamten Produktions- und Distributionsprozess der Kennzeichen, realisiert werden. Beispielsweise ließe sich ein Mechanismus in Prägemaschinen integrieren, der sicherstellt, dass Kennzeichen nur dann gestanzt werden können, wenn das Produkt über den Tag verifiziert wurde. Im gesamten Anwendungsbereich ist ein klarer Trend zur Verwendung von passiver Technologie zu erkennen. Zwar existieren seit längerem unter anderem Mautsysteme mit aktiver RFID-Technologie, die Vorteile passiver Tags wie entfallende Wartungszyklen, höhere Robustheit und niedrigere Produktionskosten überwiegen jedoch, sodass die bisher vom BIBA getesteten Produkte ausschließlich passive Technologie verwenden.

## Fälschungssicher und eindeutig

Durch die Verwendung mehrerer Tags oder die Kombination von getaggtten Kennzeichen und Labels an der Windschutzscheibe lässt sich das Fahrzeug zuverlässig



Mit dem individuell konfigurierbaren Traversenaufbau können unterschiedliche Testszenarien absolviert werden.

„Wenn das Produkt durch unabhängige Tests überprüft wurde, können Unternehmen ihren Kunden glaubhafter die Qualität ihrer Produkte vermitteln.“ Dirk Werthmann

identifizieren. Das Windshield Label wird beim Ablösen von der Windschutzscheibe zerstört, sodass es nicht erneut in ein anderes Fahrzeug eingeklebt werden kann. Stimmen die Informationen des Labels mit den Informationen des getaggtten Kennzeichens überein, ist sichergestellt, dass die Nummernschilder zum Fahrzeug gehören. Fahrzeugdiebstähle mit gefälschten oder gestohlenen Kennzeichen werden durch die Kombination der RFID-Transponder im Nummernschild sowie in der Windschutzscheibe deutlich erschwert. Auch bei der Verwaltung und Herstellung der Kennzeichen sowie der Kfz-Zulassung schafft der Einsatz von RFID-Technologie Möglichkeiten, die Systeme zur optischen Kennzeichen-erkennung nicht bieten.

## Aufstrebende Staaten als Hauptkunden

Der Markt für RFID-Kennzeichen und Windshield-Labels befindet sich noch in der Entwicklung. Die Produkte der deutschen Hersteller werden zum größten Teil von aufstrebenden Ländern wie den sogenannten BRICS-Staaten nachgefragt. Dort wird die Einführung von OCR-basierten optischen Erkennungssystemen wie in den Industrieländern „übersprungen“ und direkt zur Verwendung der RFID-Technologie übergegangen. In europäischen Industrieländern ergeben sich derzeit dagegen lediglich kleinere Einsatzszenarien, etwa für das Flotten- oder Parkplatzmanagement, da weiterhin die etablierten Systeme basierend auf optischen Verfahren zur Anwendung kommen.



BIBA

Dirk Werthmann  
0421/21850167  
wdi@biba.uni-bremen.de



LogDynamics Lab, Universität Bremen

Marco Lewandowski  
0421/21850122  
lew@biba.uni-bremen.de

# Drahtlose Strukturüberwachung

Mit drahtlosen Sensoren Schäden von Bauteilen in der Luft- und Raumfahrt sicherer erkennen



Drahtloses SHM

Der nächste Schritt der Forschung ist die Einbettung der Spulen in kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff. Hier eine Spule, die mittels Tailored-Fibre-Placement (TFP)-Verfahren mit einer modifizierten Stickmaschine am Faserinstitut Bremen realisiert wurde.

In der Luftfahrt, Windenergie, Fahrzeugtechnik oder der Sportindustrie vermehrt verwendete Kohlenfaserverbundstoffe sind besonders stabil und gleichzeitig leicht, haben aber den Nachteil, dass Beschädigungen der Struktur von außen kaum erkennbar sind. Mit strukturintegrierten Überwachungssystemen sollen Schäden sicher erkannt, Inspektionsintervalle verlängert und die Lebensdauer erhöht werden. Die Herausforderung, eingebettete Sensoren in diese moder-

nen Leichtbaustrukturen für die kontinuierliche Strukturzustandsüberwachung (Structural Health Monitoring - SHM) einzubringen, besteht darin, das geringe Gewicht und die Struktur nicht zu stören. Das Faserinstitut Bremen e.V. arbeitet daher mit dem FWBI und IMSAS unter Prof. Lang an „Drahtlosen Sensoren/Sensornetzwerken zur Strukturzustandsüberwachung (SHM) von Bauteilen aus Faserverbundwerkstoffen mittels Lamb-Wellen“, kurz „Drahtloses SHM“.

## Keine Verkabelung an Bauteilen

„Der Vorteil der drahtlosen Strukturüberwachung gegenüber drahtgebundenen Systemen liegt generell darin, dass wir keine Energie on-board haben, das System ohne Batterie auskommt, keine Verkabelung im Bauteil benötigt wird und damit weniger in die Struktur eingegriffen wird“, erklärt Oliver Focke, wis-

„Unser Ziel ist es, weitere Sensoren mit in die Struktur einzubringen.“ Mariugenia Salas

senschaftlicher Mitarbeiter am Faserinstitut. Und Mariugenia Salas, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Friedrich-Wilhelm-Bessel-Institut (FWBI), ergänzt: „Es wird nur wenig Elektronik benötigt, wodurch sich die Sensorik sehr klein gestalten lässt.“ Das von den Forschern entwickelte autonome, drahtlose Strukturüberwachungssystem (SHM) basiert auf PWAS (Piezoelectric Wafer Active Sensors) generierten Lamb-Wellen unter Einsatz induktiv gekoppelter Spulen.

Lamb-Wellen sind Schwingungen, deren Ausbreitung Rückschlüsse auf das Material erlaubt. Daher eignen sie sich sehr gut für die Materialprüfung. Insgesamt besteht das Netzwerk aus vier Sensoren-Aktuatoren. Die Energie bezieht das Sensornetzwerk drahtlos über einen handgehaltenen Sender. Der Energiepuls wird über die im Bauteil platzierte Antenne an den PWAS übergeben. Über den piezoelektrischen Effekt verformt sich der PWAS, die Spannungen werden als elastische Wellen in das Bauteil

übertragen. Diese durchlaufen das Bauteil. Die Datenübertragung erfolgt ebenfalls drahtlos und passiv.

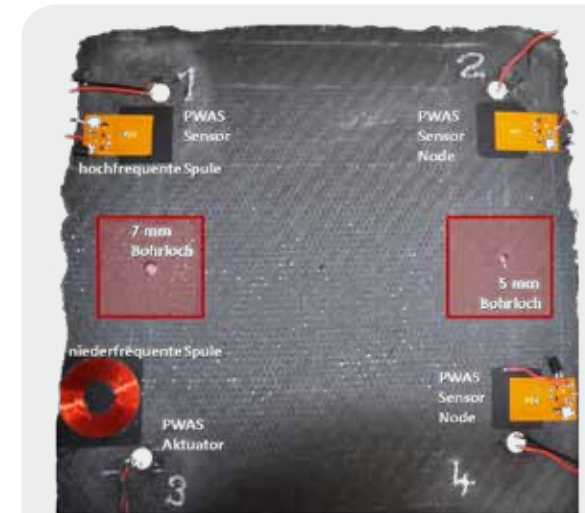
## Wahl der Trägerfrequenz entscheidend

Eine Herausforderung ist das Platzieren der Antennen auf Kohlenstofffaser, die selbst leitend ist, und die richtige Trägerfrequenz für die Energieübertragung zu finden. „Für das Senden nutzen wir die LF-Frequenz (150 bis 500 kHz), weil viel Energie notwendig ist. Für die

Datenübertragung nutzen wir das reguläre HF-Frequenzband 13,56 MHz. Ähnlich einer RFID-Lösung, nur, dass das System durch Schallwellen angeregt wird und die detektierten Schallwellen analog an den handgehaltenen Empfänger übertragen werden“, erklärt Mariugenia Salas.

## Aufbau eines Spulensystems mit PWAS

Das drahtlose PWAS-System wird erreicht durch die Kombination mit einer induktiven Spule in Resonanz. Ein PWAS ist parallel zur Spule, während die Resonanzfrequenz mit einer Kapazität  $C$  erreicht wird. Die erforderlichen Lamb-Wellen für die gewünschten SHM-Anwendungen liegen im Frequenzbereich zwischen 100 kHz und 350 kHz. Um den PWAS steuern zu können, wird die Frequenz der Primärseite auch auf der Sekundärseite verwendet.



Für die Untersuchung der Schadenserkennung mit PWAS wurden unterschiedliche Probekörper aus Kohlenstofffaserverbund mit und ohne künstlich eingebrachten Schädigungen als Referenzszenarien hergestellt.

## Testergebnisse und Folgeprojekte

Für die Untersuchung der Schadenserkennung mit PWAS wurden unterschiedliche Probekörper aus Kohlenstofffaserverbund mit und ohne künstlich eingebrachten Schädigungen als Referenzszenarien hergestellt und das System eingehend erprobt. Das Ergebnis: „Das System ist voll funktionsfähig, um dieses jedoch zur Marktreife zu führen, sind noch weitere Schritte notwendig“, so Mariugenia Salas. Eine Frage, welche die Forscher beschäftigt, ist, inwieweit das System die Struktur beeinflusst. „Der Vorteil des Lamb-Wellen-gestützten Verfahrens ist, dass Lamb-Wellen sehr sensitiv sind, was den Fehlernachweis erleichtert, aber sie reagieren auch empfindlich auf Temperatur, Feuchte sowie Spannung in der Struktur“, erläutert Oliver Focke und führt weiter aus: „Während eines Testszenarios, bei dem Fehlstellen mit Lochbohrungen eingebracht wurden, haben wir festgestellt, dass sich Temperatur ähnlich auswirkt wie die eingebrachte Fehlstelle“, erklärt Focke. Ein Folgeprojekt soll sich noch intensiver mit der Messung der Einflussgrößen Feuchtigkeit, Temperatur und Lastzustand befassen.

„Unser Ziel ist es, weitere Sensoren mit in die Struktur einzubringen, die ebenfalls eine sehr geringe Größe aufweisen“, erklärt Mariugenia Salas.

## Potenziale für die Praxis

Der Fokus der Forschung liegt vorrangig auf Anwendungen in der Luftfahrt: Schäden am Flugzeug, wie Vogel-, Stein- oder Hagelschlag, die von außen beim Check per Sichtprüfung nicht erkennbar sind, lassen sich per SHM detektieren. „Ultraschall ist als die gängige Methode zur Untersuchung der Fehlstelle (zeit-)aufwendig und auch nur punktuell durchführbar. Ein

Prüfen mittels drahtlosem SHM wäre viel flexibler und auch großflächiger möglich“, so Focke. Außerdem entfällt bei einer Reparatur die Verkabelung des Systems. Laut den Forschern wäre es aber auch möglich, das drahtlose System für die Überwachung von Rotorblättern in Windenergieanlagen einzusetzen. Aber auch in der Sportartikelindustrie für hochwertige Produkte wie Fahrräder, für die CFK verwendet wird, wäre drahtloses SHM denkbar. Die Arbeiten werden im Rahmen der DFMRs unter der Fördernummer Aif Nr. 17649N unterstützt.

„Der Vorteil der drahtlosen Strukturüberwachung liegt generell darin, dass diese weniger in die Struktur eingreift.“  
Oliver Focke



Faserinstitut Bremen e. V.  
Oliver Focke  
0421/21858655  
focke@faserinstitut.de



FWBI  
Mariugenia Salas  
0421/21862609  
salas@fwbi-bremen.de

# Manipulationssichere Warensendungsverfolgung

Fracht-Fingerprint-Informationssystem reduziert Prüfaufwand und trägt zur Sicherheit in der Luftfrachtkette bei



Durch einen digitalen Fingerabdruck für Luftfracht sollen künftig Manipulationen an den Sendungen leicht erkennbar sein. © Fraunhofer IFF / Anna Mahler

In der Luftfrachtkette bestehen umfangreiche Reglementierungen, um die Sicherheit der Luftfracht zu gewährleisten. Werden Waren von „bekannten Versendern“ verschickt und von „reglementierten Beauftragten“ transportiert, so gelten sie als sicher. Sind jedoch Nachprüfungen notwendig, bedeutet dies für luftfracht handelnde Unternehmen einen hohen Zeit- und Kostenaufwand. Seit Mitte 2013

befasst sich ein Konsortium unter Beteiligung des BIBA in dem BMBF-Projekt „ESecLog“ mit der Entwicklung von Technologien, welche in Zukunft die effiziente Sicherheitsüberprüfung auf Packstückebene ermöglichen. Das „Fracht-Fingerprint-Informationssystem“ könnte den Prüfaufwand reduzieren und gleichzeitig zu einer Erhöhung der Sicherheit in der Luftfrachtkette beitragen.

## Elektronischer Fingerabdruck für Luftfracht

Ziel des Projektes ESecLog – Erweiterte Sicherheit in der Luftfrachtkette – ist es, ein Fracht-Fingerprint-Informationssystem zur revisionssicheren Kennzeichnung und Überprüfung von Luftfrachtsendungen zu entwickeln. Durch die gezielte Prüfung mehrerer Frachtmerkmale an verschiedenen Punkten der Luftfrachtkette können Manipulationen der Fracht frühzeitig erkannt werden. Das Fracht-Fingerprint-Informationssystem soll dazu dienen,

die Wiederholung aufwendiger Prüfungen der Luftfracht durch Röntgenscans und manuelle Kontrollen zu vermeiden, so die Merkmale der gesicherten Fracht nicht im Verlauf der Luftfrachtkette verändert worden sind.

## Sicherheit auf Packstückebene prüfen

„Bisher wird der Sicherheitsstatus von Luftfracht auf Sendungsebene erfasst. Im IT-System ist der Status für die Gesamtsendung hinterlegt. Unser Ziel ist es, dass dieser Status auf Ebene der

„Mit innovativen Prüftechnologien ist es möglich, den Sicherheitsstatus packstückindividuell über definierte Sicherheitsmerkmale zu überprüfen.“ Olaf Poenicke

## Ziel der Industrie 4.0:

### Die autonome Steuerung von Objekten in Produktion und Logistik

Cyber-Physische Systeme, die über Sensorik, einen Rechner sowie Aktorik verfügen, ermöglichen die Vernetzung von Objekten in der Produktion und Logistik. Durch diese Vernetzung wird die vierte industrielle Revolution eingeläutet, welche die Produktions- und Lo-

gistikwelt entscheidend beeinflussen und eine autonome Steuerung der Objekte ermöglichen soll. Voraussetzungen sind die Kooperation von autonomen Maschinen und Menschen, die Erfüllung technischer, organisatorischer sowie wirtschaftlicher Rahmenbedingungen.

einzelnen Packstücke durch neue Technologien gesichert beziehungsweise überprüft werden kann“, erklärt Patrick Dittmer, wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung

Logistikfabrik am BIBA. „Ein einfaches Beispiel: Liefert ein reglementierter Beauftragter Luftfracht per Lkw zum Flughafen, muss der Lkw versiegelt sein. Ist das Siegel gebrochen, gilt die komplette Ladung als unsicher und jedes einzelne Packstück muss erneut gesichert werden, durch Röntgen und gegebenenfalls weitere Maßnahmen“, ergänzt Olaf Poenicke, Research Manager am Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, und führt weiter aus: „Genau an diesem Punkt setzt die ESecLog-Lösung an: Besteht eine Luftfrachtsendung aus 50 einzelnen Packstücken, gelten bisher zwangsläufig alle Packstücke als unsicher. Mit ESecLog wird ermöglicht, dass packstückindividuell der Sicherheitsstatus über definierte Sicherheitsmerkmale überprüft werden kann.“

## Entwicklung von Prüftechnologien

In der aktuellen Projektphase werden die Prüftechnologien entwickelt. Für die Identifikation auf Packstückebene wird auch die RFID-Technologie eine Rolle spielen. So werden auf Ebene der Packstücke zum Beispiel passive Transponder mit speziellem Sicherungsdraht zum Einsatz kommen. Wird das Packstück bei einer Manipulation geöffnet, zerreißt der Draht. Die Sendung ist weiterhin identifizierbar, zusätzlich erhält der Kontrolleur aber die Information, dass der Draht beschädigt ist und das Packstück somit komplett zu prüfen ist. Eine weitere Entwicklung umfasst spezielle Röntgenmarker, mit denen sich elektronisch gegenprüfen lässt, ob ein Packstück geröntgt worden ist. Ein zusätzliches Merkmal ist die Überprüfung der 3D-Kontur von Packstücken oder auch von kommissionierten Paletten – Änderungen von Volumen oder Anordnung von Packstücken sowie auftretende Deformationen liefern Hinweise auf mögliche Manipulationen. All diese Merkmale werden zum Fracht-Fingerprint zusammengefasst, der sich an nachgelagerten Stellen der Luftfrachtkette einfach gegenprüfen lässt.

## Einwandfreier Sicherheitsnachweis, Zeit- und Kostenersparnis

„Indem sich auf Ebene der einzelnen Luftfrachtsendungen beziehungsweise Packstücke mit einfachen Prüfmethoden der sichere Status nachweisen lässt, werden Nachkontrollen vermieden. Bei sicheren Sendungen, die durch die Nutzung der Technologien als nicht manipuliert gelten, sind Screening-Tätigkeiten gar nicht oder nur als Single Screen durchzuführen. Diese können daher priorisiert behandelt werden“, erklärt Olaf Poenicke weiter. „Daraus resultiert auch eine Zeit- und auch Kostenersparnis auf Seiten der luftfrachtverarbeitenden Unternehmen, die sich immer auch im Spannungsfeld zwischen Sicherheitsauflagen und Prozesseffizienz bewegen“, ergänzt Patrick Dittmer. Für den Umschlag innerhalb von großen Luftfrachtdrehkreuzen bedeutet dies, dass auch die Prozessgeschwindigkeit erhöht werden kann. Ebenso

„Absolute Sicherheit im Luftfrachtverkehr wird es nicht geben. Aber ESecLog reduziert die Nicht-Sicherheit und ermöglicht es, die Prozesseffizienz zu erhöhen, selbst bei aufwendigen Scanning-Prozessen.“ Patrick Dittmer

würde für reglementierende Behörden ein Zusatznutzen entstehen, da sie aus einem Fracht-Fingerprint-Informationssystem Zusatzinformationen gewinnen können, beispielsweise den einwandfreien Nachweis, dass die Prüfung erfolgt ist oder dass ein Packstück, welches noch sicher gemacht werden muss, auch tatsächlich geröntgt wurde.

## Handlungsempfehlungen für die Luftfahrt

Das Projekt unter der Leitung des Fraunhofer IFF aus Magdeburg läuft noch bis zum Frühjahr 2016. Das BIBA ist für den Schwerpunkt Prozessanalyse und Prozessdesign sowie die Integration der Technologien in die logistischen Prozesse der Luftfahrt zuständig. Des Weiteren wird in Bremen ein Demonstrator aufgebaut, in dem die Technologien zusammengeführt und dann in einer Feldtestphase erprobt werden sollen. Im weiteren Projektverlauf sind außerdem Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen sowie die Entwicklung von Handlungsempfehlungen für den Einsatz der entwickelten Technologien geplant. Anwendungspartner aus Bremen ist Panalpina Welttransport, weitere Projektpartner sind der IT-Dienstleister Viaboxx, Cassidian Airborne Solutions (Abteilung für Frachtladesysteme) sowie als Forschungseinrichtung die Bundesanstalt für Materialprüfung. Assoziierte Partner sind unter anderem Lufthansa Cargo, das Luftfahrt-Bundesamt (LBA) sowie der Flughafen Bremen.

## Zulassung durch die Behörden angestrebt

Luftfracht handelnde Unternehmen sind an die offiziellen Reglementierungen und Regularien der EU beziehungsweise des Luftfahrtbundesamtes gebunden. Eine Zulassung des Informationssystems für revisionssichere Prüfprozesse durch die Behörden ist daher eine langfristige Zielsetzung von ESecLog: „Wir streben in dem Projekt an, dass in Abstimmung mit dem Luftfahrtbundesamt die entwickelten Lösungen und Technologien die offizielle Zulassung erhalten und auch zukünftig in neue Reglementierungen für die Luftfracht einfließen können“, so der Ausblick von Olaf Poenicke.



BIBA  
Patrick Dittmer  
0421/21850090  
dit@biba.uni-bremen.de



Fraunhofer IFF  
Olaf Poenicke  
0391/4090337  
Olaf.Poenicke@iff.fraunhofer.de



# Fehlersuche in der Welt der Bits und Bytes

Qualitätssicherung für elektronische Systeme in sicherheitskritischen Anwendungen bereits im Entwurfsstadium



Embedded Systems

Elektronik ist heute aus Geräten des täglichen Alltags wie Kaffeemaschinen, aber auch aus sicherheitskritischen Anwendungen wie Airbags nicht mehr wegzudenken. Allein im Automobil sind heute bereits über 100 Mikroprozessoren verbaut. Um die sichere Funktionsweise dieser Komponenten zu gewährleisten, befasst sich die Arbeitsgruppe Rechnerarchitektur (AGRA) unter Leitung von Prof. Dr. Rolf Drechsler

## Korrektheit ein Leben lang

„Die Komplexität elektronischer Systeme hat in den vergangenen Jahrzehnten drastisch zugenommen. Auf einem Mikrochip von wenigen Quadratzentimetern integrieren wir heute über eine Milliarde Komponenten“, erklärt Prof. Dr. Rolf Drechsler, Leiter der AGRA sowie Mitgründer und wissenschaftlicher Berater des Spin-offs Solvartec. Um diese Systeme für ausgewählte Szenarien zu überprüfen, sind strukturierte Tests

**„Rund 30 bis 50 Prozent der Entwurfszeit fließen heute in die Verifikation und Fehlersuche, Tendenz – mit zunehmender Komplexität – stark steigend.“**

Prof. Dr. Rolf Drechsler

an der Universität Bremen mit dem Test und der Verifikation von komplexen, elektronischen Schaltungen und Systemen. Neben Grundlagenforschung werden in enger Kooperation mit Partnern aus der Industrie auch Methoden für die Qualitätssicherung weiterentwickelt. Ein konkretes Tool für das automatisierte Debugging von Embedded Systems ist in dem Projektvorhaben und Spin-off Solvartec entstanden.

und Verifikationsmethoden notwendig. Hierbei geht es nicht nur um höchste Anforderungen an die Sicherheit, sondern auch darum, zu gewährleisten, dass die elektronischen Komponenten, beispielsweise eines Airbags, über ein Jahrzehnt oder länger halten.

## Tests und Verifikation während des Entwurfsstadiums

Diese wichtige Grundlagenarbeit wird an der Universität Bremen geleistet, aber hier werden bereits auch Alternativen für die Zukunft

erdacht und entworfen. Ein Schwerpunkt bildet neben Testverfahren nach der Produktion die Verifikation während des Entwurfsstadiums. „Bisher wurden Test und Verifikation als nachgeschaltete Prozesse betrachtet. Heute vollzieht sich ein Paradigmenwechsel: Aufgrund der hohen Qualitätsanforderungen müssen Verifikation und Test bereits während des Entwurfsablaufs mit berücksichtigt werden. Gestiegene Taktfrequenzen von Prozessoren, ‚Low Power Design‘ oder das zeitliche Verhalten wie beispielsweise die Zündreihenfolge in einem Airbagsystem erfordern eine detaillierte Überprüfung. Bei Produkten mit höchsten Sicherheitsanforderungen fließen oft viele Jahre in die Verifikation“, erläutert Prof. Dr. Rolf Drechsler.

## Forschen für elektronische Systeme der Zukunft

Neben der Grundlagenforschung arbeiten die Bremer Informatiker in Forschungsprojekten eng mit Industriepartnern, vorrangig aus der Chip- und Halbleiterindustrie, zusammen an der Weiterentwicklung. In dem BMBF-geförderten Projekt „Effektiv“ werden beispielsweise gemeinsam mit Infineon und Bosch im Rahmen von Industrie 4.0 neue Methoden zur Fehler-effektsimulation mit virtuellen Prototypen entwickelt. Ein aktuelles zentrales DFG-Projekt zur Grundlagenforschung befasst sich damit, wie der ideale Entwurfsablauf für elektronische Systeme in zehn oder zwanzig Jahren aussehen könnte und wie sich die Verifikation im Entwurfsablauf berücksichtigen lässt.

## Industrie 4.0: Wenn Systeme miteinander kommunizieren

Für die Zukunft hat der Forscher bereits auch die Kommunikation von Maschine-zu-Maschine im Blick: „Industrie 4.0 ist ein natürlicher evolutionärer Schritt. Elektronische Komponenten werden immer mehr interagieren. Man denke beispielsweise an das Szenario, dass die Information über die Auslösung eines Airbags in einem Auto direkt an nachfolgende Fahrzeuge weitergegeben werden kann. Auch in Steuerungsprozessen in der Automatisierung ermöglichen Cyber-Physische Systeme einen immer stärkeren Austausch an Informationen der Komponenten untereinander. Aber wir müssen uns auch damit befassen, wie wir diese Systeme vor unbeabsichtigt versendeten Informationen sichern. Falsche Sensormessungen können

**„Industrie 4.0 ist ein natürlicher evolutionärer Schritt. Elektronische Komponenten werden immer mehr interagieren. Wenn Systeme miteinander kommunizieren, gilt es Sorge zu tragen, dass die Kommunikation auch in der beabsichtigten Weise und mit höchster Sicherheit erfolgt.“**

Prof. Dr. Rolf Drechsler

eine fatale Fehlerkette zur Folge haben. Genauso geht es um Angriffe von außen. Wenn Systeme miteinander kommunizieren, gilt es Sorge zu tragen, dass die Kommunikation auch in der beabsichtigten Weise und mit höchster Sicherheit erfolgt“, so Prof. Dr. Drechsler, der auch Leiter des Bremer DFKI-Forschungsbereichs Cyber-Physical Systems ist.

## Debugging-Software automatisiert Fehlersuche bei eingebetteten Systemen

Werden komplexe Systeme entworfen, ist die Suche nach Entwurfsfehlern – das Debugging – eine der zeitaufwendigsten Herausforderungen. Dies gilt besonders für den Entwurf eingebetteter Systeme: „Rund 30 bis 50 Prozent der Entwurfszeit fließen heute in die Verifikation und Fehlersuche, Tendenz – mit zunehmender Komplexität – stark steigend“, so Prof. Dr. Drechsler. Im Rahmen des EXIST-Forschungstransfer-Projekts „Solvartec – Solution Verification Technologies“ an der Universität Bremen haben die Informatiker eine Software entwickelt, welche die Fehlersuche automatisiert. Diese Arbeit ist in die Gründung des gleichnamigen Unternehmens gemündet. Dazu Mitbegründer Prof. Dr. Drechsler: „Das Tool ‚Debug it‘ gibt Entwerfern ein Werkzeug an die Hand, um Fehler in den Programmcodes der Chips effizient und genau zu lokalisieren und auch die Fehlerursache präzise zu ermitteln.“ Die Software untersucht, in welchen Szenarien Fehler aufgetreten sind, isoliert einzelne Fehlerquellen und liefert außerdem Korrekturvorschläge. Die Lösung wird mit Pilotkunden stetig weiterentwickelt, denn der Bedarf an Debugging-Software, davon ist Prof. Dr. Drechsler überzeugt, werde weiter zunehmen.

## Cyber-Physische Systeme in Industrie 4.0 und Logistik 4.0

Cyber-Physische Systeme sind die technologische Grundlage für Industrie 4.0 und Logistik 4.0. Nur wenn es gelingt, die Kernkomponenten korrekt zu entwerfen und zu fertigen, können daraus zuverlässige Gesamtsysteme entwickelt werden. Daher

kommt dem Test und der Verifikation eine herausragende Bedeutung zu. Mit zunehmender Komplexität und fortschreitender Kommunikation unter den Geräten ist eine frühe Fehlererkennung die Voraussetzung für erfolgreiche Produkte am Markt.



Universität Bremen

Prof. Dr. Rolf Drechsler

0421/21863932

drechsler@uni-bremen.de

# 120 Windräder zur Wartung – Bei welchem droht der Ausfall?

Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zur präagierenden Instandhaltung von Offshore-Windenergieanlagen



Instandhaltung von Offshore-Windparks

Zehn Prozent der Instandhaltungskosten für Anlagenbetreiber zu sparen, ist laut Marco Lewandowski das realistische Ziel des Projekts preInO. Nach Schätzungen des Bundesverbands Windenergie machen Service und Wartung bis zu einem Viertel der Kosten von Offshore-Windparks aus. 146 Offshore-Windenergieanlagen mit einer Leistung von 628,3 Megawatt befinden sich

aktuell in Betrieb, etwa 570 weitere Anlagen im Bau. Bis zu 40.000 MW (entspricht circa 8.000 Anlagen) markieren das langfristige Ziel des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Methoden und Werkzeuge zur präagierenden Instandhaltung ermöglichen bedarfsorientierte Wartung und die Reduzierung von Logistik- und Materialkosten.

## Instandhaltung just in time

Stillstandszeiten von Windenergieanlagen (WEA) und Anfahrten für die Instandhaltung zu reduzieren, sind die Hauptziele des Projekts preInO, welches durch das BMWi gefördert wird. „Wir unterscheiden zwischen der Instandsetzung im Störfall und der Wartung beziehungsweise der Inspektion, im Sinne einer wiederkehrenden Tätigkeit nach einem fest definierten Zeitintervall. Bei jeder Wartung tritt die gleiche wichtige Frage auf: Mit welcher Anlage soll begonnen werden?“, beschreibt Marco Lewandowski die Ausgangslage. Gewartet werden meist ganze Windparks mit 12 bis 80 Anlagen (der größte derzeit in Planung befindliche Windpark umfasst 160 An-

lagen). „Der Worst Case wäre, dass eine Anlage ausfällt und die Wartungstätigkeit unterbrochen werden muss, um die Instandsetzung einer anderen Anlage durchzuführen, denn in diesem Moment stehen zwei WEA still“, erklärt Stephan Oelker. „Zukünftig werden mehrere tausend Anlagen auf See stehen. Dann kann es zu Kapazitätsengpässen bei den Servicere Ressourcen kommen. Auch hier stellt sich zwangsläufig die Frage: Welche Anlage bedarf am ehesten der Instandhaltung?“

## Terzett aus Software, Wirtschaft und Forschung

Das Team von preInO möchte diese Frage ein für alle Mal beantworten, indem der Anlagenzustand in Zukunft verbessert aus der Ferne überwacht und die Wartung auf Grundlage dieser Daten zuverlässig geplant werden

„Wir liefern Handlungsempfehlungen basierend auf einer breiten Datenanalyse, um bedarfsgerechte Wartungsprozesse zu ermöglichen und dadurch erhebliche Einsparungen zu realisieren.“ Marco Lewandowski

## Ziel: Selbststeuernde Instandhaltung

Offshore-Windenergieanlagen sind auf den Betrieb ohne Kontrolle eines Menschen in unmittelbarer Nähe ausgelegt. Nicht nur für die Instandhaltung, sondern auch für den normalen Betrieb, die Steuerung der Anlage selbst, ist Sensorik unabdingbar, sie ist „das Auge des Betreibers“, so Marco Lewan-

dowski. Bereits heute werden über bis zu 700 verschiedene Sensorparameter und Zustandsdaten ermittelt. Langfristiges Ziel ist die selbststeuernde Instandhaltung: Wartungsaufträge werden automatisch generiert und die nötigen Ressourcen durch eine selbststeuernde Logistik bereitgestellt.

kann. Ein Konsortium aus drei Partnern betreibt das Projekt: Als Wirtschaftsvertreter ist Windenergieanlagenhersteller SENVION SE mit der operativen Abteilung für Offshore-Services involviert. Die SWMS Systemtechnik Ingenieurgesellschaft ist mit ingenieurwissenschaftlichem Background imstande, die projektspezifischen Anforderungen in Softwareentwicklung umzusetzen. Das BIBA als Forschungspartner hat das Projekt thematisch und organisatorisch im Konsortium initiiert. „preInO zielt auf lange Sicht auf den Einsatz selbststeuernder Systeme – ein Thema, mit dem das BIBA groß geworden ist. Wir entwickeln Algorithmen, um aus der Ferne auf den Zustand von Komponenten beziehungsweise des Systems zu schließen und so eine bestmögliche Planung der Instandhaltungsmaßnahmen zu ermöglichen. Dabei erweitern wir die Perspektive über den aktuellen Stand der Technik hinaus.“

## Herausforderung Instandhaltungsbudget

Nach dem Verkauf einer Windenergieanlage wird meist ein Wartungsvertrag abgeschlossen. Dieser garantiert eine technische Verfügbarkeit über einen bestimmten Zeitraum. „Der Instandhalter hat also die Aufgabe, mit dem zur Verfügung stehenden Budget zu haushalten“, erklärt Stephan Oelker. Das ökonomische Interesse besteht folglich darin, möglichst selten Instandhaltungsmaßnahmen durchzuführen beziehungsweise die durchgeführten Maßnahmen möglichst kostengünstig zu realisieren. „Insbesondere im Offshore-Bereich gibt es aber eine hohe Zahl an Kostentreibern: Die Logistik ist aufwendiger, ebenso wie der Einsatz der Ressourcen und die Komponenten an sich. Hinzu kommt, dass die Anlagen wetterbedingt nicht jederzeit instandgesetzt und gewartet werden können.“

## Verbesserte Datenqualität durch RFID

Zehn Prozent Einsparungen für Anlagenbetreiber bei der Instandhaltung lautet nach Einschätzung des Konsortiums die realistische Zielsetzung bei erfolgreicher Projektumsetzung. Wie setzt sich diese Einsparung zusammen? Marco Lewandowski: „Bei der präventiven Wartung werden Anlagenteile entsorgt, die noch weiter betrieben werden könnten. Wenn der Instandhalter aber den Zustand der Anlage und deren Historie einsehen kann, um einzuschätzen, ob das Intervall verlängert oder bei kritischen Werten verkürzt werden kann, kann er die Zeiträume flexibler planen. Das führt zur Einsparung von Opportunitätskosten.“ Weiterhin werde es aber auch Besuche von Servicetechnikern auf den Anlagen geben, sowohl für die Inspektion als auch bei der Reparatur. „RFID-Technologie hilft dabei, Komponenten zu identifizieren und die gesamte Logistik, Lager- und Ersatzteilsteuerung abzudecken. Gleichzeitig ist sie ein Technologie-Enabler für preInO, indem Daten in einer entsprechend guten Qualität erzeugt werden.“

## Merge von Datenquellen

Im Supervisory Control and Data Acquisition-System (SCADA) der WEA laufen sämtliche Sensor- und Leistungsdaten zusammen, wie Marco Lewandowski berichtet: „Unter anderem werden Temperatur, Druck und Schwingung aufgenommen und können über das SCADA-System abgerufen werden. Verschiedene Condition Monitoring Systeme werten die Daten aus. Wartungsprotokolle beinhalten außerdem Einschätzungen des Inspektors zum Zustand und Auffälligkeiten bei der letzten Inspektion vor Ort.“ Dabei sei der Prognosehorizont differenziert zu betrachten. „Ein Sensor

„Die Instandhaltung ist der entscheidende Kostenfaktor in der Betriebsphase der Windenergieanlage. Senken wir diese Kosten, motivieren wir Betreiber zum weiteren Ausbau.“ Stephan Oelker

kann aktuelle Zustandsdaten der gesamten Anlage liefern. Aus Langzeitaufzeichnungen lassen sich Risikoprofile aufbauen. Wir betrachten deshalb nicht nur aktuelle Daten, sondern möchten auch statistische Werte generieren. Insofern ist ein wesentlicher Forschungsaspekt dieses Projektes, verschiedene Datenquellen mit unterschiedlicher Aussagequalität miteinander zu verschmelzen.“

## Kennzahlenevaluierung am Demonstrator

Nachdem die Entwicklung der Methoden abgeschlossen ist, soll ein Demonstrator am BIBA aufgebaut werden, der die Ansätze und Konzepte visualisiert und das Projekt validiert. Stephan Oelker gibt einen Ausblick: „Durch den Demonstrator sind wir in der Lage, die Anwendung von preInO für Windparks darzustellen. Wir werden verschiedene Szenarien durchspielen und auswerten, um die Ermittlung von Kennzahlen zu ermöglichen. Darüber hinaus wird es auch eine Validierung des Systems in einzelnen Anlagen geben. Diese Daten können dann entsprechend auf die von uns entwickelten Werkzeuge angewendet werden.“



BIBA

Stephan Oelker  
0421/21850130  
oel@biba.uni-bremen.de



LogDynamics Lab, Universität Bremen

Marco Lewandowski  
0421/21850122  
lew@biba.uni-bremen.de

# Agenten für eine optimierte Logistik

Die Simulationssoftware PlaSMA identifiziert Optimierungspotenziale in logistischen Prozessen



Logistikprozesse sind heute hochdynamisch und komplex. Dennoch bieten sie ein enormes Potenzial zur Optimierung. Die Offenlegung dieses Potenzials ist jedoch aufwendig, da zahlreiche Parameter wie Abhängigkeiten und Randbedingungen sowie Reaktionen auf unvorhersehbare Ereignisse berücksichtigt werden müssen. Mit PlaSMA, am Technologie-Zentrum Informatik und Informationstechnik (TZI) der Universität Bremen

## Ein umfangreiches Toolkit

PlaSMA (Platform for Simulations with Multiple Agents) wurde ursprünglich im DFG Sonderforschungsbereich 637 „Selbststeuerung logistischer Prozesse“ von Mitarbeitern des TZI an der Universität Bremen für die Simulation von komplexen und dynamischen Prozessen in der Logistik entwickelt. Es ist ein agentenbasiertes Simulationsframework, das auf dem Open Source Agentensystem JADE aufbaut. Unter anderem verfügt es über ein integrierbares Infrastrukturmodell, ein Kennzahlensystem sowie zahlreiche weitere Analysewerkzeuge. Alle Funktionen und Ergebnisse lassen sich über eine eigens programmierte, grafische Benutzerschnittstelle abrufen und bedienen. Parallel dazu

„PlaSMA eröffnet Logistikern die Möglichkeit, trotz hochkomplexer und dynamischer Prozesse, Optimierungspotenziale in der Routen- und Tourenplanung zu identifizieren und auszunutzen.“ Max Gath

wurde ein agentenbasiertes Dispositionssystem entwickelt, das neue Situationen und unerwartete Ereignisse in Echtzeit berücksichtigt, um die effiziente Verteilung von individuellen Waren auf unterschiedliche Verkehrsträger zu optimieren.

entwickelt, lassen sich komplexe logistische Prozesse realitätsnah simulieren, um detaillierte Szenario- und Strategieanalysen durchzuführen. Mittels PlaSMA konnte so unter anderem in Fallstudien mit Anwendungspartnern gezeigt werden, dass ein am TZI entwickeltes agentenbasiertes Dispositionssystem Optimierungspotenziale ausnutzt sowie die Effizienz, Flexibilität, Robustheit und Zuverlässigkeit der Transportprozesse steigert.

## Sämtliche Parameter berücksichtigt

Immer kleinere Sendungen in kontinuierlich steigender Anzahl müssen heute in immer kürzerer Zeit zum Kunden transportiert werden. Bei der Belieferung von Produktionsstätten spielen just in time oder just in sequence eine wichtige Rolle für eine schlanke, zuverlässige und effiziente Supply Chain. Mit der PlaSMA-Disposition erhalten Logistiker die Möglichkeit, viel mehr Abhängigkeiten zwischen den Aufträgen bei einer gleichzeitig gestiegenen Auftragsheterogenität in der Routen- und Tourenplanung zu berücksichtigen. Unterschiede im Wert, in der Größe oder in der Priorität müssen ebenso mit betrachtet werden wie ein wachsender Kundentamm und kurzfristige Aufträge aus dem Tagesgeschäft, die unmittelbar bearbeitet werden müssen. Zusätzliche Randbedingungen können beispielsweise sein, dass ein zu transportierendes Gefahrgut nicht zusammen mit explosionsgefährdeten Stoffen transportiert werden darf.

## Staus und Wartezeiten vermeiden

Diese Komplexität wird durch die enorme Dynamik der Transporte weiter erhöht. Faktoren, wie Staus oder lange Wartezeiten an der Warenannahme, können den Touren-

plan unvorhergesehen und stark beeinträchtigen, was einen Effekt auf weitere Lieferungen hat. Mit dem Dispositionstool lässt sich in Echtzeit auf diese Ereignisse reagieren und Touren neu planen und dabei alle entscheidenden Abhängigkeiten und Randbedingungen berücksichtigen.

## Simulation in PlaSMA

PlaSMA ist ein Simulationstool, um Prozesse realitätsnah auf einer realen Infrastruktur simulieren zu können. Mit PlaSMA werden Strategie- und Szenarioanalysen möglich, bei denen sämtliche Parameter – auch dynamische – berücksichtigt werden. Sind die Analysen erfolgreich verlaufen, gibt es zwei Möglichkeiten zum weiteren Vorgehen: PlaSMA kann im Anschluss als Online-Analyse-Tool genutzt werden, um parallel zu den operativen Prozessen die realen Prozesse virtuell in Echtzeit abzubilden. In dieser virtuellen Welt können wieder Parameter verändert werden, um Optimierungspotenziale und alternative Strategien frühzeitig zu ermitteln. Zum anderen kann das agentenbasierte Dispositionssystem direkt in die operativen Prozesse integriert werden, um die Transportlogistik mit der Software zu steuern und den Disponenten hochqualitative Dispositionsvorschläge bereitzustellen. So lässt sich das zu erwartende Optimierungspotenzial quantifizieren, was für Logistiker einen erheblichen Mehrwert bedeutet.

## Fallstudien belegen Optimierungspotenzial

Bei einem Logistikdienstleister wurden unterschiedliche Szenarien der täglichen Disposition mit realen Daten in PlaSMA simuliert und die Ergebnisse und Empfehlungen mit den Ergebnissen einer kommerziellen Standard-Softwarelösung verglichen. Dabei stellte sich eindeutig heraus, dass das PlaSMA-Dispositionssystem effizientere Ergebnisse berechnet als die etablierte Standardlösung. Der Logistikdienstleister wurde dadurch von dem Potenzial der PlaSMA-Disposition überzeugt, sodass er noch vor Projektende damit startete, den Dispositions-Prototypen weiterzuentwickeln und anschließend in die operativen Prozesse einzubinden. Auch durch andere Simulationen mit Realdaten wurde ersichtlich, dass die Berücksichtigung von dynamischen Ereignissen durch die agentenbasierte Lösung eine flexiblere und anpassungsfähigere Routen- und Tourenplanung zulässt als bei einer zentralen Steuerung, die lediglich statische Werte zugrunde legt. So konnten auch in weiteren Fallstudien, unter anderem durch die erhöhte Bündelung von Aufträgen, die nötige Arbeitszeit reduziert und die Kosten der Touren vermindert werden. Wird beispielsweise die Auslieferung „normaler“ Sendungen auf spätere Touren verschoben, können sie je nach Auftragslage nicht nur besser gebündelt werden, sondern es werden auch mehr Kapazitäten geschaffen, um Sendun-

gen mit höherer Priorität zu transportieren. Auf diese Weise werden Sonderfahrten reduziert und Kosten gespart. Dieses Vorgehen mag auf den ersten Blick nicht immer intuitiv erscheinen, beruht aber auf der Berücksichtigung sämtlicher zur Verfügung stehender Informationen.

## Datenerfassung über Sensorsysteme

Um Daten aus der Produktion als beeinflussende Parameter mit in die Disposition aufnehmen zu können, bedarf es der Erfassung von Informationen direkt in der Fertigung und der umgehenden Weitergabe an das Dispositionssystem. Um Produktion und Logistik besser zu synchronisieren, müssen Informationen zwischen den Systemen verstärkt ausgetauscht werden. Kommt es zu Ausfällen, Verzögerungen oder Änderungen im Fertigungsplan, können diese Informationen, beispielsweise durch eine Anpassung von Prioritäten, von dem Logistiksystem berücksichtigt werden. Umgekehrt kann durch verbessertes Echtzeit-Monitoring auch die Produktion auf Störungen in der Logistik reagieren. Hierfür müssen Sensoren direkt in den Fertigungs- und Logistikprozessen Daten zum Bei-

„Eine effiziente Logistik, die auch dynamische Faktoren in Echtzeit berücksichtigt, ist essenziell für die Umsetzung erfolgreicher Industrie-4.0-Konzepte zur Verbindung autonomer Produktionsstätten.“ Max Gath

spiel über RFID-Transponder erfassen und global bereitstellen. Dies ist ein wichtiges Element, um ein Modell der realen Welt zu erhalten und so die begleitenden Prozesse proaktiv optimieren zu können. Dadurch rückt die Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten in greifbare Nähe.



TZI, Universität Bremen

Orthein Herzog  
0421/21864003  
herzog@tzi.de



TZI, Universität Bremen

Max Gath  
0421/21864017  
mgath@tzi.de



TZI, Universität Bremen

Stefan Edelkamp  
0421/21864007  
edelkamp@tzi.de

# Zeit für die Werft?

Die Generierung von Zustandsdaten ermöglicht neue Wartungs- und Servicekonzepte für Hersteller und Nutzer von Wasserfahrzeugen



PLM in der Schifffahrt

**Sportbootindustrie und Schiffsbetreiber teilen ein Problem:** Es mangelt an Daten. Ohne zeitnahe präzise Informationen zu Zustand und Nutzung des Schiffes führt die zyklusbasierte Wartung gegebenenfalls zu unnötigen Einnahmeausfällen. Charterunternehmen und Hersteller von Sportbooten haben kaum Informationen über den Lebenszyklus ihrer Produkte. Um diesen Informationsausfall zu beheben, haben zwei Projektgruppen am BIBA eine modulare Lösung erarbeitet, die Daten lokal

erhebt und verarbeitet, um sie je nach Konfiguration verschiedenen Systemen aktiv oder passiv bereitzustellen. Auf dem Konzept der modularen, skalierbaren Datenmodulationsschicht haben die Projektgruppen BOMA und ThroughLife diesen Ansatz zur Datenerhebung in innovative Lösungskonzepte umgesetzt, wie Karl Hribernik, Abteilungsleiter, sowie Moritz von Stietencron und Zied Ghrairi, wissenschaftliche Mitarbeiter am BIBA, im Interview mit „RFID im Blick“ berichten.

## Projekt „BOMA“ – Boat Management

### Datengewinnung zur Sportbootnutzung

Verbesserte Services für Nutzer und Besitzer von Sportbooten, intelligente Wartung und eine zielgerichtete Weiterentwicklung der Boote – auf der Grundlage der intelligenten Gewinnung und Verarbeitung der relevanten Daten hat das Team um Moritz von Stietencron neue Möglichkeiten eröffnet. „Im Rahmen des Projekts BOMA (01.12.2011 – 30.11.2013, EU-FP7 Projekt Nr. 286885) haben wir zunächst die theoretischen Grundlagen eines Produktlebenszyklusmanagements (PLM) weiterentwickelt, im zweiten Schritt eine konkrete Implementierung einer Plattform vorgenommen, die ein PLM speziell für die Sportbootindustrie verwaltet und schließlich die nötige Infrastruktur zur Erfassung der Nutzungsdaten aufgebaut“, berichtet Moritz von Stietencron. „Uns kam zugute, dass wir vorweg einen sehr genauen Einblick in die Pro-

blemstellung hatten, weil das Projekt durch die Endanwender getrieben wurde. Das zeigt auch die Förderkonstellation: Industriepartnern wurde von der EU Geld zur Verfügung gestellt, mit dem sie die Forschungsarbeit am BIBA finanziert haben.“

### Generierung neuer Services

So anwendergetrieben wie die Forschungsarbeit ist auch die Weiterentwicklung und Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis. „Ein Partner bietet das Konzept des instanzenspezifischen Lebenszyklusmanagements bereits als Softwareanwendung an“, berichtet Moritz von Stietencron. „Außerdem existiert inzwischen eine erste industrialisierte Version der im Projekt entwickelten, technologischen Komponente für die Sensordatenin-

tegration, die am Universal Marine Gateway anknüpft. Auf dieser Grundlage können sowohl private als auch kommerzielle Anwender live Nutzungsdaten von ihren Booten in das entsprechende Verarbeitungssystem einspeisen. Private Anwender können die Informationen für das Logbuch und die vorausschauende Wartung verwenden und Bootsherstellern ein detailliertes Feedback geben. Für kommerzielle Geschäftsmodelle eröffnen sich weitere Möglichkeiten: Charterunternehmen können beispielsweise ihre Flotte verwalten und nachvollziehen, wie die Boote genutzt werden. Auch auf der Forschungsebene werden neue Konzepte sowie Hard- und Software weiterentwickelt.“

## Projekt „ThroughLife“

### Sensorgestütztes Wartungsmanagement

Für kommerziell genutzte Schiffe, wie Frachtschiffe, bedeutet der Ausfall durch Wartung, dass Kosten entstehen und Einnahmen ausbleiben. Eine Wartung sollte also nur dann durchgeführt werden, wenn sie wirklich nötig ist. Wie jedoch kann der Zustand des Schiffes auch während des Betriebs kontinuierlich und zuverlässig überwacht werden, um einen entsprechenden Statusreport zu generieren? „Zunächst haben wir die Parameter identifiziert, die für die Korrosion ausschlaggebend sind“, berichtet Zied Ghrairi exemplarisch über einen der ersten Projektschritte von ThroughLife – „Development and proof of new approaches for through-life asset management based on next generation of materials and production technology“ (01.04.2011 bis 31.03.2014, EU-FP7 Projekt Nr. 265831, <http://www.throughlife.eu/>) am Beispiel der Predictive Maintenance von Ballastwassertanks. Mit dem Ziel, den Wertverlust des Schiffes als Anlageobjekt zu verringern und dessen Lebenszyklus zu verlängern, wurden im Zuge des Projekts unter anderem die Entwicklung neuer Ansätze für das maritime Asset-Management und die Bewertung von Technologien für verschiedene Anwendungsszenarien, wie die Vermeidung und Bekämpfung von Korrosion, verfolgt. „Im nächsten Schritt haben wir Messungen realisiert und die Datenverarbeitung umgesetzt, sodass für den Schiffsbetreiber unmittelbar ersichtlich ist, wenn Handlungsbedarf besteht.“

### Wie lässt sich Korrosion zuverlässig detektieren?

Sensorik bildet das technologische Herzstück der Predictive Maintenance-Lösung. „Wir haben sowohl Sensoren installiert, die den Objektzustand messen, als auch welche, die Veränderungen in der Umgebung feststellen. Ausschlaggebende Parameter sind unter anderem pH-Wert, Feuchtigkeit, Salzgehalt, Temperatur und Druck“, erklärt Zied Ghrairi. „Die unterschiedlichen Sensoren werden miteinander verknüpft und die dadurch gesammelten Daten aufbereitet und an ein Schiff-Lifecycle-Management-System weitergegeben, um den Zeitpunkt für anfallende Instandhaltungsaufgaben im Voraus zu bestimmen. Sobald sich das Schiff in Küstennähe und damit im Empfangsbereich befindet, werden die im Vorfeld aggregierten Daten an das Backend des Systems ge-

sendet.“ Um die Installation der Instandhaltungslösung für Schiffsbetreiber monetär zu vereinfachen, entwickelte das Projektteam von ThroughLife auch einen Ansatz für eine Low-Cost-Lösung.

## Folgeprojekte

### Industrie treibt praktische Implementierung

„BOMA und ThroughLife sind Projekte, bei denen der Impact in der Industrie aufgrund der Praxisnähe sehr hoch ist. Deswegen ist es für solche Projekte ein Muss, dass sie in angrenzenden Sektoren weitergeführt und implementiert werden“, berichtet Karl Hribernik. Ein Beispiel: Im Rahmen des Fortissimo-Projekts erhalten europäische KMU Zugang zu high-performance computing, um hydrodynamische Simulationen durchzuführen. „Gemeinsam mit dem Hersteller von Sportbooten Hydrolift und weiteren Partnern untersuchen wir seit Oktober 2014, wie sich die infolge von BOMA zu gewinnenden Nutzungsdaten in die Simulation einbringen lassen, um basierend auf den Ergebnissen die Entwicklungen neuer Bootsmodelle voranzutreiben.“

### Standard-Definition in der OpenGroup

„Sowohl bei BOMA und ThroughLife, aber auch in anderen Projekten im Bereich PLM und Internet of Things, die auf dem Informationsaustausch zwischen verschiedenen Systemen aufbauen, haben wir einen enormen Standardisierungsbedarf festgestellt“, berichtet Karl Hribernik. „Aus diesem Grund kooperieren wir mit verschiedenen internationalen Partnern in der OpenGroup Arbeitsgruppe „Quantum Lifecycle Management“ (QLM). In dieser Arbeitsgruppe werden Standards für das Lebenszyklus- und Informationsmanagement über die verschiedenen Produktlebenszyklen hinweg entwickelt. Derzeit befindet sich der Standard in einer späten Beta-Version und wird von uns bereits in Forschungsprojekten, auch in BOMA und ThroughLife, eingesetzt. Mittelfristig wird er der Industrie zur Verfügung stehen.“



BIBA

Karl Hribernik  
0421/21850108  
hri@biba.uni-bremen.de



BIBA

Moritz von Stietencron  
0421/21850117  
sti@biba.uni-bremen.de



BIBA

Zied Ghrairi  
0421/21850098  
ghr@biba.uni-bremen.de

## Industrie 4.0

Der Einsatz von CPS in der Produktnutzung und -verwertung gewinnt durch eine zunehmende Nachfrage nach intelligenten, mit Dienstleistungen erweiterten Produkten stetig an Bedeutung. Damit wird für die Umsetzung von Industrie 4.0, zusätzlich zur bisherigen Fo-

kussierung auf Produktion und Logistik, zusehends der gesamte Lebenszyklus relevant. In den Projekten BOMA und ThroughLife adressiert das BIBA gezielt diesen neu entstandenen Bedarf in den jeweiligen Branchen durch die geeigneten Technologien.

# „Industrie 4.0“ an der Jacobs University

Prof. Dr. Julia Bendul im Gespräch über „Industrie 4.0“



Lab 2 Haus: 12 Forschungsgruppen aus Physik, Chemie und Life Science. Die spezielle Anordnung der Gebäude fördert die gemeinsame Nutzung der Geräte und den akademischen Austausch sowie die Teamarbeit.

## Über die Jacobs University

Die Jacobs University ist eine private, staatlich anerkannte und englischsprachige Universität mit Sitz in Bremen. Mit Unterstützung der Freien Hansestadt Bremen, der Universität Bremen und der amerikanischen Rice University in Houston, Texas, wurde sie im Jahr 2001 gegründet.

Zum Wintersemester 2014/15 betreuen 130 Professoren und Professorinnen die rund 1.250 Studierenden aus insgesamt 114 Nationen. Im Zentrum von Forschung und Lehre stehen die Schwerpunkte Mobility, Health und Diversity. Darüber hinaus sollen Werte wie Internationalität, Interkulturalität, Transdisziplinarität und Vernetzung vermittelt werden. Die knapp 670 Bachelor-Studenten, die auf einem der vier campus-internen Colleges leben, teilen sich auf 22 Bachelor-Programme auf. Für die rund 150 Master-Studierenden und 405 Doktoranden (PhD) bietet die Universität 19 Graduierten- und Executive-Graduiertenprogramme an. Die Studiengebühren in den Bachelor-Programmen betragen 20.000 Euro pro Studienjahr, bei den Graduiertenprogrammen variieren die Kosten je nach Programm. Damit alle für das Bachelor-Studium zugelassenen Bewerber die Möglichkeit haben an der Jacobs University zu studieren, besteht ein Finanzierungssystem aus Stipendien und Darlehen.



Krupp College

Als Leiterin der Arbeitsgruppe Produktions- und Logistiknetzwerke an der Jacobs University Bremen forscht Prof. Dr. Julia Bendul an der Schnittstelle von Betriebswirtschaftslehre und Ingenieurwissenschaften. Gemeinsam mit ihrem Team untersucht sie Fragen der Gestaltung und Steuerung von Produktions- und Logistiknetzwerken. Im Interview formuliert sie ihre Sichtweise auf den Begriff „Industrie 4.0“ ebenso differenziert wie kritisch. Sie zeigt dessen inhaltliche Potenziale auf und blickt auf die daraus entstehenden Anforderungen und Chancen für Unternehmen.

■ *Forschung beginnt mit Fragestellungen – welche stehen im Fokus Ihrer täglichen Arbeit?*

Gemeinsam überlegen wir, wie Produktions- und Logistiknetzwerke intelligent gestaltet und gesteuert werden können. Dies umfasst Transport-, Infrastruktur- und Maschinennetzwerke. Dazu setzen wir insbesondere mathematische Modelle und Simulationsstudien ein. In dieser Hinsicht fragen wir uns etwa, wie die Fabrik der Zukunft aussehen wird. Weiterhin fragen wir, wie weit die Vision der vollständigen Vernetzung und der Ausstattung von logistischen Objekten mit Intelligenz reichen muss und darf. Welches ist das richtige Maß an Selbst- und Fremdsteuerung? Wo liegen die Grenzen der Vernetzung – wie lange übersteigt der Nutzen den damit verbundenen Aufwand? Und wie können die entstehenden Daten so analysiert werden, dass wir wichtige Informationen erhalten, die uns helfen die Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit am Wertschöpfungsstandort Deutschland zu erhöhen?

■ *„Industrie 4.0“ ist ein breites Themenfeld. Woran forschen Sie konkret?*

In jedem Forschungsprojekt suchen wir täglich nach dem richtigen Grad der Vernetzung zwischen den logistischen Objekten, aber auch zwischen den intelligenten Objekten

und den Menschen und fragen uns, wie dies IT-Systeme optimal unterstützen können. Zum Beispiel nutzen wir das sogenannte Graph Colouring, ein mathematisches Modellierungsverfahren, um Hinweise

auf das richtige Verhältnis zwischen zentraler und dezentraler Steuerung in einem Produktionssystem zu erhalten. In einem anderen Forschungsprojekt übertragen wir Modellierungsansätze aus der Biologie auf die Produktion. So lernen wir über das richtige Verhältnis zwischen Effizienz – Stichwort: schlanke Prozesse – einerseits und Robustheit – Stichwort: freie Kapazitäten – andererseits.

Ganz wichtig bei unserer Arbeit ist die Schnittstelle von Mensch und „Industrie 4.0“. Bei allen Potenzialen hinter der Technologie darf der Faktor Mensch nicht vergessen werden. Je mehr Prozesse automatisiert ablaufen, je mehr Entscheidungen durch IT-Systeme getroffen werden, desto mehr entstehen Sorgen bei den Menschen. Diese reichen vom Arbeitsplatzverlust über die Entdeckung von Fehlern bis hin zur Angst vor der Herrschaft der Maschinen. Wir arbeiten daher auch mit Psychologen zusammen und suchen nach Möglichkeiten Daten so zu visualisieren, dass der Mensch richtige Entscheidungen treffen kann, aber gleichzeitig das Gefühl hat, alles unter Kontrolle zu haben.

■ *Erfahren Begriffe wie „Industrie 4.0“ und „Logistik 4.0“ gerade einen Hype?*

Aus medialer Sicht schon. Aber von einer Technologie „Industrie 4.0“ zu sprechen, das würde ich in Frage stellen. Begrifflich handelt es sich um ein Zukunftsprojekt der Bundesregierung. Aber es gibt viele, zum Teil ältere Begriffe, die für eine ähnliche Vision stehen. Dazu gehören beispielsweise „Manufacturing 2.0“ oder „Ubiquitous Computing“ oder „Cyber Physical Systems“. Auch im deutschen

„Für uns als Wissenschaftler ist es von zentraler Bedeutung, bereits heute über die Probleme in 15, 20 oder auch 50 Jahren nachzudenken.“ Prof. Dr. Julia Bendul

Raum wurde das „Internet der Dinge“ oder „Internet of Services“ gepriesen. An der Universität Bremen gab es sogar einen Sonderforschungsbereich zum Thema Selbststeuerung logistischer Objekte. Böse gesagt, kippt man alten Wein in neue Schläuche.

■ *Stützt das die Kritik an „Industrie 4.0“, es handele sich nur um eine abstrakte Vorstellung?*

Gerade als Forschungsinstitution dürfen wir nicht vergessen, welche Anforderungen die Wirtschaft an die Wissenschaftler stellt. In der Realität müssen viele Unternehmen noch Probleme lösen, die von „Industrie 4.0“ weit entfernt sind. Teilweise ist die Produktion dort noch nicht einmal durchgängig IT-unterstützt. Dennoch ist es für uns als Wissenschaftler von zentraler Bedeutung, bereits heute über die Probleme in 15, 20 oder auch 50 Jahren nachzudenken. Wir dürfen den Zeitpunkt nicht verpassen, an dem die Forschung von heute in der Realität von morgen wich-

„Schon jetzt müssen Antworten auf die Fragen gefunden werden, wann Vernetzung und „Industrie 4.0“ überhaupt Sinn machen und wann die Kosten für die Vernetzung den Nutzen übersteigen.“ Prof. Dr. Julia Bendul

tig wird. Deshalb müssen auch schon jetzt Antworten auf die Fragen gefunden werden, wann Vernetzung und „Industrie 4.0“ überhaupt Sinn machen und wann die Kosten für die Vernetzung den Nutzen übersteigen.

■ *Welche Potenziale ergeben sich für Unternehmen aus „Industrie 4.0“?*

Für Deutschland bedeutet „Industrie 4.0“ die Chance den Wertschöpfungsstandort zu sichern, indem die Produktions- und Logistikprozesse weiter optimiert werden. Dazu zählt etwa das Beispiel der präventiven Instandhaltung von Maschinen in der Produktion, die dann unabhängig von bestimmten Zeitplänen der Wartung nach Bedarf stattfinden kann. Damit können beispielsweise auch Wartezeiten an Flughäfen durch defekte Flugzeuge minimiert werden. Das ist visionär und sehr wünschenswert. Gleichzeitig würde sich aber in jedem Fall die Art und Weise, wie Menschen zukünftig arbeiten, dramatisch verändern.

■ *Wie bleiben deutsche Industrie- und Logistikdienstleistungsunternehmen mit Blick auf „Industrie 4.0“ wettbewerbsfähig?*

Wollen wir „Industrie 4.0“ wirklich leben, dann müssen sich die Organisations- und Verwaltungssysteme ändern. Es geht um Themen, die schon heute real sind: Cyber-Sicherheit, Vertraulichkeit von Daten, geistiges Eigentum. Darüber hinaus müssen wir unser Bildungssystem an die zukünftigen Anforderungen anpassen. Damit die Schüler heute auch die Fähigkeiten erwerben, die Aufgaben zu lösen, mit denen sie zukünftig konfrontiert werden. Die Ingenieure von morgen müssen sich wie selbstverständlich in Maschinenbau UND Informatik bewegen. Momentan leben wir eher in parallelen als interdisziplinären Welten. Auf diese Interdisziplinarität ist das Schul- und Studiensystem nicht ausreichend vorbereitet.

■ *Wie schaffen Unternehmen den Schritt in Richtung „Industrie 4.0“?*

Kurz gesagt sollten die Unternehmen keine Angst vor diesen Begrifflichkeit haben. Vielmehr müssen sie sich den aufkommenden Fragestellungen öffnen. Dann gilt es, Kosten und Nutzen klug gegeneinander abzuwägen. Es ist nicht nötig, alle logistischen Objekte sofort miteinander zu vernetzen und die Steuerung aus der Hand zu geben.



Jacobs University

Prof. Dr. Julia Bendul

0421/2003194

j.bendul@jacobs-university.de

# RFID speichert digitalen Produktlebenslauf

Detaillierte Informationen zu Produktion und Assemblierung unterstützen Unternehmen bei der Qualitätssicherung

Closed Loop Product-Lifecycle-Management



Beim Einsatz von Softwareprodukten haben sich Problemberichte an den Hersteller als Standard etabliert. Detaillierte Informationen zu Version, System und Problem vereinfachen die Lösungsfindung und gezielte Weiterentwicklung der Software erheblich. Der Hardwarebereich soll nachziehen: Um den Produktlebenszyklus exakt nachvollziehbar zu machen und einzelne Phasen von der Genese bis zum Lebensende detailliert zu

dokumentieren, entwickelt das BIBA ein RFID-basiertes System für die Erstellung einer digitalen Lebenslaufakte am Beispiel von Thin Client Computern im Auftrag des Herstellers IGEL Technology. „Die Lösung eignet sich grundsätzlich für alle Produkte, ob Computer oder Pkw“, berichtet Marco Lewandowski, Leiter des Anwendungszentrums LogDynamics Lab an der Universität Bremen, „je komplexer, desto sinnvoller“.

## Betriebswirtschaftliche Kosten kontrollieren

Detaillierte Informationen über den Lebenszyklus eines Produkts unterstützen Hersteller im After-Sales-Service. In zweiter Instanz lassen sich aber auch Wettbewerbs-

vorteile durch gezielte Weiterentwicklungen sichern und betriebswirtschaftliche Kosten besser kontrollieren. Im Auftrag des Thin Client Herstellers IGEL Technology erarbeitet das BIBA ein System, um auf der Basis von RFID und serverbasierten Datenbanken eine digitale Lebenslaufakte des Produkts zu erzeugen. „Von den an den Endkunden gelieferten

„Den Produktlebenszyklus auch bei Massen Anwendungen auf Einzelteilebene zu verfolgen, erlaubt Unternehmen umfassende Statistikanalysen in einem neuen Feld von Big Data.“ Marco Lewandowski

## Sensorknoten für Messdaten denkbar

Mit der digitalen Lebenslaufakte werden Produkte dank integriertem RFID-Transponder bereits im Entstehungsprozess intelligent. Das bietet nicht nur betriebswirtschaftliche Vorteile für Unternehmen hinsichtlich Service und Produktentwicklung. RFID-Transponder und Log-Daten könnten von verarbeiten-

den Maschinen für die automatisierte Assemblierung genutzt werden. Durch Industrie 4.0-Technologien, wie Embedded Systems und Sensorknoten, wäre es darüber hinaus möglich, die Datenerhebung um weitere Parameter wie Messdaten zu erweitern und auf die Nutzphase des Lebenszyklus auszudehnen.

Geräten kehrt ein Teil aufgrund von Serviceverträgen im After-Sales-Support wieder in das Unternehmen zurück. Hier reicht bloße Identifikation nicht aus, um den individuellen Lebenslauf des Produkts nachzuvollziehen“, erklärt Marco Lewandowski. „Es müssen möglichst viele Zusatzinformationen gegeben sein: Wann wurde welche Komponente an welcher Linie produziert? Was für Probleme sind aufgetreten? Welche Qualitätsprobleme gab es bei welchem Lieferanten?“

## Logistik- und Produktionsdaten ab Hersteller

Um die relevanten Informationen möglichst detailliert festzuhalten, wird in den verschiedenen Phasen des Produktlebenszyklus ein virtuelles Abbild des IGEL-Systems auf dem RFID-Transponder generiert. „Viele der Einzelkomponenten werden in Asien gefertigt, aber in Deutschland kundenindividuell assembliert. Bei der Anlieferung aus Asien ist der Barebone des Clients inklusive Mainboard bereits mit einem RFID-Transponder bestückt, auf dem dessen Seriennummer sowie die von RAM und Festspeicher dem Auftrag zugeordnet werden. Dadurch ist beispielsweise nachvollziehbar, aus welcher Charge die Komponenten stammen. In der Assemblierung werden weitere Produktions- und Logistikdaten gespeichert“, erklärt Marco Lewandowski. In einem zweiten Schritt soll die Datenerhebung zur Komponentenproduktion noch weiter oben in der Wertschöpfungskette beim Lieferanten angesiedelt werden.

„Mit RFID ist eine wirtschaftliche Lösung zur Datenerhebung von Low-Cost-Produkten möglich. Bisher war diese Informationsgewinnung nur im Aviation- und Automobilbereich umsetzbar.“ Dr. Martin Schnatmeyer

## NFC-Transponder kann Kosten senken

Prinzipiell eignet sich die RFID-basierte Lebenslaufakte auch in der Massenproduktion für Produkte sämtlicher Bereiche, „je komplexer, desto sinnvoller“, so Marco Lewandowski. Im Automobilbau käme das Konzept bereits zum Tragen. In anderen Branchen seien ebenfalls Ansätze vorhanden, aber: „Die Lösungen in der Praxis sind noch nicht so ausgereift, dass sich in dem Zusammenhang von einer digitalen Lebenslaufakte sprechen lässt. Es stellt sich eher so dar, dass irgendwelche Daten irgendwo verteilt gespeichert sind. RFID bietet die Möglichkeit, diese Daten zu bündeln, und das nutzen wir. Die bisher gespeicherten Statusinformationen könnten sogar noch um Messwerte erweitert werden.“ Um Kosten zu senken, ließe sich die Lösung auch mit NFC-Technologie umsetzen, sodass Anwender die Transponder mittels Smartphone und App auslesen könnten. „Für die wirtschaftliche Betrachtung ist aber vor allem auch ausschlaggebend, dass sich möglichst viele Akteure an dem System beteiligen. Wann dies der Fall sein wird, ist im Moment noch nicht abschätzbar.“

## PLM-Systeme auf dem nächsten Level

RFID könnte den Durchbruch bringen: Seit Jahren verfolgt das BIBA gemeinsam mit den Partnern des LogDynamics Lab neue Möglichkeiten zur Verfolgung des Produktlebenszyklus. Jetzt sind durch Datenspeicherung im Transponder die technischen Möglichkeiten gegeben, unterschiedlichste Informationen, die im Verlauf des Produktlebenszyklus entstehen, lokal zu speichern.

In den Ingenieurwissenschaften wird die Entwicklung des Product-Lifecycle-Managements (PLM) bereits seit den Achtzigerjahren vorangetrieben, um Forschung und Entwicklung von Investitionsgütern durch den Zugang zu CAD- und Konstruktionsdaten besser zu handhaben. Am BIBA wurde PLM früh über diese Phasen hinaus im Rahmen des Closed Loop Product-Lifecycle-Management betrachtet: Informationsgewinn findet phasenübergreifend statt – vom Beginning of Life (Entwicklung und Produktion), über den Middle of Life (Nutzungsphase) sowie weitere Nutzungsphasen im Falle des Verkaufs, bis hin zum End of Life (Recycling und Reuse).

Das Konzept sieht vor, dass die Daten über das gesamte Leben eines individuellen Produktes in jeder Phase entsprechend angereichert und zur Verfügung gestellt werden. Wird das System am End of Life recycelt, ist der Lebenslauf vollständig ersichtlich.



IGEL Technology GmbH  
Torsten Hengst  
0421/520941400  
hengst@igel.com



IGEL Technology GmbH  
Dr.-Ing. Martin Schnatmeyer  
0421/520941103  
schnatmeyer@igel.com



LogDynamics Lab, Universität Bremen  
Marco Lewandowski  
0421/21850122  
lew@biba.uni-bremen.de



BIBA  
Moritz von Stietencron  
0421/21850117  
sti@biba.uni-bremen.de

# Das „Bauchgefühl“ der Dispositionsexperten nutzbar machen

IT für die Logistik schafft den Raum für kreative Entscheidungen und spart Kosten



IT für die Logistik

Disponenten müssen heute eine Vielzahl an Parametern bei der Entscheidungsfindung berücksichtigen, um die vordergründig einfache Frage zu beantworten: Welches Gut soll auf welchen Lkw? „Unter dem Einfluss des zunehmenden Güterstruktureffekts steigen die Anforderungen an die Logistik rasant“, sagt Dr. Arne Schuldt, Geschäftsführer von Aimpulse, einem

„Bauchgefühl“-Entscheidungen automatisieren „Disponenten sind hochspezialisierte Experten auf ihrem Gebiet. Sie vollbringen es, bei der Berücksichtigung unterschiedlichster Parameter, dass Lieferungen zum vereinbarten Termin beim Kunden ankommen“, erläutert Dr. Arne Schuldt. „Doch in der Disposition sind Prozesse mitunter so komplex, dass sie mit einem guten ‚Bauchgefühl‘ zwar steuerbar sind, der Gesamtüberblick aber einfach nicht möglich ist. Und genau dieser ist nötig, wenn Prozesse optimiert und freie Kapazitäten identifiziert werden sollen.“ Aimpulse hat sich zum Ziel gesetzt, den Spielraum von Disponenten für verbesserte Entscheidungen in Logistikprozessen durch den Einsatz

„Eine intelligente Software wird zum Bindeglied, um die Fähigkeiten von Menschen und Maschinen ideal zu vereinen.“ Dr. Arne Schuldt

Spin-off der Uni Bremen. „IT-Systeme, welche die Entscheidungsfindung unterstützen, sogar in einigen Teilen automatisieren, verschaffen dem Disponenten Zeit für die Lösung komplexerer Fälle.“ In mehreren Projekten konnte die von Aimpulse kontinuierlich weiterentwickelte Software ihre Leistungsfähigkeit bereits demonstrieren.

eines, gemeinsam mit der Uni Bremen entwickelten, Echtzeit-Dispositionssystem zu ermöglichen. „Wir wollen das Wissen der Disponenten nutzen, um Standardentscheidungen automatisiert treffen zu können, damit die Experten mehr Zeit für anspruchsvollere Problemlösungen gewinnen“, so Dr. Schuldt.

## Tourenplanung in Echtzeit

Aimpulse setzt bei der IT-basierten Prozessoptimierung logistischer Abläufe auf wissenschaftliche Werkzeuge und Methoden und die Möglichkeiten zur detaillierten Simulation und Evaluation von Prozessen. „Erkenntnisse aus zehn Jahren Forschung zur Selbststeuerung der Logistik an der Universität Bremen sind heute zum Teil bereits real einsetzbar.

## Veränderte Produktion – veränderte Logistik

Die Produktion wird sich im Rahmen der Realisierung von Industrie 4.0-Konzepten analog zum Güterstruktureffekt in Richtung einer zunehmenden Individualisierung verändern. Diese Veränderung wird einen starken Effekt auch auf die Logistik haben, da noch flexiblere Modelle als just in time gefordert werden.

Die IT-Unterstützung ist nicht mehr wegzudenken, selbst wenn es heute bereits eine große Anzahl an Informationssystemen gibt, bedarf es in Zukunft Entscheidungsunterstützungssysteme, die einen Großteil logistischer Prozesse automatisieren können und so die Fähigkeiten von Menschen und Maschinen zu verbinden.

Innovationen sind ohne große Einstiegshürden umsetzbar. Sendungen müssen dafür nicht zwingend über ein eingebettetes intelligentes System verfügen. Heute lässt sich bereits ein großes Potenzial mit intelligenter Software heben“, so Dr. Arne Schuldt. Bei der Tourenplanung in Echtzeit können daher nicht nur Standardparameter berücksichtigt werden, es findet auch eine permanente Feindisposition statt, die unvorhergesehene Ereignisse ebenso wie angepasste Priorisierungen berücksichtigt.

## Optimierte Sammelgutlogistik

In Zusammenarbeit mit der Bremer Niederlassung eines bundesweit aktiven Sammelgutnetzwerkes setzte Aimpulse seine gemeinsam mit dem Technologie-Zentrum Informatik (TZI) der Uni Bremen entwickelte Dispositionssoftware ein, um den Disponenten Touren vorzuschlagen. „Der Sammelgutlogistiker sammelt im Nordwesten Deutschlands rund 1.000 Sendungen pro Tag ein und verteilt diese tagesgleich. Ein bis zwei Disponenten sind für die Touren- und Routenplanung zuständig“, erläutert Dr. Schuldt und führt aus: „Diese beginnen bereits nachts mit der Planung, wie 1.000 Sendungen möglichst effizient auf 60 Fahrzeuge verteilt werden können. Ein sie dabei unterstützendes Informationssystem, welches lediglich eine Grobplanung nach PLZ-Gebieten ermöglicht, verlangt großes Planungsgeschick der Disponenten. Dazu kommt eine hohe Dynamik, da der Bedarf der Kunden und die Kapazitäten häufig im Vorfeld unbekannt sind. Bislang laufen die Prozesse, aber die Frage ist dennoch, wie sie optimiert werden können. Reichen die 60 Fahrzeuge nicht aus, müssen zum Beispiel zusätzliche kurzfristig angemietet werden. Dafür sind die Kosten deutlich höher als bei den fest im Pool befindlichen Fahrzeugen. Das neue System bietet daher zusätzlich eine feingranulare Echtzeit-Disposition. Für jeden Lkw gibt es einen Softwarerepräsentanten. So kann die Software ideale Touren vorschlagen, auf deren Basis der Disponent seine Planungen anpassen kann.“

## Ausgezeichneter Überblick im Containernachlauf

Ein deutscher Einzelhändler mit mehr als 1.000 Geschäften bundesweit sowie zahlreichen weiteren in Supermärkte integrierten Verkaufsstellen verkauft jede Woche ein neues Artikelsortiment. Dazu empfängt das Unternehmen jede Woche zwischen 200 und 300 Seefrachtcontainer aus Produktionsstätten in Ostasien über die Häfen in Hamburg und Bremerhaven. Nach dem Umschlag gilt es, die Container möglichst effizient auf die deutschlandweiten Distributionslager zu verteilen. In einem dreijährigen Projekt wurde die gemeinsam mit der Uni Bremen

„Neben dem Ziel, kosten- und zeitoptimierte Prozesse zu ermöglichen, schafft eine automatisierte Planung der Standardfälle den zeitlichen Spielraum, damit sich Disponenten in komplexen Fällen mit ihrem ganzen Know-how einbringen können.“ Dr. Arne Schuldt

entwickelte Software genutzt, um den optimalen Containernachlauf zu simulieren. „Aus logistischer Sicht müssen jeden Tag über 1.000 Entscheidungen getroffen werden, die auf einer Basis von 30 Parametern pro Container aufbauen“, erläutert Dr. Schuldt die Herausforderungen. Im Projekt konnten die Logistik-IT-Experten aus Bremen das Prozesswissen in der Software abbilden und analysieren, nach welchen Kriterien der Disponent seine Entscheidungen trifft. „Jeder Disponent entscheidet selbstverständlich nicht entlang der 30 eigentlich definierten Kriterien, sondern kürzt einige Entscheidungen auch ab. Somit lag es an uns, diese Entscheidungen nachzuvollziehen.“ Das 2010 abgeschlossene Projekt wurde wegen des hohen Innovationsgrades und der Praxistauglichkeit mit dem Wissenschaftspreis der Bundesvereinigung Logistik (BVL) ausgezeichnet.

## 2,6 Millionen Palettentage pro Jahr einsparbar

„Wir konnten in diesem Projekt nicht nur zeigen, dass die Software eine automatische Disposition leisten kann, sondern auch, dass sie es besser kann, da Einsparpotenziale aufgezeigt wurden. Der Disponent hat vorher alle Container möglichst früh auf seine Lager verteilt. Die Software kann jedoch entscheiden, dass ein Container möglicherweise noch ein bis zwei Tage auf dem Container-Terminal verbleibt, was dann wiederum Lagerressourcen einspart. Das gesamte Einsparpotenzial liegt bei rund 2,6 Millionen Palettentagen pro Jahr“, berichtet Dr. Schuldt.

## Zeitgewinn effektiv nutzen

In beiden Projekten werde deutlich, so Dr. Arne Schuldt, dass die Software aufgrund der Berücksichtigung sämtlicher Parameter Einsparpotenziale aufzeigen kann, zu deren Aufspürung Logistiker im Tagesgeschäft kaum verfügbare Zeitkapazitäten haben. „Einsparungen sind jedoch nur ein Vorteil einer intelligenten Logistik-IT – vielmehr profitieren Disponenten von der gewonnenen Zeit, um ihr Know-how da einzubringen, wo es wirklich benötigt wird.“



Aimpulse Intelligence Systems GmbH

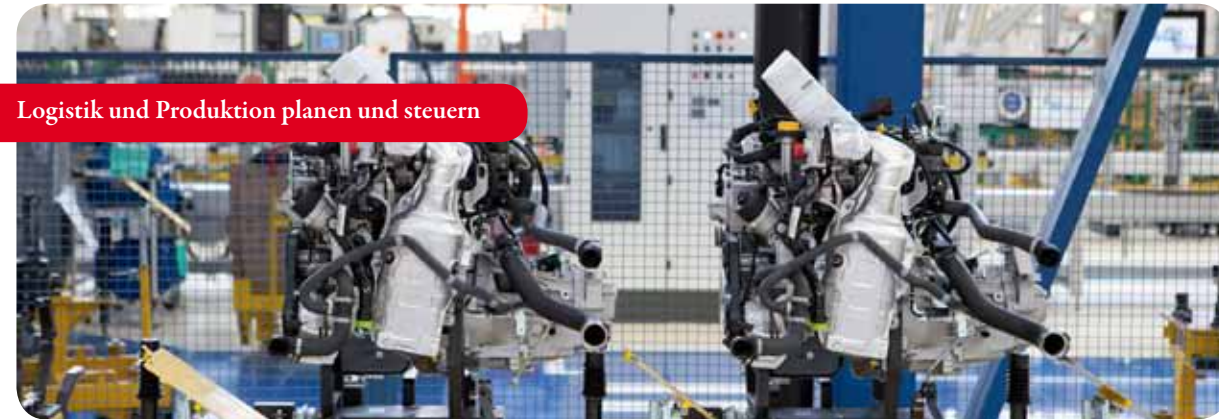
Dr. Arne Schuldt

0421/40897892

arne.schuldt@aimpulse.com

# Alles der Reihe nach!

## Innovative Simulationslösung ermöglicht optimierte Steuerungsregeln für die Reihenfolgeplanung



Fertigungsprozesse in der Halbleiterindustrie sind hochkomplex – mehrere hundert Schritte sind nötig, bis ein Wafer fertiggestellt ist. Die Produktionsprozesse sind in der Regel nach allen Möglichkeiten optimiert, die am Markt verfügbare Lösungen zur Steuerung und Planung zulassen. „Nicht ganz“, sagen dazu die beiden Wissenschaftler Dr.-Ing. Jens Heger und Torsten Hildebrandt, die im Rahmen eines Grundla-

genforschungsprojektes am BIBA eine Simulationssoftware entwickelten, die einen neuen, innovativen Ansatz verfolgt und enorme Verbesserung durch die Anpassung von Steuerungsregeln in diskreten Fertigungen ermöglichen soll. „Seit Mai 2014 bereiten wir eine Ausgründung aus dem BIBA vor, um die Software jasima zur Marktreife weiterzuentwickeln“, so die beiden zukünftigen Geschäftsführer.

### Von der Forschung zum Geschäftsmodell

Die Grundlagen für die Simulationslösung jasima (Java Simulator for Manufacturing and Logistics) entstand in einem von der DFG geförderten Forschungsprojekt am BIBA. Dr.-Ing. Jens Heger: „Wir erkann-

„jasima ermöglicht in der Praxis leistungsstarke Steuerungslösungen für die Logistik- und Produktionsplanung, die so bislang höchstens in der Forschung betrachtet wurden.“ Torsten Hildebrandt

ten im Verlauf des Projektes, dass die von uns am BIBA entwickelte Simulationslösung Unternehmen aus Produktion und Logistik in ihren Prozessen in einer Art und Weise unterstützen könnte, wie sie bis heute noch nicht am Markt verfügbar ist und höchstens in Forschungsarbeiten existiert.“ So fassten Dr.-Ing. Jens Heger und Torsten Hildebrandt den Entschluss, die im Projekt erarbeitete Software als Produkt in ein neu zu gründendes Unternehmen zu überführen.

### Betriebsbegleitende Simulation

Wurde eine Simulation erstellt, zum Beispiel um strategische oder taktische Problemstellungen zu lösen, kann das gleiche Modell auch genutzt werden, um im nächsten Schritt eine Software zu erstellen, die auch fortwährend operative Entscheidungen zielgenau unterstützt. „Wir adressieren mit unserer Lösung speziell die Bereiche, die bislang von Standardsoftware nicht oder nur unzureichend abgedeckt sind. Darüber hinaus können wir schlanke, individuell angepasste Software für einzelne Entscheidungsprobleme anbieten, für welche die Einführung großer Standard-Softwaresysteme absolut überdimensioniert wäre.“

### Individuelle Prioritätsregeln sind der Clou

„Automatisch generierte Prioritätsregeln zur Reihenfolgeplanung in Echtzeit sind der größte Clou der jasima

### Simulation und Industrie 4.0 ergänzen sich hervorragend

Bei der Zunahme von Industrie 4.0-Lösungen wie Cyber-Physischen Systemen, Sensorik und weiteren technologischen Innovationen stellt sich unweigerlich die Frage, inwieweit Produktion und Logistik noch zentral gesteuert werden. Sollen alle Informationen zentral im Leitstand gesammelt werden oder verbleiben sie direkt am Arbeitsplatz? Werden Entscheidungen dezentral ge-

troffen, müssen dennoch die globalen Ziele des Unternehmens erreicht werden. Simulation ist ein wichtiges Werkzeug, um zu überprüfen, wie sich dezentrale Entscheidungen auf die globale Zielerreichung eines Unternehmens auswirken. Gleichzeitig schafft Industrie 4.0 eine hervorragende Datengrundlage, die den Aufwand zur Erstellung einer Simulation deutlich senkt.

Lösung. Diese können insbesondere in der Organisationsform der Werkstatt- und flexiblen Fließfertigung eingesetzt werden“, erläutert Torsten Hildebrandt und Dr.-Ing. Jens Heger ergänzt: „Optimalerweise läuft dort bereits ein MES, das Standardregeln, wie beispielsweise ‚First In – First Out‘, nutzt, und wir können diese nach einer Simulation gegen verbesserte Regeln austauschen, damit die Zielkriterien des Unternehmens deutlich besser erreicht werden.“ Der Grundgedanke von jasima ist, dass Materialfluss- und Ablaufsimulation elementare Werkzeuge sind, um die Planung und den Betrieb logistischer Systeme zu optimieren und zu unterstützen. „Und jasima ist ein solches innovatives Werkzeug, um in produzierenden Betrieben und Logistikunternehmen Verbesserungspotenziale zu identifizieren. Dort können wir eine genaue Entscheidungsgrundlage für die Prozessreihenfolge, die Lageroptimierung oder beispielsweise auch die Auslegung eines Kanbansystems liefern. Mit jasima können wir jegliche diskrete Fertigung abbilden, wie beispielsweise im Maschinen- und Anlagenbau oder in der Automobilfertigung“, stellt Dr.-Ing. Jens Heger heraus.

### Hochgeschwindigkeitssimulation

Ein entscheidender Faktor für eine erfolgreiche Simulation ist die Arbeitsgeschwindigkeit der Software. Nur so können auch größere Szenarien mit komplexen Logistik- und Fertigungsstrukturen betrachtet werden, erläutert Torsten Hildebrandt: „Im Bereich der Halbleiterfertigung konnten wir die Leistungsfähigkeit von jasima bereits testen und demonstrieren. Die betrachtete Fertigung besteht aus mehr als 200 Maschinen, in der Wafer mit jeweils mehr als 300 Produktionsschritten gefertigt werden.“ Zwar sei die Fertigung nach aktuellsten Erkenntnissen bereits hochoptimiert, jedoch gab es Rahmenbedingungen, die den Produktionsprozess verkomplizieren. „Mit der jasima Simulation konnten wir die Durchlaufzeiten um rund zehn Prozent reduzieren, und das im Gegensatz zu den in der Literatur zu findenden Empfehlungen“, so Dr.-Ing. Jens Heger. „Interessant dabei ist, dass diese Optimierung lediglich durch den Austausch von Steuerungsregeln realisiert werden kann, also durch bessere Reihenfolgeentscheidungen. Teure Investitionen in zusätzliche Produktionskapazität waren nicht notwendig.“

### Die Unternehmung „jasima“

Im Mai 2014 sind Dr.-Ing. Jens Heger und Torsten Hildebrandt im Rahmen von EXIST, einem Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), mit der Ausgründung von jasima aus dem BIBA gestartet. Durch das Programm erhalten die beiden Gründer für ein Jahr eine finanzielle Förderung, um den Brückenschlag aus der Wissenschaft in die freie Wirtschaft nachhaltig zu gestalten. „Über EXIST sind wir finanziell abgesichert und können uns so voll und ganz auf die

„jasima ist ein innovatives Werkzeug, um in produzierenden Betrieben und Logistikunternehmen Verbesserungspotenziale zu identifizieren. Auf Basis der Ergebnisse können Entscheidungsalternativen präzise quantitativ bewertet werden.“ Dr.-Ing. Jens Heger

nächsten Schritte bis zur Gründung einer GmbH konzentrieren. Diese ist nach aktuellem Stand für Anfang 2015 anvisiert. Weiterhin können wir in Kooperation mit dem BIBA die Institutsinfrastruktur nutzen“, so Dr.-Ing. Jens Heger. Die enge Kooperation mit dem BIBA sei auch ein wichtiger Faktor beim Aufbau von Unternehmenskontakten, berichtet Torsten Hildebrandt: „Wir sind natürlich ein junges Unternehmen, auch wenn wir am BIBA bereits in mehreren Projekten gemeinsam mit Industrie- und Logistikunternehmen aktiv waren. Das BIBA steht für mehr als 30 Jahre anwendungsorientierter Forschung. Das schafft zusätzlich Vertrauen.“ Neben EXIST wurden die beiden Gründer in das Bremer Förderprogramm für Unternehmensgründungen (BRUT) aufgenommen.

### Die nächsten Schritte

„Wir wollen Unternehmen motivieren, gemeinsam mit uns jasima in der Praxis einzusetzen und damit mögliche Potenziale zu heben. Dies sind Unternehmen, die bereit für den Einsatz einer innovativen Lösung sind, die deutlich über das hinausgeht, was am Markt derzeit angeboten wird. Unser Alleinstellungsmerkmal ist unsere eigene, sehr leistungsstarke und gleichzeitig flexible Simulationssoftware und die darauf basierenden leistungsstarke Steuerungslösungen, die so bislang nur in der Forschung, jedoch noch nicht in einem marktreifen Produkt verfügbar sind“, erläutert Torsten Hildebrandt. Darüber hinaus sehen die beiden Forscher produktionsbegleitende Simulation, Prognosemethoden und Data Mining als zusätzliche Themen, mit denen Unternehmen ihre Prozesse weiter optimieren können. „Wir bieten ein Gesamtpaket aus unserer eigenen Software, unserer Beratung und unserem wissenschaftlichen Hintergrund an. Wir haben die Freiheit, die Software in jeglicher Form an die Anforderungen von Kunden anzupassen und so individuelle Dienstleistungen und innovative Lösungen anzubieten, welche die Prozesse von Produktions- und Logistikunternehmen deutlich verbessern.“



BIBA  
Torsten Hildebrandt  
0421/21850105  
hil@biba.uni-bremen.de



BIBA  
Dr.-Ing. Jens Heger  
0421/21850103  
heg@biba.uni-bremen.de



# RFID-Kennzeichnung für Holzpaletten: BIBA entwickelt mobilen Tagging Roboter

Mobile Funktionseinheit entkoppelt das RFID-Tagging von Paletten von der Produktionsanlage



Der Handel ruft nach transparenten Supply Chains. Als Reaktion will das BIBA bereits Ende 2014 den Prototyp eines mobilen Tagging Roboters zur RFID-Kennzeichnung von Holzflachpaletten vorstellen. Durch die Entkopplung der RFID-Kennzeichnung

## Mehr Transparenz durch RFID-Lösungen

Im internationalen Warenverkehr stellt die Holzflachpalette einen der bedeutsamsten Ladungsträger dar. Der größte Palettenpoolbetreiber EPAL (European Pallet Association e. V.) spricht von 350 bis 500 Millionen Paletten im Umlauf. Das genaue Zahlenwerk schwankt je nach Hersteller, auch weil aus dem Kreislauf ausgeschiedene Paletten nicht registriert werden. Der Handel sucht nach Lösungen für eine transparentere Verfolgung der Palettenströme. Die EPAL plant daher eine RFID-basierte Möglichkeit zur Lokalisierung und Identifizierung von Paletten und veröffentlichte in diesem Zuge eine Guideline zum Tagging von Holz- und Europaletten.

Mit Blick auf den langen Produktlebenszyklus müssen sowohl neu produzierte als auch bereits im Umlauf befindliche Paletten gekennzeichnet werden. Eine Herausforderung, die räumlicher Flexibilität bedarf. Das BIBA reagiert mit der

„Die Mobilität des Roboters bietet den Vorteil, dass der Bedarf gleich mehrerer kleinerer Betriebe gedeckt werden kann.“  
Dirk Werthmann

von der Herstellung der Paletten greift das BIBA dabei nicht in bestehende Produktionsprozesse ein und bietet eine hohe Flexibilität bei der Installation von RFID-Transpondern. Schafft das BIBA mit seiner mobilen Lösung die Basis für eine automatisierte Logistik?

Entwicklung eines mobilen Tagging Roboters. Ziel ist es, Palettenstapel automatisiert zu erklimmen, um sie gemäß der Guideline mit zwei RFID-Transpondern zu bestücken. Einsetzbar soll der Roboter sowohl an den Produktionsmaschinen als auch in Lägern und an Umschlagsknoten sein.

## Patentlösung für die Anforderungen der Praxis

Als anwendungsorientiertes Institut an der Universität Bremen orientiert sich das BIBA dabei eng an den Anforderungen der Praxis. So gilt es nicht nur die EPAL-Guideline, sondern auch den spezifischen Produktlebenszyklus von Paletten zu berücksichtigen. Im Zuge der Produktion von Holzpaletten mit einer Taktung von rund sechs Sekunden wäre ein manuelles RFID-Tagging unwirtschaftlich. Die Integration einer automatisierten RFID-Kennzeichnung in die bestehende, optimierte Produktionsanlage erweist

sich als kostenintensiv und wäre für die Bestückung gebrauchter Paletten mit RFID-Tags nutzlos.

nen zukünftig über das Internet der Dinge verschiedene Informationen abgerufen werden. Von Interesse könnte es beispielsweise sein, Details über die Ladung zu erfahren, wer der Empfänger ist oder welche Besonderheiten bei dem Transport gelten. Aber auch über den Ladungsträger selbst könnten Informationen bereitgestellt werden, wie Echtheitszertifikate oder seine Reparaturhistorie.

Das Erfordernis einer räumlichen Flexibilität ist deutlich erkennbar, die genaue Nachfrage von Unternehmensseite nach RFID-Transpondern an Paletten aber umso weniger. Gerade deshalb wähnt sich das BIBA mit seinem mobilen Ansatz auf dem richtigen Weg. Die Anmeldung eines Patents für Deutschland sowie eine SIGNO-Förderung vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, die die Überführung von Patenten zur Serienreife fördert, unterstreichen dies. Der Entwicklungsprozess des Roboters begann dabei schon parallel zum Erlass der Guideline im Jahre 2010, wurde aber innerhalb der letzten 18 Monate deutlich intensiviert.

## Moderne Technologie trifft traditionellen Ladungsträger

Der mobile Tagging Roboter ist eine mit dem Stromnetz verbundene Rahmenkonstruktion, ausgelegt auf die Maße von Europaletten, perspektivisch aber auch flexibel auf andere Ladungsträgerformate anwendbar. Nach der manuellen Heranführung an den Palettenstapel verrichtet der Roboter seine Arbeit autark. Zur Verringerung der Gewichtsbelastung wird den hölzernen Palettentürmen dabei mit einer Kohlefaserkonstruktion zu Leibe gerückt. Über eine Sensorik klettert der Roboter in Windeseile hinauf und versieht Palette für Palette mit je zwei RFID-Transpondern.

„Ein autark kletternder Roboter, der Versatz zwischen nicht-ideal gestapelten Paletten verzeiht, stellt die Konstruktion vor eine große Herausforderung.“  
Tim Schmohl

Die Bestückung wird über ein austauschbares Modul realisiert. Fräst die Erfindung derzeit noch eine Nut in die Holzpalette und nagelt den RFID-Tag ein, ist durch den modularen Aufbau auch eine Klebefunktion denkbar. Neben der reinen Tagging-Funktion, idealerweise mit einer Taktung von sechs Sekunden, erhält der Roboter eine Leseinheit, die für gemischte und in Teilen möglicherweise schon mit Transpondern versehene Palettenstapel sinnvoll ist.

Abhängig von den Planungen der EPAL, welches System man für mehr Transparenz in den Supply Chains aufsetzt, können dort, wo bisher nur vage Vermutungen über den Produktlebenszyklus einer Europalette bestehen, gezielt Informationen zu Standorten, Reparaturen und Defekten einer Palette gesammelt und ausgewertet werden.

Im Entwicklungsprozess profitiert das BIBA von den Kompetenzen des institutseigenen Bereiches BIK (Institut für integrierte Produktentwicklung), der sich für die Konstruktion der Kletter- und Ablassfunktion verantwortlich zeigt. Die Gestaltung und Programmierung der Steuerung übernimmt der Bereich IPS (Intelligente Produktions- und Logistiksysteme). Durch die enge Verzahnung der Bereiche mit ihren jeweiligen Kompetenzen entsteht somit ein innovatives Produkt.

## Innovationsgrad des Roboters

- Entkopplung von RFID-Tagging und Produktion
- Lese- und Datensammlungsfunktion für transparente Supply Chains
- Modularer Aufbau für flexible Tagging-Verfahren
- Mobile Bauweise mit Kletterfunktion

„Wir leben nicht im Elfenbeinturm. Mit der Entwicklung des mobilen Tagging Roboters reagieren wir auf die Anforderungen aus der Praxis.“  
Dirk Werthmann

## Mit Mobilität und Lesefunktion zur Serienreife?

Im Wettbewerb um Abnehmer eines Tagging Roboters will das BIBA von der Mobilität und der Fähigkeit zur Datensammlung seiner Erfindung profitieren. Speziell die Entkopplung des Tagging-Prozesses von der Produktionsanlage kann vor dem Hintergrund der unklaren Nachfragesituation zum kostensparenden Alleinstellungsmerkmal werden, da der Roboter gerade zu Anfangszeiten den Bedarf mehrerer Unternehmen decken kann. Auf dem steinigem Weg zur Serienreife steht das BIBA jedoch vor zahlreichen Herausforderungen. Auf Nachfrage von „RFID im Blick“ zählt Dirk Werthmann, Abteilungsleiter Planungs- und Steuerungsmethoden, dazu fehlende Erfahrungswerte in der

maximal zu erklimmenden Höhe der Palettenstapel und dem möglichen Automatisierungsgrad.

Allgemein stellen sich wichtige Fragen, auf die bisher noch keine Antwort möglich ist. Wie nimmt die Zielgruppe, also Hersteller und Reparaturbetriebe von Europaletten, das Produkt an? Wie reagiert der Kletterroboter auf andere Holzarten, schiefe Palettenstapel, alte oder gar defekte Paletten? Gerade hierzu ist es für das BIBA von zentraler Bedeutung, nach dem geplanten Abschluss der Entwicklung des Demonstrators Ende 2014 und dem Live-Testing, einen Business-Partner zu finden, der das Produkt durch Kompetenzen in Produktion und Service gemeinsam zur Serienreife bringt. Erst dann lässt sich verlässlich bewerten, ob die Entwicklung einen Nutzwert für die automatisierte Logistik hat.



BIBA  
Dirk Werthmann  
0421/21850167  
wdi@biba.uni-bremen.de



BIK - Universität Bremen  
Tim Schmohl  
0421/21864872  
sol@biba.uni-bremen.de

## Industrie 4.0

Durch den Tagging-Roboter wird es zukünftig möglich, Holzpaletten wirtschaftlich mit RFID-Transpondern zu bestücken und so als umweltfreundliche Ladungsträger Teil der cyber-physischen Welt und von Industrie 4.0 werden zu lassen. Der RFID-Transponder erlaubt es, den Ladungsträger innerhalb der Supply Chains zu identifizieren. Basierend auf der eindeutigen Identifikationsnummer kön-

# Intelligent, interdisziplinär, international

Innovative Produktion und Logistik  
Bremens Wissenschaft und Wirtschaft im internationalen Dialog

## Dynamik in der Logistik – Forschung trifft Anwendung

Die LDIC Konferenzreihe, die vom Forschungsverbund LogDynamics veranstaltet wird, bietet eine Plattform für den wissenschaftlichen Austausch zu den neuesten technologischen Entwicklungen im Themenfeld Logistik und deren Anwendungen. Das Programm umfasst Vorträge international renommierter Expertinnen und Experten, die interdisziplinäre Fragestellungen der Logistik thematisieren. Der Tagungsband der Konferenz wird beim renommierten Springer-Verlag in der Schriftenreihe „Lecture Notes in Logistics“ veröffentlicht. Die nächste Veranstaltung der Konferenzreihe findet vom 22. bis zum 26. Februar 2016 an der Universität Bremen statt.



International Conference on Dynamics in Logistics (LDIC)

[www.ldic-conference.org](http://www.ldic-conference.org)

## Auf dem Weg zur vierten industriellen Revolution

Der inhaltliche Bogen der SysInt Konferenzreihe reicht von Methoden zur Entwicklung intelligenter Systeme bis zu der Hard- und Software, die diese Systeme ermöglicht. Neben den technologischen Grundlagen der

intelligenten Systeme bilden die Anwendungen in Produktion und Logistik – unter dem Oberbegriff „Industrie 4.0“ – einen der Konferenzschwerpunkte. Organisatoren der SysInt Konferenzreihe sind die Forschungsstandorte der Universitäten Bremen, Hannover und Paderborn, vertreten durch den Forschungsverbund LogDynamics und die Zentrale Wissenschaftliche Einrichtung ISIS der Universität Bremen, den SFB 653 „Gentelligente Bauteile in ihrem Lebenszyklus“ und den Spitzencluster „Intelligente Technische Systeme Ostwestfalen-Lippe“. Nach Hannover (2012) und Bremen (2014) findet die SysInt 2016 in Paderborn statt.

International Conference on System-integrated Intelligence (SysInt)

[www.sysint-conference.org](http://www.sysint-conference.org)

## Logistik für die Windenergie – Herausforderungen und Lösungen für moderne Windenergieanlagen

Die wesentlichen Effizienzpotenziale der Windenergiebranche liegen in einer lebenszyklusübergreifenden Betrachtung und Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette. Mit dem Begriff der Windenergie-Logistik werden Konzepte, Prozesse und Technologien zusammengefasst, die einen entscheidenden Beitrag dazu leisten. Die Herausforderungen und Lösungsansätze zu logistischen Fragestellungen werden im Rahmen des Industrie-Symposiums am 3. Dezember 2014 in Bremen vorgestellt und diskutiert. Die vom Forschungsverbund LogDynamics initiierte Veranstaltung bringt namhafte Akteure der Branche sowie führende Forschungseinrichtungen zusammen.

Logistik für die Windenergie – Industrie-Symposium  
[www.windenergie-logistik.logdynamics.de](http://www.windenergie-logistik.logdynamics.de)



# 5<sup>th</sup> International Conference on Dynamics in Logistics (LDIC 2016)

Bremen, 22. bis 26. Februar 2016

Güter auf sinnvolle Weise von A nach B zu transportieren – das war die Logistik von gestern. Die Logistik von heute bietet Methoden, die es ermöglichen, auf die dynamischen technischen und sozioökonomischen Entwicklungen schnell und flexibel reagieren zu können. Besondere Aufmerksamkeit verdienen dabei die effiziente Ressourcenteilung und das Wissensmanagement sowie neue Technologien wie Cyber-Physical Systems und Networking. Diese vielfältigen Aspekte werden im Rahmen der fünften „International Conference on Dynamics in Logistics“ (LDIC 2016) vorgestellt und diskutiert. Sie bietet eine Plattform für den wissenschaftlichen Austausch über die neuesten technologischen Entwicklungen im Themenfeld „Logistik“ und ihre Anwendungen.

Parallel zur LDIC 2016 wird die 7<sup>th</sup> IFAC Conference on Management and Control of Production and Logistics (MCPL 2016) veranstaltet.



Weitere Informationen:  
[www.ldic-conference.org](http://www.ldic-conference.org)



**TURCK**

Industrielle  
Automation



## IHR SCHLÜSSEL ZUR INDUSTRIE 4.0 RFID-LÖSUNG BL ident

- ✓ Einfache Anwendung durch Modulkonzept und optimierte Schreibleseköpfe
- ✓ Mischbetrieb von UHF- und HF-Technologie an einem Interfacemodul
- ✓ Langlebige FRAM-Datenträger in zahlreichen Bauformen – auch für Spezialanwendungen
- ✓ I/O-Module und Gateways – auch programmierbar – für zahlreiche Feldbusse

[www.turck.com](http://www.turck.com)

***Sense it! Connect it! Bus it! Solve it!***

Hans Turck GmbH & Co. KG  
Witzlebenstraße 7  
45472 Mülheim an der Ruhr  
Tel. +49 208 4952-0, Fax -264  
E-Mail [more@turck.com](mailto:more@turck.com)  
Mehr Infos: [www.turck.de/rfid](http://www.turck.de/rfid)

