

# LOGISTIKentdecken

Magazin des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund

#18



Topthema:

## MENSCH UND MASCHINE ALS PARTNER



Fraunhofer

IML

Joseph v. Fraunhofer Str. 2-4

Feuerwehrrzufahrt



## Impressum:

Herausgeber:

Fraunhofer-Institut für  
Materialfluss und Logistik IML  
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2–4  
44227 Dortmund

Telefon +49 231 9743-0  
Telefax +49 231 9743-211

logistikentdecken@iml.fraunhofer.de  
www.iml.fraunhofer.de

Redaktion:

Bettina von Janczewski,  
Julian Jakubiak,  
Sabine Barde, Sabine Vogel,  
Lia Rodehorst, Lara Malberger

Fotos:

Fraunhofer IML, Dortmund  
Fotolia, [www.fotolia.com](http://www.fotolia.com)  
Titelbild: G. Katsimitsoulis

Satz und Layout:

Georgios Katsimitsoulis,  
Mandy Lindemann

Druck und Verarbeitung:

Griebsch & Rochol Druck GmbH,  
Hamm

# LIEBE FREUNDE DER LOGISTIK,

neue Kollegen können eine Herausforderung sein – und eine Chance. Vor allem, wenn sie so völlig anders sind als alle bisherigen. In der Social Networked Industry werden wir nicht nur mit Menschen zusammenarbeiten. Unsere neuen Kollegen sind Smart Devices, cyberphysische Systeme und Roboter. Dieses Teamwork wird in sozialen Netzwerken (Social Networks) stattfinden und wenn es reibungslos läuft, vereint es die Stärken aller Beteiligten. Der Weg dahin besteht aus dynamischem Anpacken der Dinge, aus »einfach machen!«, ausprobieren und lernen.

Wer die Zukunft verändern will, muss neue Wege gehen – insbesondere in der Wissenschaft. Angepasst an die Herausforderungen von Gegenwart und Zukunft richtet unser Institut seine Arbeit daher strategisch nach der Vision einer humanzentrierten Social Networked Industry aus, in der der Mensch der Kopf des Netzwerks ist. Hier arbeiten Mensch und Maschine als Partner in agilen Wertschöpfungsnetzwerken und kommunizieren aktiv miteinander. Mit einem exklusiven Einblick in unsere Institutsstrategie – von der Leitvision Social Networked Industry bis hin zu den dahinter stehenden Zukunftsbildern – lassen wir Sie in dieser Ausgabe nicht nur an unserem Plan von der Zukunft teilhaben, sondern laden Sie ein mitzumachen (S. 6). Dafür haben unsere Institutsleiter zentrale Fragen exklusiv für Sie beantwortet (S. 12).

Mit unseren digitalen Initiativen von der engen Kooperation mit den Think Tanks der Logistik bis zur Unterstützung des Mittelstands sind wir seit mehreren Jahren erfolgreich. Drei weitere Initiativen schließen nun die Innovationskette und decken das gesamte Spektrum ab, das die Wissenschaft leisten kann – von der Grundlagenforschung bis zum Markteintritt: Im Forschungszentrum des Innovationslabors »Hybride Dienstleistungen in der Logistik« liegt der Fokus ganz auf der Mensch-Maschine-Interaktion (S. 22); eine Roadmap für die Grundlagenforschung entsteht im Leistungszentrum Logistik und IT (S. 20). Auch neue Geschäftsmodelle kommen nicht zu kurz: Im Digital Hub Logistics können sich Start-ups und unternehmensinterne Innovationsteams mit Hilfe eines Digital Transformation Guides den Weg in die Industrie 4.0 ebnen – und ihren Ideen den Weg in den Markt (S. 24).

Es gilt also: Wer Gutes finden will, muss nicht in die Ferne schweifen. Erfolgsgeschichten für eine gelungene Digitalisierung gibt es nicht nur im Silicon Valley, sondern auch im Ruhrgebiet. Im »Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Dortmund« erarbeiten wir seit Anfang 2016 gemeinsam mit mittelständischen Unternehmen aus der Region deren Weg in die Industrie 4.0. Und das äußerst erfolgreich, wie unsere »Success Stories« in der Rubrik »Mittelstand 4.0« zeigen (ab S. 26).

Welch großes Innovationspotenzial eine Kultur des »Einfach machen« hervorbringen kann, beweisen unsere Ausgründungen: Das preisgekrönte Start-up MotionMiners (S. 36) macht sich ebenso auf in die Selbstständigkeit wie die Drohnenlösung »doks. innovation« (S. 44). Machen macht's eben möglich!

Das gilt auch für die Intralogistik, in der Mensch und Maschine in Zukunft auf vielfältige Weise zusammenarbeiten werden. Ein Beispiel sind modulare Fahrerlose Transportfahrzeuge, die sich selbstständig auf immer komplexere und individuellere Fertigungsprozesse einstellen. Sie sollen die Zusammenarbeit von Mensch und Maschine ergonomisch und interaktiv machen – so wie unser Kleinladungsträger EMILI (S. 38). Damit die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine optimal und zum Wohle der Gesellschaft verläuft, haben wir uns Experten aus der Arbeitsforschung ins Boot geholt, mit denen wir im neuen Forschungsfeld der kognitiven Ergonomie untersuchen, wie Mitarbeiter langfristig gesund, zufrieden und produktiv mit digitalen Assistenzsystemen arbeiten können (S. 40).

Doch der Mensch als Kopf der Social Networked Industry muss nicht nur mit Maschinen interagieren, sondern auch seiner globalen Verantwortung in der Mobilität der Zukunft gerecht werden. Auf der Straße verliert der Diesel als Antriebstechnologie für Lkw in Zukunft stark an Bedeutung. Eine Alternative ist der nachhaltige Einsatz von Elektro-Nutzfahrzeugen (S. 50) oder der Brennstoffzellenantrieb (S. 52).

Auch das Logistikmanagement bereitet sich auf Veränderungen vor. Das Trendthema Blockchain bekommt in der Logistik eine völlig neue Bedeutung: Sie ermöglicht die Kommunikation aller Beteiligten der Social Networked Industry und verknüpft zukünftig Waren- und Finanzströme (S. 54).

Lassen Sie uns gemeinsam an unseren Zukunftsbildern zum Wohle der Gesellschaft arbeiten – ob in der Grundlagenforschung, im Mittelstand oder der Start-up-Branche. Denn für wen wollen wir die Social Networked Industry gestalten, wenn nicht für den Menschen?

In diesem Sinne wünschen wir Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre!



Bettina von Janczewski  
Teamleiterin Presse / Pressesprecherin  
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML



# INHALT

## LOGISTIK ENTDECKEN #18

### ALLGEMEINES



VORWORT	3
IMPRESSUM	2
NOTIZEN	60



TOPTHEMA: MENSCH UND MASCHINE ALS PARTNER	6
--	---

### WISSENSVORSPRUNG FÜR DIE LOGISTIK



RAUM FÜR INNOVATIONEN	18
DIE SUCHE NACH DEN FRAGEN VON MORGEN	20
HOLLYWOOD IN DORTMUND	22
INNOVATIONS-ÖKOLOGISCHES SYSTEM SOLL DIGITALE TRANSFORMATION BEFLÜGELN	24

### MITTELSTAND 4.0



RUHRPOTT STATT SILICON VALLEY	26
ES MUSS NICHT IMMER DER GROSSE WURF SEIN	28
3 SCHRITTE ZUM INTELLIGENTEN MATERIALFLUSS	30
VERNETZUNG SCHAFFT WIN-WIN-SITUATION	32
DIGITALISIERUNG DER »ZETTELWIRTSCHAFT«	34

## INTRALOGISTIK



	MIT »MOTION-MINING« ARBEITS- BEDINGUNGEN UND PROZESSE OPTIMIEREN	36
	LÄCHELT EMILI, FREUT SICH AUCH DER MENSCH	38
	KOLLEGIN MASCHINE UND ICH	40
	WENN AUS ERNST SPASS WIRD	42
	INVENTUR WIE IM FLUG	44
	EIN FTF FÜR ALLE FÄLLE	46

## MOBILITÄT UND UMWELT



	DAS KOMMT MIR IN DIE TÜTE	48
	ELEKTRONUTZFAHRZEUGE SINNVOLL EINSETZEN	50
	BRENNSTOFFZELLENANTRIEB STATT DIESEL?	52

## LOGISTIKMANAGEMENT



	BLOCKCHAIN MEETS SUPPLY CHAIN	54
	LIQUIDITÄTSMANGEL ADE!	56
	MEHR TEMPO BEIM WISSENSTRANSFER	58

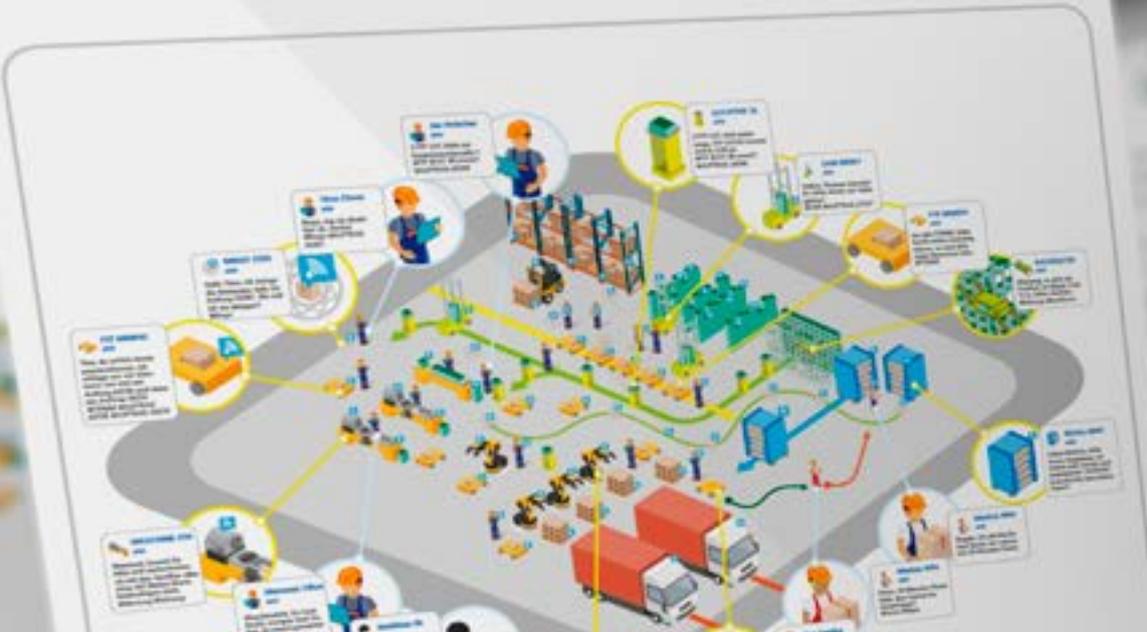


**Fraunhofer IML**  
@fraunhoferiml

Folgen

## Social Networked Industry

Die Arbeitswelt der Zukunft ist die Social Networked Industry.



**Fraunhofer**  
@fraunhoferiml

Social Networked Industry  
So entstehen so  
Technik auf neu  
einander verbind  
vernetzte Industr



**MENSCH UND MASCHINE ALS**

# PARTNER

Wer die Zukunft verändern will, muss neue Wege gehen. Das gilt vor allem für die Wissenschaft. Die Zeit der langen Vorläufe ist vorbei: »Einfach machen!« ist die neue Maxime – für die Arbeit des Fraunhofer IML und für alle Akteure aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Darum hat das Institut mit den Pictures of the Future (PoF) sechs Zukunftsvisionen erarbeitet, an denen es in den kommenden 20 Jahren arbeiten will – mit einem Ziel: die Social Networked Industry, in der Mensch und Maschine zum Team werden, zum Besten der Gesellschaft zu gestalten.

## Social Networked Industry

Folgen

Das, du bistst etwas  
schlagen vor wir küm-  
men um 10:11 um  
Auftrag 40758 und dann  
um Auftrag 34276  
17:14:59 Auftr. 17:14:  
42:54 Auftr. 17:14:59



034

**Muhammed Ollan**  
Maschinenist, die hast  
Recht, warum hast Du  
Recht, du musst gewartet  
werden!  
Anmeldung Montag  
Küchen

**Matthias W.**  
An alle, wir haben alle  
für heute geplanten  
Aufträge für 2:30h  
abgebrochen, d.h. die  
Faktoren sind um 14:35  
abgebrochen!  
Küchen



**ROB 936**  
Mensch, können bitte nicht  
zu mehr, alle werden auch  
schonmal ich mich  
bewegen kann.  
17:14:59 Auftr. 17:14:59



Folgen

## Social Networked Industry

Soziale Netzwerke, die Mensch und  
Technik auf neue Weise in der Arbeitswelt mit-  
einander verbinden – das Ergebnis ist eine sozial  
vernetzte Industrie.



## ZUKUNFTSBILD SOCIAL NETWORKED INDUSTRY

Die Arbeitswelt der Zukunft ist die Social Networked Industry. Intelligente Geräte wie Datenbrillen oder Tablets ermöglichen es den Beschäftigten, mit intelligenten und vernetzten Maschinen zu interagieren. So entstehen soziale Netzwerke, die Mensch und Technik auf neue Weise in der Arbeitswelt miteinander verbinden – das Ergebnis ist eine sozial vernetzte Industrie. Es ist das erklärte Ziel, eine lebenswerte Zukunft der Arbeit in den Bereichen Produktion und Logistik zu gestalten, in der der Mensch zum Dirigenten ganzer Systeme wird. Die Social Networked Industry ist damit auch die konsequente Weiterentwicklung der Vision der vierten industriellen Revolution. Das Fraunhofer IML arbeitet in zahlreichen Initiativen und Projekten daran, dieses positive Zukunftsbild umzusetzen.



## ZUKUNFTSBILD INTELLIGENT VERNETZTE VERSORGUNG

Mobilität, verstanden als die Beweglichkeit von Gütern und Personen in einem geografischen Raum, ist ein zentraler Treiber industrieller Entwicklung. Sie trägt in enormem Maße zu wirtschaftlichem Wachstum und Beschäftigung bei. Die Logistik erfüllt vor allem in dicht besiedelten urbanen Räumen wesentliche Aufgaben in der Ver- und Entsorgung – ob im Bereich privater Haushalte, des Handels oder von Produktionsstandorten. Neue Mobilitäts- und Fahrzeugkonzepte spielen eine wichtige Rolle. Mit dem Forschungsbereich »Urbane Logistik« verfolgt das Fraunhofer IML das Ziel, aktuelle Technologien und Lösungen weiterzuentwickeln, zu ergänzen und zu einem dezentral gesteuerten Gesamtsystem zu vernetzen.

### Lösungsansätze:

- Infrastrukturen wie Umschlag hubs und -terminals, Warenübergabestationen, Transportmittel und Ladungsträger
- Multimodale Verkehrskonzepte
- Emissionsfreie, elektromobile Antriebe auch im Wirtschafts- und Frachtverkehr

## ZUKUNFTSBILD AGILE WERT- SCHÖPFUNGS- NETZWERKE

Die rasante technische Entwicklung führt zu noch kürzeren Produktlebenszyklen. Unternehmen müssen ihre Produktion kontinuierlich umstellen. Die klassische Rollenverteilung von Produzent, Händler und Logistiker ist aufgehoben, die Rollen verschmelzen miteinander. Die Marktmacht des Konsumenten und seine Forderungen nach individualisierten, günstigen Produkten und Dienstleistungen mit sofortiger Verfügbarkeit auf Knopfdruck stellen immer höhere Anforderungen an die Unternehmen. Darum wird die Zukunft der Produktion und des Handels von agilen Wertschöpfungsnetzwerken geprägt sein. Das Fraunhofer IML steht dabei für eine Plug&Play-fähige Logistik, deren Bestandteile die Konfiguration eines transparenten Logistiknetzwerks in kürzester Zeit ermöglichen.

### Lösungsansätze:

- Durchgängiger Einsatz von Sensorik und datentechnischer Vernetzung
- Assistenzsysteme
- Industrial Data Space: ein virtueller Datenraum, der für die digitale Souveränität von Daten und Diensten bürgt

Logistik  
Veränderungsgeschwindigkeit der Welt  
halten, setzen Unternehmen immer mehr  
erte Planungswerkzeuge und flexible Auto-  
ngslösungen ein.



## ZUKUNFTSBILD ZELLULARE LOGISTIK

Um mit der Veränderungsgeschwindigkeit der Welt Schritt zu halten, setzen Unternehmen immer mehr automatisierte Planungswerkzeuge und flexible Automatisierungslösungen ein. Auswirkungen von Entscheidungen werden mittels virtueller Realität und Simulationen, eingebettet in virtuelle Assistenten, sekundenschnell geprüft. Das Internet der Dinge, Cloud Computing und der Einsatz von cyberphysischen Systemen sind in dezentralen Logistiksystemen weit verbreitet. Die Anpassungsfähigkeit der Logistiksysteme ist eine Grundvoraussetzung, damit Unternehmen konkurrenzfähig bleiben – Logistikkompetenz wird zu einem entscheidenden Enabler erfolgreicher Unternehmensnetzwerke. Das Fraunhofer IML nimmt dabei eine gestaltende Rolle in der Technologie- und Softwareentwicklung ein.

### Lösungsansätze:

- Planungsaufgaben automatisieren und automatisieren
- Wissensbasierte Systeme, die die benötigte hohe Datenqualität und die Interpretation großer Datenmengen sicherstellen
- Logistics Assistant Devices als zentrales Steuerungs- und Kommunikationsinstrument



## ZUKUNFTSBILD DER MENSCH UND SEINE GLOBALE VERANTWORTUNG

Der nachhaltig handelnde Mensch lebt in einer global vernetzten, aber regional fokussierten Gesellschaft. Angesichts der drastischen Folgen des Klimawandels und der begrenzten Ressourcenverfügbarkeit fordert er mehr Transparenz, um sein Handeln als Konsument auch mit Blick auf zukünftige Generationen auszuüben. Dazu greift er auf Informationen aus der Logistik zurück, die ihn über den Ressourcenverbrauch aller Produkte aufklären – von der Rohstoffgewinnung über die Produktion und die Nutzungsphase bis hin zum Recycling. Das Fraunhofer IML hat die Schlüsselrolle der Logistik als Transparenzmedium für Rohstoffgewinnung, Kreislaufwirtschaft, Produktion, Konsumentenbildung und den Welthandel frühzeitig erkannt und verfolgt mit seinen Forschungsaktivitäten ein positives Zukunftsbild der Logistik in einer globalisierten Welt.

### Lösungsansätze:

- Energieeffizienz durch grüne Benchmarks, Carbon Footprint, Bewertung von Umwelteinflüssen von Produkten
- Innovative Konzepte der Kreislaufwirtschaft
- Interdisziplinäre Produktkennzeichnung

## ZUKUNFTSBILD DER MENSCH IM FOKUS

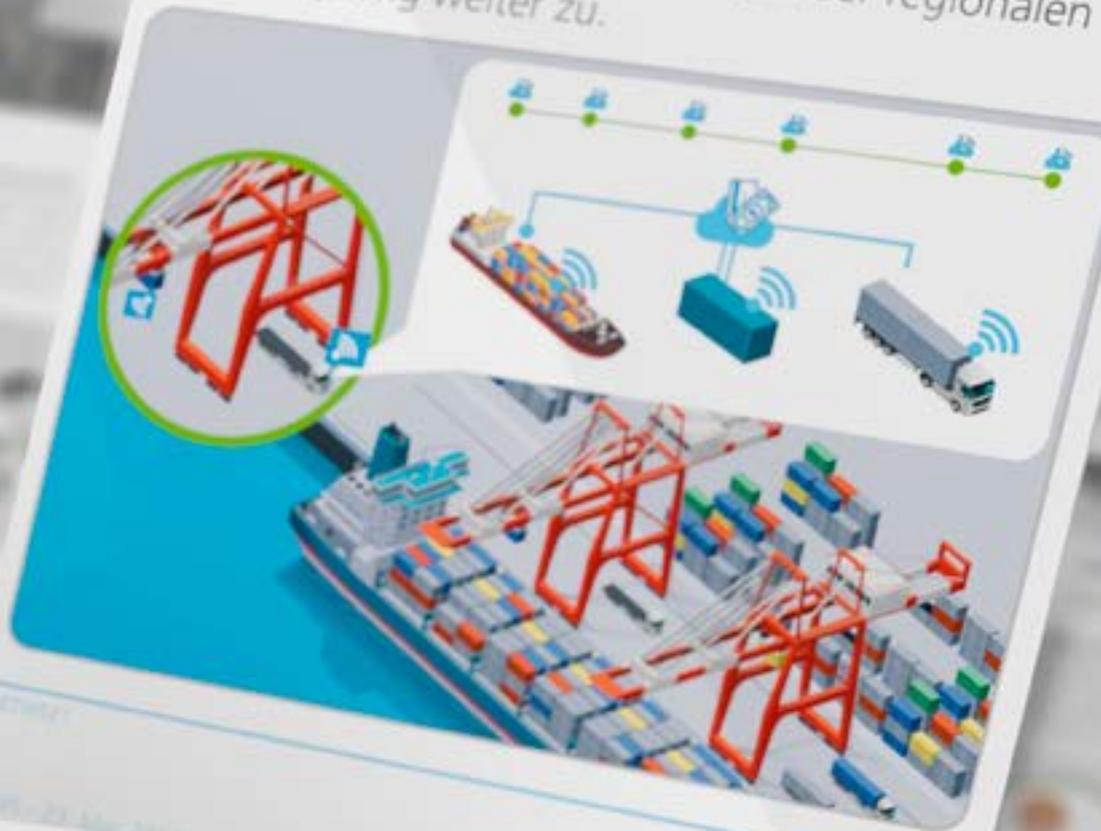
Im beruflichen Umfeld ist der Mensch, bedingt durch den Mangel an Arbeitskräften, bis ins Alter als leistungsfähiger Mitarbeiter gefragt und aktiv in den Wertschöpfungsprozess eingebunden. Die Ausgestaltung von Arbeitsschutz und -umgebung besitzen eine große Bedeutung, eine optimale Ergonomie steht im Fokus. Im Rahmen der vierten industriellen Revolution bewährt sich der Mensch als flexibler, kognitiver Alleskönner, der vom starren Takt und zentralen Arbeitsvorgaben entbunden ist und in soziotechnischen Netzwerken mit intelligenten cyberphysischen Systemen kooperiert. Das Fraunhofer IML legt deshalb einen Fokus auf den Menschen und entwickelt im Bereich der individualisierten, intuitiven Logistik Lösungen, die ihn bei der Bewältigung seines privaten und beruflichen Alltags unterstützen.

### Lösungsansätze:

- Innovative und intuitive Mensch-Maschine-Schnittstellen
- Ergonomische und altersgerechte Gestaltung von Arbeitsplätzen
- Spezifische, individualisierte Weiterbildungs- und Qualifikationsangebote



Netzwerken nimmt trotz bzw. gerade wegen zunehmender Bestrebungen der regionalen Wertschöpfung weiter zu.



 Folgen

...eine globale Verantwortung  
...elnde Mensch lebt in einer  
...er regional fokussierten Ge-



## ZUKUNFTSBILD SMART FINANCE

Der transnationale Warentransport in Supply-Chain-Netzwerken nimmt trotz bzw. gerade wegen zunehmender Bestrebungen der regionalen Wertschöpfung weiter zu. Parallel zum Warenaufkommen sind die Anforderungen im Hinblick auf Kosten und Leistungsverrichtung in Wertschöpfungsnetzwerken weiter gestiegen. Unternehmen von morgen können die geforderte Flexibilität und Adaptionfähigkeit an die Planung und Steuerung für zukünftige Supply-Chain-Netzwerke nur dann erreichen, wenn auch Finanzprozesse digitalisiert und finanzabhängige Entscheidungen dezentralisiert werden. Grundlage für die Digitalisierung der Finanzprozesse ist das Smart Finance. Das Fraunhofer IML entwickelt schon heute Lösungen in diesem Bereich.

### Lösungsansätze:

- Synchronisation von Material-, Informations- und Finanzflüssen
- Dezentrale Steuereinheiten
- Integration neuer Technologien wie eInvoices, Blockchains und Smart Contracts



Fraunhofer IML  
@fraunhoferiml

Institutsleiter Prof. Michael Henke, Prof. Michael ten Hompel und Prof. Uwe Clausen (v.l.n.r.)



» ES IST UNSER ANSPRUCH BEI FRAUNHOFER,  
**TECHNIK** IN DEN DIENST  
DER **MENSCHEN** ZU STELLEN «



Mit dem Leitbild **Social Networked Industry** hat das Fraunhofer IML eine Vision für die industrielle Zukunft entworfen. Der Fokus der Forschung des Instituts wird in den kommenden Jahren entscheidend darauf ausgerichtet sein – um Mensch und Maschine zum Team zu machen. »Logistik entdecken« hat mit den drei Institutsleitern Prof. Michael ten Hompel, Prof. Michael Henke und Prof. Uwe Clausen über das Leitbild gesprochen, über neue Initiativen des Instituts – und über die Rolle des Menschen.

**Warum ist Social Networked Industry das Leitmotto des Fraunhofer IML? Wofür steht das Institut in diesem Zusammenhang?**

**ten Hompel:** Es ist unser Anspruch bei Fraunhofer, Technik in den Dienst der Menschen zu stellen, aber auch die Logistik von morgen effizient und produktiv zu gestalten. Das Motto »Social Networked Industry« steht für diese Symbiose – Menschen und Maschinen als Partner in den sozialen Netzwerken unserer logistischen Zukunft. Dabei dürfen wir das wichtigste Ziel nicht aus den Augen verlieren: Menschen dürfen nicht zum Störfaktor einer hochautomatisierten Logistik werden, sondern zum Kopf der Social Networked Industry.

**Henke:** Die Interaktion zwischen Mensch und Technik wird in Zeiten der Digitalisierung auch in der Logistik neue Formen annehmen. Das Fraunhofer IML arbeitet in diversen Forschungsprojekten an neuen Formen industrieller Wertschöpfungsprozesse. Dabei geht es uns insbesondere um die Kollaboration des Menschen

mit neuen Technologien und deren Einsatz in der Logistik, wie zum Beispiel Roboter oder Virtual und Augmented Reality. Dabei wird es zunehmend darauf ankommen, den Nutzen von beispielsweise cyberphysischen Systemen für den Menschen auch ökonomisch zu bewerten.

**Clausen:** Unser Institut steht für »100 % Logistik«, für alle Funktionen und Ausprägungen in der Logistik, und für Innovation. Digitalisierung als Megatrend in der Wirtschaft und Gesellschaft des 21. Jahrhunderts ist einer, wenn nicht der wesentliche, Treiber von Innovation. Maschinen, Ladeeinheiten, Fahrzeuge u.v.a. werden mehr miteinander und mit den Menschen Informationen austauschen. Als führendes Institut der Logistikforschung müssen wir die Arten und Weisen, wie das geschieht und wie es sich auswirkt untersuchen, denn letztlich ist es an uns, mit unseren Partnern in Wissenschaft und Wirtschaft die Systeme für die Logistik der Zukunft zu gestalten.



**Fraunhofer IML**  
@fraunhoferiml

Folgen

»In wenigen Jahren wird es uns ganz normal vorkommen, mit Gegenständen zu sprechen und wir werden uns genauso schnell daran gewöhnen wie vor zehn Jahren an den Wisch über den Bildschirm des ersten iPhones.« [Prof. Michael ten Hompel](#)



Getreu dem Institutsmotto **100 % Logistik, gestalten Sie in Ihren jeweiligen Institutsbereichen 100 % Technologie (Prof. ten Hompel), 100 % Management (Prof. Henke) und 100 % Mobilität (Prof. Clausen). Was bedeutet das Leitmotto Social Networked Industry für ihren jeweiligen Institutsbereich? Welche Rolle spielen dabei die Zukunftsbilder?**

**ten Hompel:** Gartner prognostiziert, dass das Internet der Dinge Ende 2020 etwa dreimal so groß sein wird, wie das Internet heute. In wenigen Jahren wird es uns ganz normal vorkommen, mit Gegenständen zu sprechen und wir werden uns genauso schnell daran gewöhnen wie vor zehn Jahren an den Wisch über den Bildschirm des ersten iPhones. Dafür brauchen wir jede Menge neuer Technologie, die wir am Fraunhofer IML entwickeln.

**Henke:** Der Bereich Unternehmenslogistik steht mit 100 % Management für das Management des Wandels entlang von Supply Chains hin zur Social Networked Industry, d. h. für digitale Transformation, Migration und Change. Im Fokus unserer Arbeit steht die Frage, welche neuen Organisationsformen und Prozesse Unternehmen benötigen, um fit für Industrie 4.0 zu werden, und wie diese zu gestalten sind. Das Zukunftsbild »Smart Finance« ist ein wesentliches Ele-

ment, denn auch die Finanzprozesse müssen sich dem Paradigma der Social Networked Industry anpassen. Wenn wir auf Basis eines real-time-nahen Informationsflusses für den Materialfluss heute von Same Day und Same Hour Delivery sprechen, dann muss der Finanzfluss im Sinne eines Financial Supply Chain Management mit diesen Geschwindigkeiten mithalten können, um eine Social Networked Industry nicht ins Wanken zu bringen.

**Clausen:** In der Mobilität sehen wir seit Jahren, wie Apps die Vernetzung zwischen Verkehrssystemen, den jeweils aktuellen Austausch zwischen Angeboten und Nachfragern und damit die Orientierung und effiziente Gestaltung von Ortsveränderung in ganz neuer Weise ermöglichen. »Nutzen statt Besitzen« ist einmal eine Frage der Einstellung, die sich in der jungen urbanen Bevölkerung seit einer Generation schon deutlich geändert hat, und zum anderen eine Chance für vernetzte Mobilität, getrieben durch innovative Angebote. Im Bereich Logistik, Verkehr und Umwelt haben wir uns ja in der Personen- und Gütermobilität dem Ziel der Nachhaltigkeit verschrieben, d. h. wir analysieren nicht nur, was machbar ist, sondern auch und gerade, was eine Social Networked Industry ökonomisch, ökologisch und sozial bedeuten wird und wie sie über Grenzen von Unternehmen und Regionen hinweg gestaltet werden sollte.

## Welche Rolle wird der Mensch in der Social Networked Industry einnehmen?

**Clausen:** Menschen sind als Kunden, als Innovatoren, als auch in der Planung, Steuerung oder im Betrieb Mitarbeitende und in vielfältiger anderer Form die Betroffenen der Veränderungen, die durch die Social Networked Industry ausgelöst werden. Darin liegen viele Chancen, aber auch Herausforderungen, bei denen fast immer der Mensch im Mittelpunkt steht. So gehören die Verbesserung der Sicherheit autonomer Systeme oder ihre Nutzung bspw. im Gesundheitsbereich, wo Vertrauen zwischen Menschen und das Verstehen der Funktionsweise von Technik besonders wichtig sind, zu den spannendsten Forschungsfragen der aktuellen Zeit.

**ten Hompel:** Wir erschaffen mit der Social Networked Industry weitaus mehr als Technologie. Es entsteht eine neue Welt, in deren Mittelpunkt der Mensch steht. Das mag sich im ersten Moment anachronistisch anhören, doch ich bin fest davon überzeugt, dass langfristig, auch ökonomisch, nur Technologien erfolgreich sein werden, die den Menschen nützen. Gerade in Deutschland müssen wir uns Gedanken machen, wie wir die Welt gestalten, in der wir künftig leben wollen. Es wäre geradezu dumm, die digitale Transformation auszusetzen und all die technischen Möglichkeiten unserer Zeit nicht für uns zu nutzen. Abgesehen davon

wäre es auch ziemlich langweilig.

**Henke:** Letztlich muss der Mensch die Social Networked Industry gestalten und die zentrale Rolle spielen. Deshalb haben wir auch den Menschen als zentralen Bestandteil unseres Bereichs in das Dortmunder Management-Modell zur Industrie 4.0 aufgenommen, das wir sukzessive auf die Social Networked Industry erweitern. Am Fraunhofer IML insgesamt arbeiten wir deshalb verstärkt an Projekten gemeinsam mit der Sozialforschungsstelle der TU Dortmund und mit Instituten der Arbeitswissenschaften, zum Beispiel dem Leibniz-Institut für Arbeitsforschung (IfADO).

**Das Institut bietet mit zahlreichen neuen Initiativen, wie dem »Leistungszentrum Logistik und IT«, dem »Innovationslabor«, dem »Digital Hub« und den »Enterprise Labs« ganz neue Kooperationsmöglichkeiten. Was tragen diese zur Social Networked Industry bei?**

**Henke:** Man kann sagen, zusammen gestalten die Initiativen die Inhalte der Social Networked Industry im Rahmen der unterschiedlichen Innovationsstufen. Im Leistungszentrum beispielsweise geht es vor allem um Grundlagenforschung, im Innovationslabor dagegen stehen das Testen am realen Objekt, der Aufbau erster Pilotanwendungen in der Praxis und die Demonstration der Kernelemente im Vordergrund.

Fraunhofer IML  
@fraunhoferiml

Folgen

»Es wird zunehmend darauf ankommen, den Nutzen von beispielsweise cyberphysischen Systemen für den Menschen auch ökonomisch zu bewerten.«

Prof. Michael Henke





**Fraunhofer IML**  
@fraunhoferiml

Folgen

»Maschinen, Ladeeinheiten und Fahrzeuge werden mehr miteinander und mit den Menschen Informationen austauschen. Als führendes Institut der Logistikforschung müssen wir die Arten und Weisen, wie das geschieht und wie es sich auswirkt untersuchen.«  
Prof. Uwe Clausen



**ten Hompel:** Das ist auch alternativlos, denn so grundlegende Entwicklungen wie eine Social Networked Industry brauchen Orte, an denen Menschen unterschiedlicher Disziplinen kreativ zusammenarbeiten. Die genannten Initiativen haben alle etwas gemeinsam: Sie schaffen solche Räume und bringen die Köpfe zusammen, die gemeinsam in der Lage sind, wirklich Neues zu schaffen. Das bedingt auch neue Formen in der Zusammenarbeit mit der Industrie, so wie wir sie in unseren Enterprise Labs leben.

**Clausen:** Dort vertiefen wir in enger Partnerschaft mit unseren Auftraggebern ganz bestimmte Aspekte innovativer Lösungen für Logistik und Supply Chain Management losgelöst von den festen Strukturen eines Projekts...

**Henke:** ...und setzen sie direkt in unserem eigens dafür geschaffenen Enterprise Lab Center und den dort vorhandenen Testbeds und Co-Working-Spaces um.

**ten Hompel:** Unser Enterprise Lab Center ist die Zukunft der Forschung. Die Kombination aus Co-Working-Spaces, hochmoderner technischer Ausstattung und enger Form der Zusammenarbeit erschließt eine ganz neue Dimension der interdisziplinären Forschung und Entwicklung zwischen Unternehmen und dem Fraunhofer IML.

**Henke:** Ergänzend dazu stellt der Digital Hub für uns zum einen eine neue Form der Kollaboration mit Kunden und weiteren Experten außerhalb des Fraunhofer IML dar, mit der wir die komplette Innovationskette konsequent von der Ideengenerierung bis zum Praxistransfer am Wissenschaftsstandort Dortmund adressieren. Hier testen wir in gewisser Form unsere eigene Social Networked Industry. Zum anderen können wir Start-ins im Hub dabei unterstützen, die Ideen der Social Networked Industry bis in den Markt zu bringen. Start-ins sind Innovationsteams innerhalb eines Unternehmens aus Logistik und Produktion, die einen digitalen Service oder ein digitales Produkt jenseits des bestehenden Portfolios entwickeln.

**Clausen:** Last but not least ist unser »Leistungszentrum Logistik und IT« Ausdruck einer wachsenden Anerkennung für Logistik als wissenschaftliche Disziplin. In komplexen Logistiksystemen greifen viele Einzelprozesse ineinander. Modelle, mit denen wir Logistikstandorte oder -netzwerke beschreiben, lassen sich nutzen, um Fragestellungen der Planung und des Betriebs mittels Simulation und Optimierung zu beantworten. Dabei dürfen wir nicht der Vorstellung verfallen, alle Daten zu allen relevanten Sachverhalten immer aktuell verfügbar machen zu können. Wir forschen dazu, wo Grenzen bisheriger Modellierungsansätze liegen und wie Modelle einer Social Networked Industry mit diesen verknüpft werden können.



**Das bedeutet Forschen, Ausprobieren, Produkte zur Marktreife bringen sowie Unterstützung für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) an einem Ort. Warum ist das jetzt wichtiger denn je?**

**Clausen:** Die Konjunktur läuft gut, gerade für viele deutsche Unternehmen. Digitalisierung wird als Chance begriffen. Die internationalen Krisen wirken (hoffentlich) nicht als Bremse für eine arbeitsteilige, innovative Gesellschaft und Geld scheint für die richtigen Themen auch da zu sein. In solchen Zeiten brauchen wir Orte der Begegnung, eine gute Arbeitsumgebung, gutes Zeitmanagement und die richtigen Partner. Wir sind da in wirklich allen Bereichen gut unterwegs – von der Forschung bis zum Mittelstand.

**ten Hompel:** Letztlich gilt: Der Schnellere wird das Rennen um das Internet der Dinge gewinnen. Start-ups erschließen hier gerade Märkte, von deren Dimension wir uns kaum eine Vorstellung machen. Wir sprechen von agilen Entwicklungen, die in wenigen Monaten bis zur Serienreife gebracht werden. Es ist wichtig, dass wir allem voran den deutschen Mittelstand für diese Entwicklung – wieder – begeistern und zugleich mit unseren Möglichkeiten und unserem Know-how unterstützen. Das betrifft die gesamte Innovationskette, von der grundlegenden Forschung im Bereich der künstlichen Intelligenz bis zum marktfähigen Internet-of-Things-Produkt und dem dazugehörigen Geschäftsmodell.

**Henke:** Nimmt man allein die zurückliegenden fast zwei Jahre Arbeit im Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0, dessen Konsortialführung bei uns in Dortmund

liegt und das wir gemeinsam mit unseren Kollegen aus Aachen und Paderborn betreiben, haben wir die Bedürfnisse von KMU sehr genau kennengelernt. Da die Digitalisierung und Industrie 4.0 teilweise mit einer sehr radikalen Änderung von Geschäftsmodellen und Produkten einhergeht, benötigen die KMU externe Unterstützung von Experten. Gleichzeitig arbeiten KMU nicht so gerne mit zu vielen verschiedenen Akteuren zusammen, so dass es sinnvoll ist, diese Unterstützung an einem Ort zu bündeln.

**Sie teilen Ihre Institutsstrategie und damit Ihre Vision mit allen Akteuren am Markt. Warum?**

**ten Hompel:** Weil nur wer teilt auch etwas bekommt. Deshalb teilen wir unsere Strategien und Zukunftsbilder kontinuierlich mit einer breiten Öffentlichkeit, um gemeinsam mit unseren Partnern zu lernen.

**Clausen:** Und lernen kann man nur gemeinsam – intern wie extern. Ohne Austausch und ein hohes Maß an Offenheit würde das weniger gut funktionieren, davon bin ich fest überzeugt.

**Henke:** Zudem haben wir als Forschungsinstitut einen gesamtgesellschaftlichen Auftrag. Wir verstehen uns als Vordenker in der Logistik und zeigen das auch dadurch, dass wir unsere Zukunftsbilder allen Akteuren zugänglich machen. Das dient letztlich übrigens nicht nur unserem Auftrag, sondern schafft quasi eine eigene Plattform für die Social Networked Industry.

**Herr Prof. ten Hompel, Herr Prof. Henke und Herr Prof. Clausen, vielen Dank für das Gespräch!**

# RAUM FÜR INNOVATIONEN

Mit Initiativen unterschiedlicher Ausrichtung bündelt das Fraunhofer IML zahlreiche Kompetenzen an einem Ort – und deckt so von der Grundlagenforschung bis zum Markteintritt von Produkten die gesamte Innovationskette ab. Unsere Initiativen und Zentren im Überblick.

## #Forschen

Im **Leistungszentrum Logistik und IT** arbeiten neun interdisziplinäre Forschergruppen an der Grundlagenforschung für die Logistik. In Themenfeldern wie »Mensch-Technik-Interaktion« oder »Digitale Prozesse« führen sie Bestandsaufnahmen mit Blick auf Methoden und Technologien durch, erfassen den Status quo des jeweiligen Forschungsfelds und verfassen Positionspapiere mit spezifischen Handlungsempfehlungen. Ziel des Leistungszentrums ist der Aufbau wissenschaftlicher Grundlagen an den interdisziplinären Schnittstellen von Logistik und IT. So soll es die wissenschaftliche Exzellenz des Standorts Dortmund und die Vernetzung zwischen TU und Fraunhofer IML stärken.

### Steckbrief:

- Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft
- Förderung: 8,5 Mio Euro aus der Industrie, dem Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes NRW und der Fraunhofer-Gesellschaft

## #Ausprobieren

Das **Innovationslabor Hybride Dienstleistungen in der Logistik** ist ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, in dem technologische Innovationen für die Social Networked Industry entwickelt werden. Der Fokus liegt dabei auf der Mensch-Technik-Interaktion. Im Vordergrund der Arbeit im Innovationslabor steht die Erprobung neuer Technologien. Die Initiative soll zum einen die digitale Vorreiterrolle des Standorts Dortmund in Dienstleistung und Logistik stärken und zum anderen die Akzeptanz und die Einführung neuer technischer Lösungen beschleunigen.

### Steckbrief:

- Förderung durch Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
- Förderhöhe: 10 Mio Euro



## #Unterstützen

Das **Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Dortmund** befähigt kleine und mittlere Unternehmen in den Themen Digitalisierung und Vernetzung. Es stellt kostenlose Angebote für die gemeinsame Umsetzung bereit. So können die Unternehmen mit den Experten des Kompetenzzentrums die Digitalisierung ihrer Produkte, Produktion und ihrer gesamten Wertschöpfungsprozesse angehen und neue Geschäftsfelder in der Industrie 4.0 erschließen. Zum Angebot gehören u. a. Informationsveranstaltungen, der Zugang zu Demo-Zentren, Weiterbildungen und konkrete Umsetzungsprojekte.

### Steckbrief:

- Förderung durch Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
- Förderhöhe: 7 Mio Euro

## #Vernetzen und #Umsetzen

Die **Enterprise Labs** am Fraunhofer IML sind ein langfristiges und flexibles Kooperationsformat zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Die Schnellebigkeit des technologischen Wandels erfordert es, Forschungsschwerpunkte flexibel an aktuelle Ergebnisse und Erkenntnisse anzupassen. Das Konzept der Enterprise Labs ermöglicht diese Weiterentwicklung gegenüber eher statischen klassischen Forschungsprojekten. Die Unternehmen erhalten neben temporären Arbeitsplätzen im Institut auch Zugang zu den Fertigungskapazitäten im Enterprise Lab Center des Fraunhofer IML. Das beschleunigt die Entwicklung von Prototypen.

### Steckbrief:

- Aktuelle Lab-Partner: Würth-Gruppe, Sick AG, DB Schenker, BMW Group und Rhenus (Vorphase), 2 weitere in Planung (Stand Oktober 2017)
- Volumen: jeweils > 1 Mio Euro

## zur #Marktreife bringen

Der **Digital Hub Logistics** bietet Start-up-Initiativen und Start-in-Teams Raum, um digitale Produkte und Geschäftsmodelle zu entwickeln. Das Ziel ist, Ideen aus Forschung und Entwicklung in marktfähige Produkte und Dienstleistungen zu überführen und am Markt zu platzieren. Von der Idee über die Produktentwicklung bis zum Markteintritt verfügt der Digital Hub Logistics über eine breite Infrastruktur mit Unterstützungsangeboten und Testumgebungen in den Bereichen Logistik, Produktion und digitale Technologien.

### Steckbrief:

- Teil der Digital-Hub-Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)

# DIE SUCHE NACH DEN FRAGEN VON MORGEN

Dortmund spielt bei Themen rund um die Logistik schon immer eine Schlüsselrolle. Seit 2016 forschen neun interdisziplinäre Teams im Leistungszentrum Logistik und IT an den Grundlagen für eine zukunftsfähige Logistik im Sinne einer Industrie 4.0. Ihr Ziel ist es, die deutsche Forschungslandschaft weiter zu entwickeln und der Logistikforschung zu mehr Bedeutung zu verhelfen. Gefördert werden die Wissenschaftler des Leistungszentrums dabei von Industrie, Land und Fraunhofer-Gesellschaft.

Wir vereinen alle strategisch wichtigen  
Forschungspartner aus dem Raum Dortmund.

Im Ruhrgebiet wird viel an Logistik geforscht, durch Hochschulen, Institute, Initiativen und Projekte. Um diese Forschung an einen Tisch zu bringen, gründete das Fraunhofer IML gemeinsam mit der Technischen Universität Dortmund, dem Leibniz-Institut für Arbeitsforschung IfADo und weiteren Partnern das Leistungszentrum Logistik und IT. Hier werden die Kompetenzen von universitärer und außeruniversitärer Forschung gebündelt.

Und welcher Ort wäre dafür geeigneter als der Logistikstandort Dortmund? Deswegen investieren hier Industrie, das Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen und die Fraunhofer-Gesellschaft 8,5 Mio Euro in den Innovationsmotor für die Industrie 4.0. Bis 2019 entsteht so eine »Roadmap für die Logistik«, also ein Entwicklungsplan für die nächsten Jahre am Standort Dortmund.

**Perspektive Mensch**

Mensch-Technik-Interaktion  
Kognitive Ergonomie

**Perspektive Prozesse und Systeme**

Multi-Agenten-Systeme  
Digitale Prozesse  
Advanced Data Processing Technologies

**Perspektive Planung, Simulation und Steuerung**

Virtuelle und simulative Modelle zur Wirtschaftlichkeits- und Reifegradbewertung autonomer Systeme  
Optimierung und Simulation von logistischen Netzen

**Perspektive Daten**

Data Network Engineering  
Digital Business Engineering

**Weitere Informationen unter**

**[www.leistungszentrum-logistik-it.de](http://www.leistungszentrum-logistik-it.de)**



LEISTUNGSZENTRUM  
LOGISTIK UND IT

**Ansprechpartner**

Dipl.-Logist. Michael Schmidt  
[michael.b.schmidt@iml.fraunhofer.de](mailto:michael.b.schmidt@iml.fraunhofer.de) | 0231 9743-285

## Grundlagen für die Social Networked Industry

Seitdem in Dortmund die Logistik als Forschungsdisziplin gegründet wurde, hat sich viel verändert. Insbesondere mit Blick auf die Industrie 4.0 entwickelt die Logistik sich weiter – und mit ihr die Prozesse und verwendeten Systeme. Auch die Anforderungen an die Planung und Steuerung sind im Wandel, andere Mengen an Daten entstehen.

Wenn Mensch und Maschine in der »Social Networked Industry« immer enger zusammenarbeiten, müssen sie als Team möglichst gut funktionieren. Wie können sich ihre Stärken dafür optimal ergänzen? Das erforscht eins der neun interdisziplinären Teams in der Perspektive »Mensch«. Wichtig hierfür ist die kognitive Ergonomie als neues Forschungsfeld. Also die Frage danach, wie ein Arbeitsumfeld gestaltet sein muss, damit Mitarbeiter sich wohlfühlen, gesund und leistungsfähig bleiben – und welche smarten Technologien in der Intralogistik ihnen am besten dabei helfen. »Bisher ist nicht erforscht, wie sich das lange Tragen von Datenbrillen zum Beispiel auf die Konzentrationsfähigkeit auswirkt«, erklärt Johannes Dregger, wissenschaftlicher Koordinator des Leistungszentrums. »Die Digitalisierung wird aber immer mehr in den Arbeitsalltag der Menschen eingreifen. Deswegen ist das neue Fach der kognitiven Ergonomie für die Logistik so wichtig.« Ziel ist es, konkrete Handlungsempfehlungen zu geben.

## Interdisziplinäre Zusammenarbeit

Das Leistungszentrum schärft so das Profil des Logistikstandorts Dortmund. »Wir vereinen alle strategisch wichtigen Forschungspartner aus dem Umland.« Je nach Hintergrund bringen die Forschenden eine eigene Herangehensweise mit. Als Beispiel nennt Dregger die Assistenzsysteme in der Logistik. Aus den Arbeitswissenschaften kommt der Blick auf die Ergonomie, aus der Logistik der auf Einsatzprozesse und Technologie, die Entwicklung kümmert sich um die technologische Realisierung. »So können wir das volle technologische Potential ausschöpfen. Bisher hat es keine Zusammenarbeit in dieser Größenordnung zwischen der Logistik und der Arbeitswissenschaft gegeben.« Das sei aber wichtig, um die Forschung voranzubringen. »Die Logistik ist eine sehr praktische und angewandte Disziplin, die wenig Grundlagenforschung betrieben hat. Wir wollen die Logistik mehr als Wissenschaft positionieren.« In den zweieinhalb Jahren, für die das Leistungszentrum geplant ist, werden deswegen möglichst viele Ideen entwickelt und in der Roadmap festgehalten. Dazu zählen auch Empfehlungen für benötigte Forscherteams und Lehrstühle. »Außerdem wollen wir wissen, was die großen Fragen der kommenden Jahre sind«, so Dregger.



# HOLLYWOOD IN DORTMUND

Autonome Fahrzeuge, Laserprojektionen, Drohenschwärme und die Erfassung von Bewegungsdaten durch Europas größtes Motion-Capturing-System – dies ist nicht mehr nur Science Fiction à la Hollywood, sondern in Dortmund bereits Realität: Im September 2017 eröffneten das Fraunhofer IML und die TU Dortmund mit einem einzigartigen Experimentierfeld für die logistische Grundlagenforschung die erste von zwei Forschungshallen und erlaubten einen ersten Blick in die Social Networked Industry.

In der neuen 570 m<sup>2</sup> großen Halle erforschen Wissenschaftler die Social Networked Industry. Sie steht für eine bestmögliche Zusammenarbeit von Mensch und Maschine, indem sie soziale Netzwerke bilden, miteinander agieren und ihre Aufgaben im Team lösen. Der Fokus liegt dabei insbesondere auf der Rolle des Menschen und Technologien für die Schnittstelle zu Maschinen, damit der Arbeitsalltag zukünftig nicht nur effizienter, sondern vor allem auch menschengerechter wird. Damit diese Idee Realität wird, sollen Menschen künftig sowohl mit Robotern als auch mit einfachen cyberphysischen Systemen, wie intelligenten Regalen, Containern oder Fahrzeugen, in einen Dialog treten. »Es wird nicht mehr lange dauern, bis es für Menschen ganz normal sein wird, mit einem Regal zu kommunizieren«, erklärt Prof. Michael ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter am Fraunhofer IML und Inhaber des Lehrstuhls für Förder- und Lagerwesen an der TU Dortmund.

## Innovationslabor als Versuchszentrum für die Arbeitswelt von morgen

Ein Blick hinter die Kulissen zeigt: Die Vorbereitungen für die neue Arbeitswelt sind bereits in vollem Gange und werden intensiv von den Wissenschaftlern im neuen Forschungszentrum vorangetrieben. Sie arbeiten u. a. daran, den Arbeitsplatz der Zukunft so einfach, ergonomisch und spannend wie möglich zu gestalten. Dabei kommen Smart Devices, Datenbrillen und Tablets zum Einsatz, aber auch cyberphysische Systeme, wie intelligente Regale, Container oder Fahrzeuge. Das Innovationslabor ist ein Versuchszentrum für neue Technologien. Hier kommen vielfältige autonome und vernetzte Akteure zum Einsatz, die gemeinsam intralogistische Dienstleistungen erbringen. Dabei steht eine zentrale wissenschaftliche Frage im Vordergrund: Wie lassen sich die ureigenen Fähigkeiten von Mitarbeitern wie Intelligenz, Kreativität oder Motorik bestmöglich mit den Fähigkeiten technischer Assistenzsysteme vereinen?



Es wird nicht mehr lange dauern, bis es für Menschen ganz normal sein wird, mit einem Regal zu reden. <<

Mit dieser Frage im Hinterkopf arbeiten die Forscher daran, die Innovationen so weiterzuentwickeln, dass sie nachhaltig in die deutsche Arbeitswelt eingebettet werden können. Möglich wird dies durch ein Zusammenspiel neuester Technologien, wie beispielsweise Europas größtes Motion-Capturing-System sowie ein Laserprojektionssystem, das es den Forschern ermöglicht, Prozesse in Echtzeit zu erfassen, zu analysieren und zu simulieren.

### Menschliche Bewegungen werden auf Roboter übertragen

Das Motion-Capturing-System macht sogar Hollywood Konkurrenz, denn es steht den in professionellen Filmproduktionen eingesetzten Systemen zur realitätsnahen Animation virtueller Figuren in nichts nach. Insgesamt 38 Hightech-Kameras mit einer Auflösung von bis zu fünf Megapixeln und einer Bildfrequenz von 300 Bildern pro Sekunde erfassen Bewegungen in Echtzeit und können Objekte millimetergenau lokalisieren. Anschließend wandelt das System die Bewegung in ein computerfähiges Format um und überträgt die Informationen auf ein virtuelles Abbild. Menschen, Maschinen und Objekte sind dazu mit speziellen Markern ausgestattet, die auf Infrarot-Licht reagieren. »Durch die Technologie lassen sich menschliche Bewegungen auf Roboter übertragen, die so zum Beispiel Greifbewegungen beim Kommissionieren erlernen können«, erklärt Moritz Roidl, der das neue Forschungszentrum leitet. »Ein weiterer Vorteil ist die Echtzeitauswertung von laufenden Versuchen, da jede Bewegung aller beteiligten Akteure von den Kameras erfasst wird – egal ob Mensch, Maschine oder Objekt«. Darüber hinaus, so Roidl, leiste die Analyse der Bewegungsabläufe auch einen wichtigen Beitrag zum Arbeitsschutz in der Social Networked Industry.

Die acht Laser des Laserprojektionssystems, die an der Hallendecke befestigt sind, dienen der Darstellung temporärer Objekte, Formen und Markierungen. Nutzen lässt sich diese Technologie etwa als Roboterleitsystem oder zur Simulation von Prozessabläufen. So lassen sich sowohl zahlreiche Prozesse als auch Sicherheitsfragen bereits vor dem physischen Versuch virtuell erforschen.

### Dortmund lässt die Drohnen schwärmen

Verschiedene autonome Transportroboter ergänzen das neue Forschungszentrum: 30 autonome Transportdrohnen fliegen in der neuen Halle umher, à la Star Wars – Krieg der Sterne, und organisieren sich im Schwarm selbst. Zukünftig werden diese Systeme noch von einem »intelligenten Fußboden« ergänzt, den die beteiligten Wissenschaftler durch ein in den Boden eingelassenes drahtloses Sensornetzwerk zum Leben erwecken.

Die neue Halle ist der erste Teil des »Innovationslabors Hybride Dienstleistungen in der Logistik«. In diesem gemeinsamen Projekt haben sich das Fraunhofer IML und die Technische Universität Dortmund zum Ziel gesetzt, neue Technologien für die Industrie 4.0 zu entwickeln – mit einem besonderen Fokus auf die Zusammenarbeit von Mensch und Maschine. Über eine Laufzeit von drei Jahren wird das Projekt dabei mit insgesamt 10 Millionen Euro vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Die einzigartige Forschungsinitiative soll die digitale Vorreiterrolle des Standorts Dortmund in Dienstleistung und Logistik weiter stärken. Auch das Anwendungszentrum, der zweite Teil des neuen Labors, steht kurz vor der Fertigstellung.

# Innovations-Ökosystem soll digitale Transformation beflügeln

Der »Digital.Hub Logistics« soll die Digitalisierung der Logistikbranche in Deutschland vorantreiben und das gewachsene und dynamische »Ökosystem« der digitalen Logistik im Ruhrgebiet – bestehend aus Forschung und Lehre, Industrie und Mittelstand, Netzwerken und Testbeds – stärken und für Smart-Talents, Start-ups und Kapitalgeber interessanter machen. Damit schafft der »Digital.Hub Logistics« ein hoch spannendes Umfeld für Unternehmen aus Logistik, IT, Produktion und Handel, die potenzialträchtige neue digitale Produkte an den Markt bringen wollen.

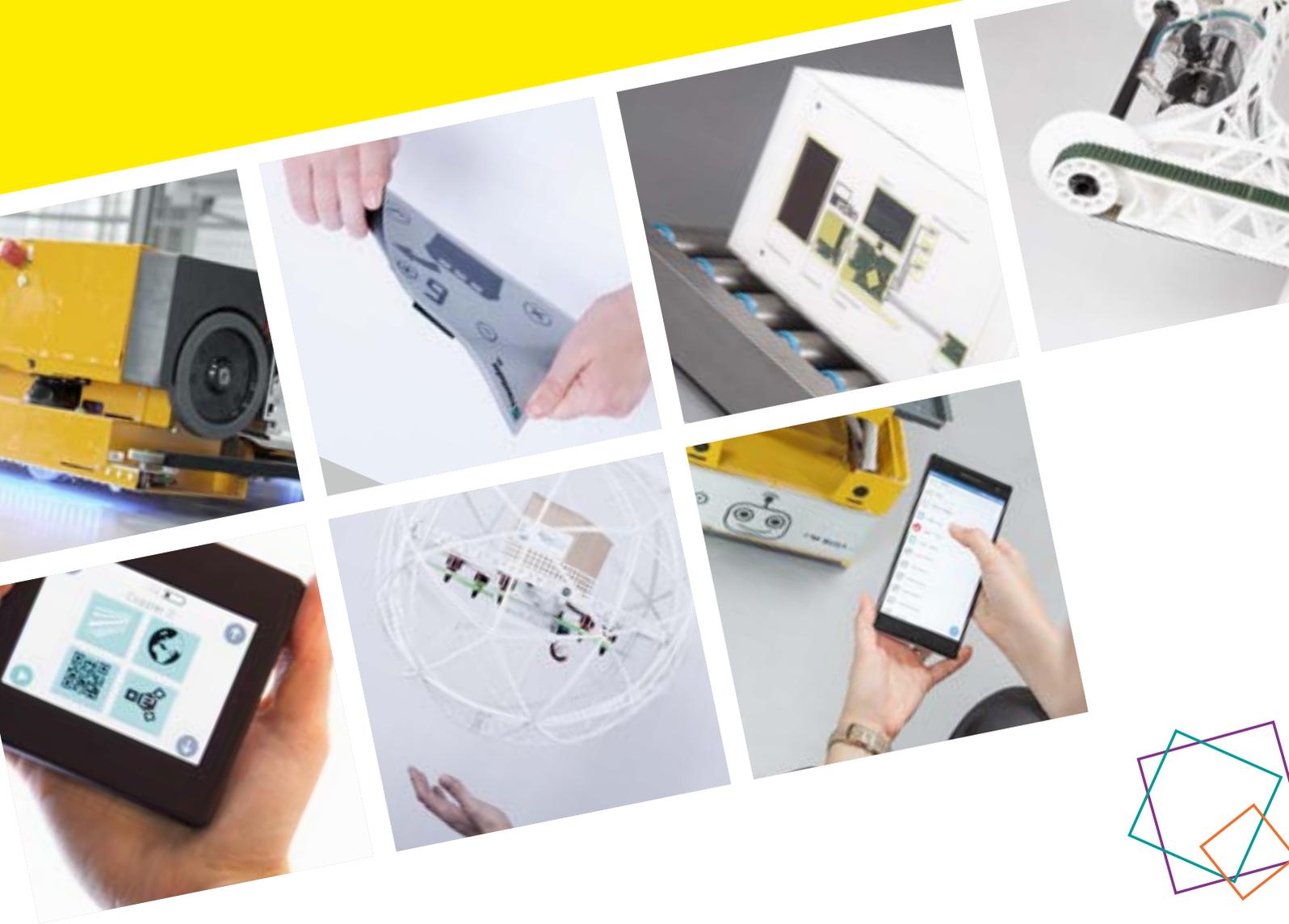


Der »Digital.Hub Logistics« geht zurück auf eine Initiative des Digitalverbands Bitkom und ist Teil der Digital Hub Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) mit insgesamt zwölf Hubs. Diese sollen neue Wege finden, wie Wirtschaft und Wissenschaft zusammenarbeiten können. So soll Wissen über die Digitalisierung und das Internet der Dinge den Sprung in die Praxis schaffen und insbesondere mittelständischen Unternehmen helfen, Neuerungen unkompliziert umzusetzen und zu testen. Dann können Produkte aus vorwettbewerblicher Forschung schneller in den Markt eingeführt werden. Eine gemeinsame Dachmarke (de:hub) und eine gemeinsame Hub Agency sollen dabei die Vernetzung und den Austausch von Know-how erleichtern. Getragen wird der Dortmunder Hub vom Fraunhofer IML, vom Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST, der EffizienzCluster Management GmbH und der Duisburger Hafen AG.

## Start-ins bei der Umsetzung ihrer Ideen begleiten

»In Zeiten des digitalen Wandels sind kleine und agile Einheiten der Schlüssel zu innovativen Ideen, die schnell entwickelt und zur Marktreife geführt werden können«, so Maria Beck vom Management Team des »Digital Hubs«. Der »Digital.Hub Logistics« bietet Digital-Teams aus den Bereichen Logistik, IT, Produktion und Handel die Möglichkeit, am Standort Dortmund an ihren digitalen Produktideen und Geschäftsmodellen zu arbeiten. Hierzu bedient sich der »Digital.Hub Logistics« unterschiedlichster Innovationsbausteine: Elemente der Start-up-Kultur wie Hackathons, Bar Camps und Pitch Nights kombiniert mit klassischen Konzepten wie Workshops und Potenzialanalysen werden als gezielte Förderung von Start-ins – den Digitalisierungsteams oder -einheiten innerhalb eines Unternehmens – eingesetzt. Eine Umsetzung fin-

Weitere Informationen unter  
[www.digitalhublogistics.de](http://www.digitalhublogistics.de)



det im sogenannten »Coworking-Space« gegenüber des Fraunhofer IML in Dortmund in direkter Nähe zum Logistik Campus und Fraunhofer ISST statt. Der »Coworking-Space« besteht aus mehreren Zonen: In der »Desk-Area« arbeiten die Teams an ihren Projekten, und die »Social Area« dient dem Informationsaustausch. Auch teamübergreifendes Arbeiten findet statt. In Workshops und Fokusgruppen stellen sich in der »Workbench-Area« mehrere Teams gemeinsam ihren aktuellen Herausforderungen. Ein »Digital Transformation Guide« hilft den Start-in Teams bei der Auswahl und Umsetzung passender Tools. »Diese wählen wir je nach Zielsetzung und Stand des Projektes aus«, erklärt Beck. Ergänzt wird dieser begleitete Prozess durch die Zusammenarbeit mit anderen Start-in Teams. »Durch die große Offenheit kann man viel voneinander lernen«, ergänzt Beck. »Wir fördern den Austausch auch ganz bewusst mit immer wiederkehrenden Ritualen, wie zum Beispiel dem »Monday Morning Coffee.« An diesem nehmen alle Start-in Teams teil.

### Innovation und Wissenschaft stärken sich gegenseitig

Auch schon vor der Gründung des »Digital.Hub Logistics« bestand ein ausgezeichnetes Innovations-Ökosystem, das jetzt noch weiter ausgebaut werden soll. Es wurde für Digital Teams aus mittelständischen Unternehmen und Konzernen geöffnet, die ihre digitalen Logistikkonzepte vorantreiben möchten. Ein weiterer Vorteil des Dortmunder Standortes: Wenn Fragen auftauchen, zu denen noch Forschungsbedarf besteht, sind viele Unternehmen und Forschungseinrichtungen in nächster Nähe. So stärken sich Innovation und Wissenschaft gegenseitig. Mit dem frisch eröffneten »Coworking-Space« und seinen 26 Arbeitsplätzen ist der erste Grundstein gelegt. Weitere sollen folgen.

Auch Start-ups fördert der »Digital Hub«, zum Beispiel mit dem »Digital Logistics Award«, der im Rahmen des »Zukunftskongress Logistik – 35. Dortmunder Gespräche« im September 2017 zum ersten Mal verliehen wurde (s. Seite 60).

Fraunhofer IML  
@fraunhoferiml

Oberflächentechnik

Unternehmen wurde 1996  
180 Mitarbeiter... weiterlesenVDF Vogtland Federntechnik  
55 Prozent der produzierten Federn finden Abnehmer  
in der Automobilindustrie... weiterlesend Federntechnik  
men hat sich auf die Produktion von  
edern aus Draht und Band, wie Druck-,  
enkelfedern; spezialisiert... weiterlesenFraunhofer IML  
@fraunhoferiml

pott statt Silicon Valley

Vogtland Federntechnik – Das Unter  
1908 gegründet, ist inhabergef  
220 Mitarbeitern vier Standor

# RUHRPOTT STATT SILICON VALLEY

Jahr für Jahr pilgern Vertreter amerikanischer und internationaler Unternehmen zu einem Learning Journey nach Kalifornien, um sich vom »Spirit des Silicon Valley« inspirieren zu lassen. Das »Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Dortmund« hat im Mai 2017 mit seiner Variante eines Learning Journeys – einer Bustour durchs Ruhrgebiet – bewiesen: Um Industrie 4.0 hautnah zu erleben, braucht es keinen Flug über den Atlantik.

Das Ruhrgebiet ist vielleicht nicht das Epizentrum der Digitalisierung, denn statt weltbekannter Platzhirsche, wie IBM, Uber, Google und Apple, findet man hier Unternehmen wie VDF Vogtland Federntechnik oder VIA Oberflächentechnik. Doch von diesen lässt sich einiges lernen. Kaum jemand weiß das besser als Prof. Dr. Michael Henke, Institutsleiter am Fraunhofer IML. Schon lange schwärmt er davon, dass man sich auch in Dortmund in einen Bus setzen kann, um binnen eines Tages in unzähligen Unternehmen eine Aufbruchsstimmung 4.0 einzusatmen – dafür braucht es nicht die großen Konzerne. Jetzt hat er den Beweis angetreten.

## Digitalisierung auch im Schrittempo

Im Mai 2017 brach Henke schließlich im Rahmen einer Veranstaltung des »Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Dortmund« mit fast 40 mittelständischen Unternehmern zu einer Bustour durch das Ruhrgebiet auf. »Wir dürfen Industrie 4.0 nicht als Thema für große Unternehmen verkümmern lassen«, warnt Henke. »Darum haben wir bewusst mittelständische Unternehmen besucht, die das Thema Industrie 4.0 im kleinen Maßstab angehen. Denn gerade im Mittelstand mit seinen begrenzten Ressourcen kann ich mich als Unternehmen am besten Schritt für Schritt digitalisieren statt von heute auf morgen.« Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum soll kleine und mittlere Unternehmen (KMU) dabei unterstützen. Seit Mai 2016 steht es als kostenlose Anlaufstelle zur Verfügung, wenn es um die Digitalisierung von Produkten und Prozessen geht – vom Workshop über die Weiterbildung bis zum Umsetzungsprojekt.

## Digitalisierung zur Reduzierung der Rüstzeiten

Die erste Station auf der Bustour ist die VDF Vogtland Federntechnik in Hagen. Das Unternehmen wurde 1908 gegründet, ist inhabergeführt und betreibt mit 220 Mitarbeitern vier Standorte – davon befindet sich einer in Kalifornien, 435 Meilen entfernt vom Silicon Valley. Das Unternehmen hat sich auf die Produktion von technischen Federn aus Draht und Band, wie Druck-, Zug- oder Schenkelfedern, spezialisiert. 55 Prozent der produzierten Federn finden Abnehmer in der Automobilindustrie. Doch der Markt hat sich im Laufe der Jahre gewandelt. Im Bereich der technischen Federn etwa fordern die Kunden zunehmend eine Online-Abwicklung der Geschäftsprozesse. Vor allem im Geschäftsbereich »Vogtland Autosport«, der Pkw-Tragfedern für den Nachrüstmarkt produziert, sind die Auswirkungen der Digitalisierung für den Vertrieb gravierend. »Noch vor zehn Jahren waren unsere Top 10-Kunden Kfz-Händler und -Werkstätten. Heute sind es hauptsächlich Online-Shops«, sagt Martin Vogtland, geschäftsführender Gesellschafter des Unternehmens. Er stellt zudem fest: In der Welt der Industrie 4.0 sind fast alle Fragestellungen abteilungsübergreifend. »Diese Abstimmung nebenher zum Tagesgeschäft zu bewerkstelligen ist eine große Herausforderung«, so Vogtland. Ein Problem, dessen sich auch Michael Henke bewusst ist. »In der Industrie 4.0 herrscht das Paradigma der Prozessorientierung. An vielen Stellen regiert aber noch die Wagenburgmentalität der Firma in der Firma mit ihren Abteilungsegoismen. Die Schlüssel zum Erfolg digitaler Unternehmen heißen aber Flexibilität und Agilität«, unterstreicht Henke.



## INFO

Weitere Erfolgsgeschichten aus dem Kompetenzzentrum finden Sie auf den folgenden Seiten.

Mehr zu Angeboten und Ansprechpartnern:  
[www.digital-in-nrw.de](http://www.digital-in-nrw.de)

Der Digitalisierungsdruck lässt aber auch die VDF nicht kalt. Fast 100 Jahre nach ihrer Gründung nutzte sie deshalb das Angebot des Kompetenzzentrums und besuchte dort die »Unternehmenssprechstunde«. Erste Ergebnisse der Sprechstunde nahmen die Teilnehmer der Bustour vor Ort bei einer Werksführung in Augenschein. Das Unternehmen hat sich zum Ziel gesetzt, die Rüstzeiten bei der Herstellung von Pkw-Tragfedern im Windezentrum zu reduzieren. Dort pressen Einzugsrollen Federn in spezielle Formmaschinen – Losgröße 100 bis 150. Mittlerweile tastet ein Laser eine Probefeder ab und erstellt von dieser ein 3D-Modell. Formabweichungen in der Geometrie der Federn zur Probefeder kennzeichnet die Maschine eigenständig farblich. Dies reduziert die Rüstzeiten spürbar. In einem weiteren Ansatz will das Unternehmen alle Maschinen-, Betriebs- und Prozessdaten automatisiert erfassen, visualisieren und auswerten. »Ein toller Ansatz. Der berühmte digitale Zwilling, der momentan in aller Munde ist, wird hier im Kleinformat umgesetzt«, erklärt Henke. Zwei kleine Digitalisierungsansätze – großer Nutzen: So stellen sich Henke und das Kompetenzzentrum die Digitalisierung im Mittelstand vor.

### Die digitale Abbildung von Materialflüssen in Echtzeit

Nächstes Ziel war die VIA Oberflächentechnik in Drolshagen an. VIA steht für Verbund innovativer Automobilzulieferer. Das Unternehmen wurde 1996 gegründet und hat heute 180 Mitarbeiter. Kernkompetenzen sind das Entfetten, Polieren, Gleitschleifen und Feinreinigen von industriellen Werkstücken sowie die damit verbundene Logistik für die Automobilzuliefererindustrie. Täglich werden 60 Lkw und 2.400 Behältern abgefer-

tigt. 2016 hat der Verbund vor Ort sein drittes Werk errichtet. »Das Werk ist für uns eine Art Testumgebung für ein Herantasten an Industrie 4.0. Hier wollen wir Industrie-4.0-Themen in die Lieferkette implementieren«, erläutert Werner Schmidt, Geschäftsführer bei VIA, bei der Begrüßung.

VIA fehlen vor allem Informationen über die Bewegungsdaten ihrer Werkstücke, denn ein echtes Tracking lässt sich nur digitalisiert erreichen. Darum hat das Unternehmen 2016 mit dem Kompetenzzentrum ein Projekt zur Umsetzung einer digitalen Abbildung von Prozessen gestartet. Mittlerweile wird dazu im Wareneingang ein Laufzettel gescannt. Daraufhin kann der Benutzer an seinem Handheld aus einer Dropdown-Liste den Kunden und den entsprechenden Artikel auswählen. Anschließend legt das im Rahmen des Projekts entwickelte System einen Auftrag für die Bearbeitungseinheit an, der sich ab diesem Zeitpunkt über ein Web-Interface verfolgen lässt. Das Ziel von VIA ist die digitale Abbildung von Materialflüssen in Echtzeit. »Unsere Vision ist es, dass unsere Kunden jederzeit Stückzahl, Fertigungsstatus und Versandtermin ihrer Werkstücke online abrufen können. Wir wollen einen auftragsbezogenen Informationsaustausch entlang der gesamten Lieferkette erreichen«, so Schmidt.

Die VDF Vogtland Federntechnik sowie die VIA Oberflächentechnik sind nur zwei Beispiele von Unternehmen, die sich mit Unterstützung des »Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Dortmund« Schritt für Schritt digitalisieren wollen. Im Jahr 2016 hatte das Kompetenzzentrum bereits Kontakt zu 1.500 Unternehmen. »Ein guter Anfang«, findet Henke. Aber noch lange nicht das Ende der Fahnenstange.

# ES MUSS NICHT IMMER DER GROSSE WURF SEIN

Unternehmen wie die Firma Wilh. Wernecke GmbH & Co. KG sind durch historisches Wachstum geprägt. Die Digitalisierung der Produktion ist daher für den Drehteile- und Gelenkverbindungshersteller eine besondere Herausforderung. Es zeigte sich jedoch, dass selbst kostengünstige und infrastrukturarme digitale Lösungen schon zu hoher Transparenz bei der Produktionsplanung und -steuerung beitragen können.

Die Firma Wilh. Wernecke mit Sitz in Plettenberg wurde 1939 gegründet und wird heute in dritter Generation geführt. Die technische Ausstattung der Produktion ist durch ein Nebeneinander von CNC-gesteuerten und konventionellen Maschinen gekennzeichnet. Von Vernetzung bislang keine Spur. Die Maschinen sind nicht in der Lage, ihren Auftragsstatus zu versenden. Dies stellt ein Hemmnis für eine optimale Produktionsplanung dar. Auch die in der Produktion vorhandenen Terminals für die Auftragsrückmeldung durch die Mitarbeiter lassen keine echte Transparenz zu. Durchgängige Prozesse erlaubt auch das heutige IT-System noch nicht: So werden bei Wernecke täglich mehrere Papier-Laufkarten für die Produktionssteuerung aus einem selbst programmierten System generiert und von den Mitarbeitern – zu Fuß – in die Produktion getragen. »Die Digitalisierung der Produktion ist für Wernecke ein wichtiges Zukunftsthema«, so »Digital in NRW«-Projektleiter Matthias Parlings. »Denn gerade ältere Maschinen sind bei den Kunden für Spezialaufträge nach wie vor sehr gefragt. Eine Vernetzung ist deshalb sinnvoll und erforderlich.«

## Kompletter Austausch von Maschinen nicht nötig

Erste Schritte zu einer digitalen Produktion hatte die Geschäftsleitung des Unternehmens bereits vor dem Kontakt zu »Digital in NRW« eingeleitet. Das »Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Dortmund« bot Wernecke dann die Möglichkeit, die Entwicklung mit einem Transferprojekt entscheidend voranzutreiben. »Wir arbeiten bereits seit einiger Zeit daran, unser Unternehmen zu digitalisieren. Die Anschaffung einer vollumfänglichen Produktionsprogrammplanung sowie der damit einhergehende Austausch zum Teil alter Maschinen ist jedoch finanziell nicht zu stemmen und auch nicht wirtschaftlich. Durch die Experten des »Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Dortmund« haben wir erstmals die richtigen Informationen über kostengünstige und infrastrukturarme digitale Lösungen erhalten, die uns gezielt nutzen«, erklärt Kaspar Wernecke, Geschäftsführer der Wilh. Wernecke GmbH & Co. KG.

## Kosten- und infrastrukturarm digitalisieren

Mit dem Transferprojekt »Digitale Metallverarbeitung« strebte das Unternehmen den Transfer von innovativen Technologien, wie unter anderem Smart Devices, auf dem Shopfloor an. Ziel war es, die Transparenz in den Prozessen der Produktionsplanung und -steuerung zu erhöhen und dies auf eine möglichst kosten- und infrastrukturarme Art und Weise.

### Die Schritte im Einzelnen:

- Ausarbeitung eines fachlichen Konzepts zum Einsatz von Technologien zur Verbesserung der echtzeitnahen Erfassung von Maschinen- und Auftragsdaten
- Kombination von Smart Devices mit reinen Produktionsmaschinen als Grundlage zur Erhöhung der Prozess- und Datentransparenz
- Nutzung von Material- und Produktionsdaten zur Verbesserung der Transparenz, insbesondere der innerbetrieblichen Kommunikation zwischen Administration und Produktion

- Verbesserung der Kapazitätsplanung, Auftragsplanung und Materialdisposition im laufenden Betrieb, die sich auch in einem verbesserten Lieferservicegrad widerspiegelt

Dabei dienen die unternehmensindividuellen Industrie 4.0-Lösungen, die im Rahmen des Transferprojektes Anwendung finden, auch als Vorbild für andere mittelständische Unternehmen der Branche. »Die Digitalisierung bietet den Mitarbeitern die Möglichkeit, sich auf ihre Kernkompetenzen, wie zum Beispiel die Bedienung oder das Rüsten der Maschinen, zu konzentrieren. Das erhöht die Qualität der Arbeit. Unsere Mitarbeiter sind entsprechend motiviert, die nächsten Schritte im Rahmen der Digitalisierung mitzugehen. Viele sind IT-affin bzw. den Umgang mit digitalen Endgeräten aus dem Alltag gewöhnt. Gleichzeitig ist die Benutzerfreundlichkeit moderner Tablets oder anderer mobiler Geräte in der Industrie dank intuitiver Bedienoberflächen in den vergangenen Jahren deutlich gestiegen«, so Wernecke.

## INFO

Wilh. Wernecke ist ein klassisches mittelständisches Unternehmen aus der metallverarbeitenden Industrie. Das Unternehmen fertigt Verbindungselemente, Gabelköpfe, Gabelgelenke sowie Dreh- und Frästeile (nach DIN, Muster oder Zeichnung) für den Automobil- und Landmaschinenbau sowie die Maschinen-, Motoren- und Elektroindustrie im In- und Ausland.

**Unternehmenssitz:** Plettenberg

**Mitarbeiter:** 35

**Genutzte Servicebausteine:**

1 Unternehmensbesuch – Frühjahr 2016

**Transferprojekt:**

»Digitale Metallverarbeitung«

**Start:** Oktober 2016

**Laufzeit:** 4-6 Monate



# 3 SCHRITTE ZUM INTELLIGENTEN MATERIALFLUSS



Im Jahr 1972 als spezialisierter Schweißmaschinen-Hersteller gegründet, verlegte die AMS GmbH ihren Unternehmens- und Fertigungsschwerpunkt schnell auf die Herstellung von Feinblechverkleidungen. Ihre Expertise und Fertigungstechniken im Metallbau baute der Betrieb Schritt für Schritt auf bis heute acht Produktgruppen aus. Jetzt macht der Geschäftsführer Thomas Imhäuser, der das Familienunternehmen von seinem Vater übernommen hat, sein Unternehmen fit für Industrie 4.0.

Den Kontakt zwischen »Digital in NRW« und der AMS GmbH stellte die Wirtschaftsförderung des Landkreises Altenkirchen im Herbst 2016 her. Zu diesem gehört auch die Gemeinde Elkenroth, mit dem Stammsitz des Unternehmens. Wirtschaftsförderer Tim Kraft hatte das Mittelstands-Kompetenzzentrum bereits seit dem Start Anfang 2016 in sein Expertenportfolio aufgenommen und machte die AMS GmbH auf das Angebot aufmerksam. Das mittelständische Unternehmen hatte die Weichen bereits in Richtung Digitalisierung gestellt – nicht zuletzt auch, weil AMS-Geschäftsführer Thomas Imhäuser Mitglied einer Lenkungsgruppe der Brancheninitiative Metall ist, die sich intensiv mit den Herausforderungen und Chancen von Industrie 4.0 beschäftigt. Mit einem Besuch des Unternehmens vor Ort verschaffte sich ein Team des »Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Dortmund« zunächst einen Überblick über Betrieb, Produktion und Prozesse. Zu diesem gehörten auch Experten des Fraunhofer IML in Dortmund, einem der Partner des Kompetenzzentrums. Gleichzeitig nutzte die AMS GmbH den von den Experten entwickelten Online-Fragebogen zur Selbsteinschätzung ihrer Industrie 4.0-Fähigkeiten bzw. ihres Industrie 4.0-Reifegrades. Die Ergebnisse wurden im Kompetenzzentrum individuell ausgewertet.

## Der praktische Nutzen der Beratung steht im Vordergrund

Im Rahmen eines anschließenden Potenzialanalyse-Workshops stellte das »Digital in NRW«-Team die Ergebnisse aus dem Online-Check vor und diskutierte sie mit der Geschäftsleitung von AMS. Zunächst wurden alle acht Themenbereiche des Fragebogens – von der Produktentwicklung über die Produktionsplanung bis hin zum Qualitätsmanagement – angesprochen, damit sich ein möglichst umfassendes Bild über zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten ergab. »Bereits in den ersten Gesprächen vor Ort konnten wir deutlich machen, dass wir in Sachen Digitalisierung schon einiges auf den Weg gebracht haben. Gemeinsam mit »Digital in NRW« haben wir aber weiteres Verbesserungspotenzial identifiziert und entsprechende Projekte nach und nach umgesetzt. Besonders gut gefällt mir an der Zusammenarbeit mit den Experten, dass der praktische Nutzen für das Unternehmen im Vordergrund steht. Die Anregungen der Experten sind immer wertvoll, auch wenn wir aus dem Stand nicht alle realisieren können. Doch allein die Beschäftigung mit den Hinweisen hat uns weitergebracht«, erläutert Imhäuser.



## Drei Fliegen mit einer Klappe geschlagen

Mit Unterstützung von »Digital in NRW« schlägt die AMS GmbH drei Fliegen mit einer Klappe: Neue Potenziale im Bereich der Fertigung von Verkleidungsblechen, beim Wissensmanagement und in der Intralogistik. Das sind die Haupttätigkeitsfelder, die sich aus der Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum für den Mittelstand ergeben haben:

### Produktionsplanung und -steuerung:

AMS fertigt Verkleidungsbleche in einer Stückzahl von 1 bis maximal 250 mit einer hohen Fertigungstiefe in einer Vielzahl von Arbeitsschritten. Die vorhandene Datenbank-Lösung für die Arbeitsvorbereitung soll nun dahingehend präzisiert werden, dass künftig automatisiert auf Erfahrungswerte, also tatsächliche



Fertigungszeiten, zurückgegriffen werden kann. Durch eine konsequente Auswertung, eine systematische Entwicklung und eine verbesserte Nutzung der vorhandenen Daten lassen sich so Durchlaufzeiten und Stillstandzeiten im Unternehmen weiter reduzieren.

### Wissensmanagement:

Wenn es um die Entwicklung kundenindividueller Lösungen geht, gelten Mittelständler als innovativer als die große Konkurrenz. Doch das für ein bestimmtes Kundenprojekt aufgebaute Wissen liegt oft allein bei einem Mitarbeiter oder einer Abteilung. Mit digitalen Technologien will die AMS GmbH das vorhandene

Wissen – über ein verbessertes und nutzerfreundlicheres Unternehmens-Wiki – im Betrieb sichern und allen Mitarbeiter zugänglich machen.

### Intelligenter Materialfluss:

Staplerleitsysteme optimieren die Transportwege von Staplern oder fahrerlosen Transportsystemen. Experten des Fraunhofer IML und weitere Kollegen des Teams von »Digital in NRW« machten AMS darauf aufmerksam, dass vorhandene Fahrzeuge auch nachträglich mit Tablets zur besseren Verwaltung von Aufträgen ausgerüstet werden können. AMS hat eine entsprechende Lösung bereits wenige Wochen nach dem ersten Workshop umgesetzt.

An allen Projekten und Prozessen arbeitet AMS auf der Basis des Workshops weiterhin sowohl eigenständig als auch mit Unterstützung der Digitalisierungsexperten. »Im Bewusstsein der öffentlichen Wahrnehmung beschäftigen sich hauptsächlich Konzerne mit dem Thema Industrie 4.0. Doch auch immer mehr kleine und mittlere Unternehmen nutzen die Chance, ihre Wettbewerbsfähigkeit durch Digitalisierung zu erhöhen. Das Engagement von Unternehmen wie der AMS GmbH zeigt deutlich: Industrie 4.0 ist im Mittelstand angekommen«, erläutert Matthias Parlings vom Fraunhofer IML und Projektleiter »Digital in NRW«.

## INFO

Das Familienunternehmen AMS GmbH fertigt, liefert und montiert unter anderem Verkleidungsbleche aus verschiedenen metallischen Werkstoffen für die Bau- und Maschinenbau-Industrie, Zu- und Abluftsysteme oder auch Drive-In-Schalter für Fast-Food-Restaurants.

### Unternehmenssitz:

Elkenroth (Stammwerk),  
Dessau (Niederlassung)

### Mitarbeiter: 120

### Genutzte Servicebausteine:

- 1 Unternehmensbesuch – Oktober 2016
- 2 Online-Fragebogen zu Selbsteinschätzung und Reifegrad – Oktober 2016
- 3 Potenzialanalyse Workshop – November 2016
- 4 Workshop zum Wissensmanagement – Februar 2017

# VERNETZUNG SCHAFFT WIN-WIN

Was bei der Helmut Beyers GmbH vor mehr als 20 Jahren als reine Handbestückung begann, ist heute zu einer High-Speed-Produktion mit höchster Präzision herangereift. Der Elektronik-Dienstleister steht jedoch vor immer neuen Herausforderungen, wie einer wachsenden Produktvielfalt, immer kleineren Losgrößen sowie einer steigenden Flexibilität. Vor diesem Hintergrund begann das Unternehmen bereits 2011 damit, seine Fertigungsprozesse zu digitalisieren. Jetzt geht Beyers noch einen Schritt weiter.

Sämtliche physische Prozesse im Fertigungsprozess und der Produktionsanlagen werden bei Beyers heute in Echtzeit digital abgebildet. Mit seinem sogenannten »digitalen Schatten« gilt das Unternehmen inzwischen als Vorbild für andere Mittelständler. Die Transparenz in der Fertigung vergrößerte sich, die Prozesseffizienz in der Produktion wurde gesteigert und die Planungsflexibilität erhöht. Weiteres Potenzial sieht der Betrieb in der Integration von Kunden und Lieferanten. »Wenn wir über horizontale Integration nachdenken, stellt sich die Frage, welche Informationen, sprich Daten, aus dem digitalen Schatten wir unseren Kunden zur Verfügung stellen und welche nicht«, so Dr. Jan Renker, Manager Strategie und Innovation bei der Helmut Beyers GmbH.

## Beispiel für gelungene Digitalisierung im Mittelstand

Schon seit längerem bestand zwischen Beyers und dem Fraunhofer IML in Dortmund Kontakt: So hatte das Unternehmen gemeinsam mit dem Institut einen Forschungsantrag auf den Weg gebracht und auf dem Zukunftskongress Logistik in Dortmund seine Erfolge bei der Digitalisierung seines Fertigungsprozesses und seiner Produktionsanlagen vorgestellt. Als 2016 das

Kompetenzzentrum für den Mittelstand ins Leben gerufen wurde, nutzte das Unternehmen die Möglichkeit eines Unternehmensbesuchs. Dabei überzeugte Beyers bereits im Gespräch mit digitaler Reife. Der Baustein Potenzialanalyse konnte deshalb übersprungen und ein erster Gestaltungsworkshop mit dem Unternehmen durchgeführt werden. »Die Digitalisierungsschritte von Beyers haben auch die Experten aus dem wissenschaftlichen Beirat der Plattform Industrie 4.0 überzeugt: Wir sind sehr stolz darauf, dass Beyers seit Frühjahr 2016 als erster Mittelständler am Mittleren Niederrhein auf der Landkarte der Plattform Industrie 4.0 vertreten ist – als Anwendungsbeispiel für gelungene Digitalisierung im Mittelstand«, freut sich Geschäftsführer Helmut Beyers.

## Zusammenarbeit in Wertschöpfungsnetzwerken

Die Digitalisierung der Produktion bietet nicht nur die Chance, Prozesse innerhalb eines Unternehmens (»vertikale Integration«) zu optimieren, sondern auch zwischen verschiedenen Unternehmen (»horizontale Integration«). Eine solche unternehmensübergreifende Zusammenarbeit in Wertschöpfungsnetzwerken ist ein zentrales Element der Vision von Industrie 4.0 – und

# -SITUATION

die Mission der Zusammenarbeit zwischen Beyers und »Digital in NRW«. Der Fokus liegt dabei auf einer digitalen Schnittstelle zu Kunden mit folgenden Erwartungen:

- Verbesserung der Zusammenarbeit, Koordination und Transparenz über die Unternehmensbereiche hinweg sowie entlang der Liefer- und Wertschöpfungskette
- einheitlicher Informationsaustausch und durchgehende Kommunikationsstruktur zwischen den Teilnehmern des Wertschöpfungsnetzwerkes
- durchgängige Daten- und Informationsflüsse über den gesamten Produktlebenszyklus
- Austausch von Daten und Kennzahlen sowie Kommunikation von akuten Handlungsbedarfen mit Partnern direkt im Netzwerk

Nachdem durch die bisherige Zusammenarbeit der Grundstein für weitere Schritte gelegt wurde, sollen durch weitere Gestaltungswshops die Anforderungen einer vorgesehenen horizontalen Verknüpfung analysiert und diese dann technologisch umgesetzt werden. »Transparenz ist für uns kein Selbstzweck, sondern eine Win-Win-Situation: Indem wir Lieferanten und Kunden Informationen über den Status von Aufträgen zur Verfügung stellen, wollen wir sie motivieren, an den Prozessen mitzuwirken bzw. diese zu unterstützen«, erklärt Dr. Renker.

## INFO

Die Helmut Beyers GmbH ist seit mehr als 30 Jahren Spezialist für die Herstellung elektronischer Baugruppen und Systeme in den Bereichen Telekommunikation, Automobil, Gebäude-, Sicherheits-, Medizin- sowie Mess- und Regeltechnik.

**Unternehmenssitz:**  
Mönchengladbach

**Mitarbeiter:** 160

**Genutzte Servicebausteine:**

- 1 Unternehmensbesuch – Oktober 2016
- 2 Gestaltungswshop – Dezember 2016

# DIGITALISIERUNG DER »ZETTELWIRTSCHAFT«



Die Schwerindustrie verdankt ihren Aufstieg der industriellen Revolution im 18. und 19. Jahrhundert. Das 21. Jahrhundert steht nun ganz im Zeichen der vierten industriellen Revolution. Den Herausforderungen, die damit einhergehen, muss sich auch die als wenig anpassungsfähig geltende Schwerindustrie stellen. Die SAZ-STAHl hat deshalb ihre manuelle und papierbasierte Wareneingangsabwicklung unter die Lupe genommen. Das Ergebnis: Das Potenzial für den Einsatz neuer Technologien ist enorm.

Die Warenvereinnahmung in der Schwerindustrie läuft oft nach einem bewährten Schema ab: Ausgedruckte Lieferscheine werden mit ausgedruckten Bestellungen verglichen, denn auch wenn die Lieferanten aus aller Herren Länder kommen, die Sprache des Papiers beherrscht noch jeder. Sind Schäden an der Ware, so werden diese mit einem Stift markiert und fotografiert. Denn alles muss schnell gehen, damit die Ware umgehend eingelagert und der nächste Lkw abgeladen werden kann. Je nach Andrang am Tor werden die Ergebnisse der Prüfung erst mit Verzögerung und ohne direkte Auftragszuordnung in den PC eingetragen. Die Folge: Die Produktion kann ohne entsprechende Qualitätsmerkmale des Materials nicht richtig planen. Denn Materialinformationen aus dem Wareneingang haben einen hohen Einfluss auf die Rüstprozesse und Durchlaufzeiten im Betrieb. Als »verlängerte Werkbank« ihrer Kunden ist die SAZ-STAHl jedoch darauf angewiesen, kurzfristig auf flexible Wünsche reagieren zu können und insbesondere extrem kurze Auftragsdurchlaufzeiten zu realisieren.

## Objektive Betrachtung der Problembereiche

Als Betriebsleiter Johannes Deutsch von SAZ-STAHl nach einem Vortrag von »Digital in NRW - Das Kompetenzzentrum für den Mittelstand« auf die Experten des Kompetenzzentrums zukam, waren ihm die Probleme einer analogen Warenvereinnahmung zwar bewusst, diese besaßen aber zu dem Zeitpunkt noch keine Priorität. Dem Unternehmen fehlten einfach eine neutrale Brille und der richtige Ansatzpunkt. Im Rahmen einer Unternehmenssprechstunde, eines -besuchs und eines anschließenden Potenzialanalyse-Workshops kreisten Deutsch und ein Team von »Digital in NRW« das Problem ein. Aufgrund des Vorhaben- und Modellcharakters der Maßnahme erhielt das Unternehmen den Zuschlag für ein Transferprojekt des Kompetenzzentrums zur Digitalisierung des Wareneingangs. Das Projekt startete im Februar 2017 mit einer Laufzeit von sechs Monaten. »Wir haben bereits vor einiger Zeit mit der Digitalisierung der Kundenschnittstelle begonnen: Zum einen haben wir ein neues Webportal

mit einem Produktkonfigurator aufgesetzt, so dass Kundenwünsche digital erfasst werden können. Zum anderen haben wir den Vertrieb mit Tablets ausgestattet. Telefonische Kundenanfragen können wir nun direkt digitalisieren. Damit haben wir die Angebotsbearbeitung deutlich beschleunigt. Eine Digitalisierung weiterer Prozessschritte ist jetzt nur folgerichtig«, erläutert Deutsch.

### Nicht um jeden Preis digitalisieren

Digitalisierung ist kein Selbstzweck, sondern soll Unternehmen und Mitarbeiter sinnvoll unterstützen. Das heißt, eingespielte Prozesse müssen nicht aus Prinzip verändert werden. Barcode und RFID mögen heute innovativer sein als der klassische Lieferschein. Doch in der Schwerindustrie gelten andere Gesetze als etwa im Handel. Ein Schwerpunkt im Transferprojekt lag daher auf dem Thema Texterkennung: Der Lieferschein bleibt erhalten, ebenso die gewohnte Überprüfung der Ware per Foto und ihre Kennzeichnung mit einem Stift. Ein Smart Device soll es den Mitarbeitern aber ermöglichen, sämtliche Informationen in einem Vorgang einheitlich und digital verfügbar zu machen. Eine App führt den Mitarbeiter dabei durch einen Prozess, in dem der Lieferschein mittels Texterkennung digitalisiert

siert und mit den dazugehörigen Fotos verknüpft wird.

Konkret sind damit folgende Vorteile verbunden:

- Reduzierung des Aufwands im Wareneingangsprozess
- Transparente Bereitstellung von Informationen für Folgeprozesse
- Senkung der Auftragsdurchlaufzeit

Das Unternehmen plant bereits jetzt, die Informationen aus dem digitalisierten Wareneingang noch effizienter zu nutzen. Ein nächster Schritt ist die Digitalisierung der Produktionsprozesse. »Digitalisierung ist bei uns im Unternehmen nicht allein Chefsache. Wir haben von Anfang an Mitarbeiter in Schlüsselpositionen in unsere Überlegungen einbezogen, damit diese ihre Erfahrung und ihr Wissen direkt einbringen konnten. Am Potenzial-Workshop von »Digital in NRW« haben mit mir drei weitere Kollegen aus unterschiedlichen Bereichen mitgemacht. Es ist für kleine und mittlere Unternehmen sicherlich nicht leicht, so viel Personal aus dem laufenden Betrieb herauszuziehen. Aber es zahlt sich aus, wenn von vornherein so viel Know-how wie möglich eingebracht wird«, so Deutsch.

## INFO

Die SAZ Stahlanarbeitungszentrum Dortmund GmbH & Co. KG ist ein neutraler Lohnbearbeitungsbetrieb in den Bereichen Spalten, Tafeln, Walzen und Logistik. Kunden sind Stahlwerke und deren Tochterunternehmen in Europa sowie die weiterverarbeitende Industrie, z. B. Kaltwalzer, Rohrerhersteller, Profilierer oder der klassische Stahlhandel. Das bearbeitete Material wird in der Möbel-, Elektro-, Autoindustrie und anderen Bereichen weiterverarbeitet.

**Unternehmenssitz:**  
Dortmund

**Mitarbeiter:** 60 – 100

**Genutzte Servicebausteine:**

- 1 Informationsveranstaltung – Q2 – 2016
- 2 Unternehmenssprechstunde – August 2016
- 3 Unternehmensbesuch – September 2016
- 4 Potenzialanalyse-Workshop – November 2016
- 5 Transferprojekt – Februar 2017 – Juni 2017



## MIT »MOTION-MINING« ARBEITSBEDINGUNGEN UND PROZESSE OPTIMIEREN

Das Fraunhofer-Spin-off »MotionMiners« hat sich zum Ziel gesetzt, mit automatischer Aktivitätserkennung – wie sie aus Sport oder Freizeit bekannt ist – manuelle Arbeitsprozesse in der Logistik zu analysieren. So sollen nicht nur Arbeitsbedingungen verbessert und dem hohen Krankenstand in der Branche entgegengewirkt, sondern auch die Effizienz im Unternehmen gesteigert werden. Eine Win-Win-Situation für Mitarbeiter und Unternehmer.

Es ist leider eine traurige Tatsache: Muskel- oder Skeletterkrankungen gehören in vielen Logistikberufen zum Alltag. Dies belegt nicht zuletzt auch der aktuelle Gesundheitsreport des Dachverbands der Betriebskrankenkassen in Deutschland. Demnach erkranken Angestellte in Logistikberufen besonders häufig – 22 Fehltage aus gesundheitlichen Gründen sind der Durchschnitt. Gerade im boomenden Onlinehandel wird erwartet, dass Waren ihren Bestimmungsort immer kurzfristiger erreichen. Der Zeit- und Kostendruck wird für Betreiber immer größer, und das Arbeitspensum für Mitarbeiter steigt. Dass sich daran etwas ändern muss, steht nicht nur für Betriebskrankenkassen fest. Inzwischen sehen auch zahlreiche Unternehmen akuten Handlungsbedarf – denn nicht zuletzt ist immer noch der Mensch die treibende Kraft dieser Branche, da viele Arbeitsschritte manuell erfolgen.

Im hektischen Tagesgeschäft der Logistik bleibt für eine Analyse und Optimierung der anfallenden Tätigkeiten und Prozesse meist keine Zeit. Es gibt oftmals weder eine verlässliche Datengrundlage, um gezielt Prozesse zu optimieren, noch um die körperliche Beanspruchung von Mitarbeitern zu messen und entsprechend zu verringern. Bislang werden Daten über Wege, Prozesszeiten und Aufgaben der Mitarbeiter vielfach noch durch Beobachtung mit Stoppuhr und Klemmbrett ermittelt oder lediglich geschätzt. Der Haken an diesem Vorgehen: Bei manuellen Prozessaufnahmen werden Daten nur punktuell aufgenommen. Außerdem sind die

Ergebnisse häufig verfälscht, da es die Mitarbeiter irritiert, wenn sie bei ihrer Tätigkeit gefilmt oder von anderen beobachtet werden. Da die Daten einen direkten Personenbezug haben, ist dieses Vorgehen auch hinsichtlich des Datenschutzes eher bedenklich. Die »MotionMiners« wollen dies nun mithilfe von »Motion-Mining« ändern.

### »Motion-Mining« erfasst »echte« Daten

Das »Motion-Mining« nutzt zur Datenerfassung mobile Sensoren, Beacons und Wearables. Mitarbeiter werden zum Beispiel mit intelligenten Armbändern ausgestattet, die Bewegungen aufzeichnen. Das wissen die Mitarbeiter zwar auch, doch ein Armband ist wesentlich unaufdringlicher als ein permanenter Beobachter. Zudem werden sämtliche Daten anonymisiert erhoben, so dass ein Rückschluss auf einzelne Personen nicht möglich ist. Gleichzeitig wird einem Datenmissbrauch zur Überwachung von Mitarbeitern vorgebeugt. Beim »Motion-Mining« fühlen sich die Mitarbeiter weniger beobachtet und können ihre Arbeit unter normalen Bedingungen ausführen. Dank dieser Erfassungsmethode lassen sich realistische Daten zu den Arbeitsabläufen gewinnen. Zusätzlich sollen künftig auch Umgebungsinformationen wie Temperatur oder Licht gemessen werden. Der zusätzliche Einsatz von Mini-Sendern, sogenannter Beacons, ermöglicht es, weiteres Kontextwissen über manuelle Prozesse zu erlangen.



## Praxistauglichkeit bewiesen

Erste Machbarkeitsstudien zeigen, wie das Konzept funktioniert: Um Bewegungen zu analysieren, wurden Mitarbeiter in den Pilotunternehmen zunächst mit mobilen Sensoren ausgestattet. So ließ sich ermitteln, welche Körperstellen durch die Tätigkeit besonderer Belastung ausgesetzt sind. Die Sensoren zeichneten dabei nicht nur auf, welche Strecken die Mitarbeiter zurücklegen oder welche Prozesszeiten entstehen, sondern auch, wie oft sie sich bücken und etwas heben müssen.

Erste Ergebnisse zeigen bereits, an welchen Stellen im System die Abläufe verbessert werden können und welche Tätigkeiten besonders zeitintensiv sind. Bei einem Pilotkunden aus dem Handel stellte sich zum Beispiel heraus, dass die Mitarbeiter in der Warenvereinnahmung immer wieder durch Sonderprozesse aufgehalten werden. Mittels »Motion-Mining« konnte genau bestimmt werden, wie viel Zeit die Mitarbeiter für den wertschöpfenden Arbeitsprozess aufwenden und wie viel Zeit die zusätzlichen Sonderprozesse kosten.

In einem weiteren Unternehmen konnten die Folgen, die ein behelfsmäßiges Ersatzlager haben kann, aufgedeckt werden. Ein produzierendes Unternehmen hatte in seinem Hauptlager nicht genügend Platz für die steigenden Bestände und erweiterte seine Kapazitäten durch ein zusätzliches Außenlager auf einem benachbarten Werksgelände. Dies bedeutete zwar mehr Platz, doch wie das »Motion-Mining« zeigte, auch viele zusätzliche Wege und Handhabungen für die Mitarbeiter, denn alle Entnahmen aus dem Außenlager müssen zunächst ins Hauptlager gebracht werden, bevor sie versendet werden können. Das bedeutet für die Mitarbeiter eine zusätzliche körperliche und zeitliche Belastung. »Die Machbarkeitsstudien haben gezeigt, dass sich diese Technologie in den getesteten Unternehmen gut einsetzen lässt«, sagt Dipl.-Inform. Sascha Feldhorst, einer der Mitgründer der »MotionMiners«. Zudem haben die Tests noch eine weitere Funktion: Sie sollen den Mitarbeitern zeigen, dass das »Motion-Mining« sie nicht bei ihrer Arbeit einschränkt. »Uns ist bei den Tests besonders wichtig, dass die Mitarbeiter sich nicht beeinträchtigt fühlen«, sagt Feldhorst.

## INFO

Weitere Informationen zu den »MotionMiners« unter [www.motionminers.com](http://www.motionminers.com) oder unter Twitter [www.twitter.com/MotionMiner](https://www.twitter.com/MotionMiner)

## Gesamtpaket mit Datenerfassung und Analyse

Mit »Motion-Mining« haben die Nachwuchswissenschaftler ein Gesamtpaket entwickelt, das nicht nur Bewegungsdaten und Arbeitssituationen in Logistik- oder Produktionssystemen erfasst, sondern diese auch im Anschluss direkt analysiert. Wearables und Beacons ermöglichen es, echte Prozessdaten aufzuzeichnen, wie zum Beispiel die Weg- oder Greifzeiten von Mitarbeitern in Kommissioniersystemen. Dabei lassen sich auch ungesunde Bewegungen erfassen, die sich auf Dauer negativ auf die Gesundheit der Mitarbeiter auswirken. Das kann beim Mitarbeiter das Bewusstsein entwickeln, sich zukünftig zum Beispiel rückschonender zu bücken. Die Auswertung der gesammelten Daten folgt dabei automatisch durch eine speziell entwickelte Machine-Learning-Lösung. Sie analysiert die Daten mittels Computermodellen. Dazu werden zunächst relevante Bewegungen aus den Daten identifiziert und anschließend mithilfe eines tiefen neuronalen Netzes (Deep Learning) verarbeitet. »Unser Projekt ist ein Beispiel dafür, dass Logistik und IT heute Hand in Hand gehen«, erklärt Feldhorst. »Während unsere IT-Spezialisten für die Erfassung und die computergestützte Analyse verantwortlich sind, entwickeln unsere Logistik-Profis Verbesserungsvorschläge für die Unternehmen.« Durch den Einsatz der »Motion-Mining«-Technologie in Kombination mit mobilen Sensoren kann zudem eine Mensch-Maschine-Interaktion durch eine Echtzeit-Gestenerkennung realisiert werden. Hierdurch lassen sich künftig zum Beispiel fahrerlose Transportsysteme oder Pick-by-Light-Systeme mit Gesten steuern.

Derzeit werden weitere Pilotstudien in verschiedenen Unternehmen durchgeführt – u. a. bei einem großen Bekleidungshersteller. Auf Grundlage der Projektergebnisse können die Unternehmen ihre Prozesse anschließend anpassen und verbessern. Die erzielten Ergebnisse sollen dabei helfen, die Prozesszeiten im Unternehmen zu quantifizieren und zu verkürzen. Gleichzeitig soll die Arbeitsbelastung der Mitarbeiter erfasst und anschließend verringert werden – so profitieren Unternehmen und Mitarbeiter gleichermaßen.

## Die »MotionMiners« wollen auf eigenen Beinen stehen

Die Fraunhofer-Wissenschaftler werden mit ihrem Projekt durch das Förderprogramm »EXIST« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) unterstützt, das Existenzgründungen aus der Wissenschaft fördert. »EXIST hilft uns, die Lücke zwischen Forschungsprototypen und skalierbaren Produkten zu schließen«, erklärt Feldhorst. Denn erst mit dem fertigen Produkt können sich die »MotionMiners« vollständig selbst tragen. Bis Anfang 2019 läuft die Förderung, danach will das Unternehmen komplett auf eigenen Beinen stehen.



# LÄCHELT EMILI, FREUT SICH AUCH DER MENSCH

Wenn Jana Jost winkt, kommt ein kleiner gelber Roboter namens Emili sofort herbeigefahren. »Emili« ist eine Abkürzung für »Ergonomischer, mobiler, interaktiver Ladungsträger für die Intralogistik«, so die Fraunhofer-Wissenschaftlerin und eine der Erfinderinnen des kleinen schlaunen Roboters. Als autonomes Fahrerloses Transportfahrzeug (FTF) hebt Emili mit ihren einzigartigen Funktionen die Mensch-Maschine-Kommunikation auf ein völlig neues Level.

Wenn Emili angefahren kommt, zeigt ihr ePaper-Display zumeist ein lächelndes Gesicht. Das ist ein gutes Zeichen, denn lächelt der Roboter, funktioniert er einwandfrei und kann mit Waren beladen werden. Statt sich zu bücken und die Ladung in Emilis Ladefläche abzulegen, winkt Jana Jost einfach ein weiteres Mal, und auf Josts Zeichen fährt Emili einen Behälter auf eine ergonomische Arbeitshöhe hoch, so dass die Fraunhofer-Wissenschaftlerin bequem ein Päckchen ablegen kann. Eine weitere Geste und Emili fährt mit ihrer Ladung davon. Die Gestensteuerung des Roboters funktioniert über Wearables, kleine Computersysteme, die der Mitarbeiter an sich trägt, etwa in Form eines intelligenten Armbands. Dieses übermittelt die Gesteninformationen per Funk an Emili. Alternativ lässt sich das Fahrzeug auch über Smartphone, Tablet oder Smart Glasses ansteuern. »Dafür gibt es eine App, die sich anwenderfreundlich bedienen lässt«, erklären Emilis Miterfinder Thomas Kirks und Benedikt Mättig.

## Kommunikation über virtuelles Gesicht

Hat Emili einen schlechten Tag, begrüßt sie Jost allerdings nicht mit einem Lächeln: Dann zeigt das ePaper-Display ein trauriges Gesicht. Mit dem unglücklichen Gesichtsausdruck weist der Roboter meist auf eine Fehlfunktion hin, wie beispielsweise ein leerer Akku. Ob Emili etwas fehlt, lässt sich also unmittelbar an ihrem virtuellen Gesicht ablesen. Dies sorgt für eine möglichst natürliche Kommunikation zwischen Mitarbeiter und Fahrzeug und ist eine Grundvoraussetzung für die Social Networked Industry der Zukunft, in der Menschen und Maschinen auf Basis sozialer Netzwerke Informationen teilen und miteinander kommunizieren.

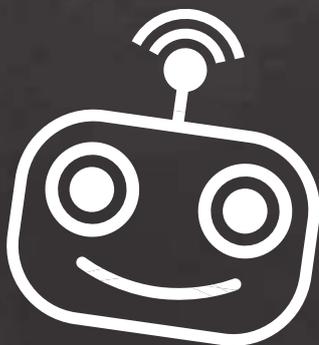
Wie Emili wieder ein Lächeln ins Gesicht gezaubert werden kann, erklärt sie selbst und zwar mithilfe eines Tablets, Smartphones oder einer Augmented Reality-Brille. »Diese helfen dem Mitarbeiter dabei,

das Problem ausfindig zu machen, indem dieser Schritt für Schritt eine Anleitung zur Fehlerbehebung erhält«, so Jana Jost. Es wird zum Beispiel angezeigt, welche Schrauben gelöst werden müssen, um Emilis Akku zu warten. Der Mitarbeiter muss dann nur noch der Anleitung folgen.

### Interaktiver Roboter und Behälter in einem

Lächelt Emilis Display wieder, kann sie ihrer eigentlichen Funktion nachkommen, denn Emili ist nicht nur interaktiv, sie fungiert auch als Behälter. »Es gibt so viele Roboter, die Behälter transportieren, warum dann also nicht gleich einen Roboter bauen, der gleichzeitig ein Behälter ist«, sagt Jost. Aus diesem Gedanken entstand die ursprüngliche Idee zu Emili. Sie verfügt exakt über die Außenmaße eines Kleinladungsträgers (KLT) und besitzt einen Lagerbereich wie dieser. Somit lässt sie sich problemlos auf andere KLT stapeln und kann auch selbst welche transportieren. Über eine integrierte Hub- und Absenkfunktion kann sie ihr Fahrwerk ein- und wieder ausfahren – so wird sie selbst zum Behälter und der Behälter wiederum zum FTF. Ein weiterer Hub ermöglicht es, Emilis Lagerbereich und die auf ihr gestapelten KLT auf eine für den Mitarbeiter ergonomische Arbeitshöhe anzuheben. So kombiniert sie die kompakte Bauweise und das einfache Handling eines KLT mit den Fähigkeiten eines modernen FTF.

Neben der Möglichkeit, Emili auf andere KLT zu stapeln, lässt sie sich aufgrund ihrer kompakten Größe zum Beispiel auch über eine klassische Fördertechnik transportieren oder in einem automatischen Kleinteilelager (AKL) einlagern. Ihr modularer Aufbau sorgt zudem dafür, dass Emili ohne Weiteres auf verschiedene Technologien umgerüstet werden kann: Ihre einzelnen Komponenten lassen sich nahtlos austauschen. So ließe sich die Spurführung, über die sie sich derzeit fortbewegt, durch eine andere Fahrzeugnavigation ersetzen.



#### Ansprechpartner

Jana Jost, M. Sc.  
jana.jost@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-522

### Prototyp für eine zukünftige Social Networked Industry

Das Erfinderteam um Jana Jost arbeitet gerade daran, Emili neue Fähigkeiten einzuhauchen. Denn im nächsten Entwicklungsschritt soll Emili sich nicht nur über feste Spuren bewegen, sondern frei und autonom umherfahren. »Wir arbeiten gerade an einer optimalen Lösung«, erläutert Jost. Auch die Hub-Funktion des Roboters soll weiter verbessert werden.

Schon jetzt zeigt Emili aber, wie die Zusammenarbeit von Mensch und Maschine im Lager der Zukunft ablaufen kann: interaktiv und ergonomisch. Emili gelingt es damit, gleich zwei Ziele der Social Networked Industry zu vereinen. »Es wird uns bald ganz normal vorkommen, mit einer Kiste zu reden. Emili ist der industrielle Prototyp für eine zukünftige Social Networked Industry, in der Menschen mit intelligenten Maschinen zusammenarbeiten werden«, betont auch Prof. Dr. Michael ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IML.

Im Herbst 2017 wird voraussichtlich eine zweite Version von Emili vorgestellt. Dann soll der kleine gelbe Roboter auch ins neue Innovationslabor des Fraunhofer IML ziehen. Dort trifft Emili dann unter anderem auf SAM, einem automatischen Stapelroboter, mit dem sie zusammenarbeiten soll. Emili ist so konzipiert, dass die beiden kommunizieren können. Auch der RackRacer, ein Shuttle, das sich selbstständig horizontal und diagonal im Regal bewegen kann, soll Teil des neuen Roboter-Clans werden: Wird Emili nicht gebraucht, kann der Regalroboter sie ganz einfach einlagern. Interaktiv, vernetzt und autonom: Zusammen kommen die drei dem Lager der Zukunft einen entscheidenden Schritt näher.



# KOLLEGIN MASCHINE UND ICH



Datenbrillen, Headsets und autonome Transportsysteme beflügeln die Logistikbranche. Die neuen Systeme sollen den Mitarbeiter unterstützen. Doch die beste Technik ist nutzlos, wenn der Mensch im Umgang mit »Kollegin« Maschine strauchelt. Um das zu verhindern, haben sich die Wissenschaftler des Fraunhofer IML Verstärkung vom Leibniz-Institut für Arbeitsforschung ins Boot geholt und mit der »kognitiven Ergonomie« ein neues Forschungsfeld angepackt.

Ein Flugzeug mit 126 Insassen stürzt in der Nähe der britischen Kleinstadt Kegworth ab. 47 Menschen sterben, die übrigen überleben schwer verletzt. Wie sich später herausstellt, hatten die Piloten nicht das defekte Triebwerk, sondern fatalerweise das voll funktionsfähige Gegenstück ausgeschaltet. Denn die Kontrollanzeigen im Cockpit waren räumlich gegensätzlich zu den zwei Hebeln ausgerichtet, mit denen je ein Triebwerk bedient werden konnte. Ein Umstand, der die Crew in einer Ausnahmesituation falsch entscheiden ließ und wohl wesentlich zum Unglück am 8. Januar 1989 beigetragen hat.

Das Kegworth Air Disaster ist ein Beispiel von mehreren Vorfällen, bei denen ergonomische Gestaltungsstandards am Arbeitsplatz missachtet wurden, häufig mit gravierenden Folgen für die Mitarbeiter. Gleichzeitig unterstreicht es die Bedeutung der kognitiven Ergonomie für unseren Alltag. Der Forschungszweig hat seinen Ursprung in der Analyse kritischer Situationen während der Arbeit, wie zum Beispiel in Flugzeugen und Kraftwerken. Hierbei war es wichtig, Anzeigen und Stellteile so zu gestalten, dass sie gerade in Ausnahmesituationen für den Piloten und Leitstandmitarbeiter schnell und einfach zu interpretieren und bedienen waren. Mit der fortschreitenden Digitalisierung der Arbeitswelt haben sich neue Forschungsfragen für die kognitive Ergonomie gestellt.

## WEG DURCH DIE INFORMATIONSLUT

So beschäftigen sich die Kognitionswissenschaftler und Ergonomen heute generell mit der optimalen Abstimmung von Mensch und Arbeitssituation – und somit jeglicher Form von Technik. Im Fokus steht die menschliche Informationsverarbeitung während komplexer Tätigkeiten, wie beispielsweise im OP oder im Lager. Es gilt eine Arbeitsumgebung zu schaffen, in der die Arbeitsbelastung an den Menschen angepasst ist. Zentrale Aspekte der Forschung beziehen sich daher auf das Maß an Belastbarkeit, das der Mitarbeiter in puncto Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Gedächtnis individuell mitbringt, und die Anforderungen, die dadurch an die optimale Gestaltung von Arbeitsmitteln und -systemen gestellt werden. Technische Systeme können so im Einklang mit den menschlichen Voraussetzungen entwickelt werden.

Ein Beispiel: Der Mensch kann, auch wenn er noch so gut in seinem Job ist, nur eine begrenzte Anzahl an Informationen gleichzeitig aufnehmen und verarbeiten. Das sollte bei der Entwicklung von Maschinen beachtet werden, wie eine Studie zu Leitstandanzeigen in der Chemieindustrie bereits 1993 betonte. Die Empfehlung der Forscher von damals: Der Fokus der Anzeige müsse nur auf den jeweils aktuellen, relevanten Informationen liegen, die dem Mitarbeiter durch das System präsentiert werden, um so die Informationsdichte regulieren zu können.

Ein anderer Aspekt im erfolgreichen Zusammenspiel von Mensch und Maschine hängt mit der Wahrung des Wahrnehmungsbezugs zusammen: Wir nehmen die Welt auf eine sehr ähnliche Weise wahr und treffen viele Entscheidungen intuitiv. So verbinden wir beispielsweise mit der Farbe Rot Gefahr, schenken einer blinkenden Leuchte mehr Aufmerksamkeit oder erwarten, dass sich etwas öffnet, wenn wir an einem Schalter im Uhrzeigersinn drehen, wie beispielsweise an einem Wasserhahnknopf. Gleichzeitig verwirrt es uns, wenn nicht sofort ein eindeutiger Zusammenhang hergestellt werden kann. Wenn also zum Beispiel ein Signal für unterschiedliche Situationen steht oder der Knopf links für die Lampe rechts verantwortlich ist, kann es zu Problemen im Arbeitsteam Mensch-Maschine kommen.

### Ansprechpartner

Dr. phil., Dipl.-Psych. Veronika Kretschmer  
veronika.kretschmer@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-289

Dr. Gerhard Rinkenauer  
rinkenauer@ifado.de | 0231 1084-374

## GESUND, ZUFRIEDEN UND PRODUKTIV

Im Kontext der Logistik ist die kognitive Ergonomie noch ein relativ junges, aber vielversprechendes Feld. Die operative Intralogistik ist ein Bereich mit hohem Mitarbeiterinsatz, schnellem technischen Fortschritt bezüglich vernetzter Informations- und Kommunikationstechnologien und stetig wachsendem Automatisierungsgrad. Der Einsatz von Augmented Reality mit Datenbrillen, auf denen wichtige Informationen zu Warenposition, -anzahl und Bestimmungsort dargeboten werden, befindet sich derzeit auf dem Vormarsch, genauso wie andere Formen der papierlosen Kommissionierung zum Beispiel mittels Pick-by-Voice. Viele tätigkeitsbezogene Daten sind blitzschnell verfügbar.

Für den Mitarbeiter heißt das, dass während jeder Schicht unzählige Informationen gleichzeitig auf ihn einprasseln. Er fragt sich: Wie fokussiere ich mich auf die jetzt relevanten Artikel meiner Pickliste? Wie schaffe ich es, die richtige Ware aus vielen auszuwählen? Wie behalte ich die Kontrolle über alle Informationen und Arbeitsschritte, ohne mich von technischer Assistenz gar fremdgesteuert zu fühlen? Fragen von hoher Relevanz auch für die Unternehmen in der sich schnell verändernden Logistikbranche. Denn kommt der Mitarbeiter mit bestimmten Situationen oder neuen Anwendungen nicht mehr zurecht, kann daraus schnell eine gesundheitliche Belastung für den Einzelnen entstehen.

## BELASTUNGSMONITORING FÜR MITARBEITER

Die arbeitsbezogenen Veränderungen in der Branche machen eine wissenschaftliche, kognitiv-ergonomische Analyse der resultierenden psychischen und physischen Belastungen der Kommissionierer erforderlich. In Labor- und Feldstudien im betrieblichen Kontext sollen Quellen dieser Belastungen identifiziert und ihr Einfluss auf den Kommissionierer in Form von individueller Beanspruchung evaluiert werden. Die unterschiedlichen Kommissionierungsmethoden wie Pick-by-Vision, Pick-by-Voice oder per Hand-Scanner stehen dabei besonders im Fokus.

Das Ziel der kognitiven Ergonomie im Leistungszentrum Logistik und IT stellt sich in Form eines Belastungsmonitorings dar: Die Experten arbeiten an praxisnahen Gestaltungs- und Handlungsempfehlungen zum Umgang mit smarten Systemen in der Intralogistik, ähnlich wie bereits vorhandene ergonomische Gestaltungsprinzipien für zum Beispiel das Cockpit oder den Leitstand. So könnten Logistikunternehmen zukünftig bestimmen, wann bestimmte Systeme in welchem Umfang sinnvoll eingesetzt werden können, um die Belastung des Mitarbeiters zu reduzieren. Mit diesem Wissen könnten dann in einem nächsten Schritt technische Anwendungen entwickelt werden, die sich an die Eigenschaften des Mitarbeiters individuell anpassen, wie in einem guten Team.



# WENN AUS ERNST SPASS WIRD

»Serious Gaming« – ernstes Spielen – ist eigentlich ein Widerspruch in sich. Denn Spiel und Ernst treffen in der Realität nur selten aufeinander. Für die Arbeitswelt der Zukunft gilt es, gerade diesen Gegensatz zu überwinden. Monotone Arbeiten und Weiterbildungen finden spielerisch deutlich mehr Akzeptanz. Ein Experiment, das sich letztendlich für Mitarbeiter und Unternehmen auszahlt.

Der hektische Alltag in der Lagerlogistik bietet meist nur wenig Zeit für eine gründliche Vorbereitung und Einarbeitung von neuen Mitarbeitern. Diese werden oft nur im Akkord an ihre zukünftigen Aufgaben herangeführt oder müssen diese durch Videos oder Fachbücher erlernen, die oftmals abstrakt und nicht auf den individuellen Arbeitsplatz zugeschnitten sind. Wie der Lageralltag dann in der Praxis abläuft, können die Mitarbeiter meist nur erahnen. Ein direktes Anlernen am späteren Arbeitsplatz wäre durchaus sinnvoller, doch dies beeinträchtigt den laufenden Betrieb. Hinzu kommt, dass gerade in der schnelllebigen Logistikbranche die Eingewöhnung keine einmalige Sache ist. In Saisonspitzen, wie zur Weihnachtszeit, heuern große Logistikunternehmen tausende zusätzliche Arbeitskräfte an und stehen so vor der Herausforderung, immer wieder neue Mitarbeiter anzulernen. Hinzu kommt, dass Aufgaben, wie Kommissionieren und Pakete packen, schnell monoton werden können. Mitarbeiter müssen deshalb nicht nur angelernt, sondern auch motiviert werden.

### Das Spielkind im Menschen nutzen

Um diese Herausforderung zu bewältigen, machen sich die Forscher eine Eigenart des Menschen zunutze: Den Hang zum Spielen. Laut einer Bitkom-Studie spielen 42 Prozent aller Deutschen ab 14 Jahren in ihrer Freizeit Computerspiele. Während des Spielens eignen sie sich unter höchster Konzentration spezifische Fähigkeiten an, ohne das Spiel als Arbeit wahrzunehmen. Genau das ist auch die Idee von »Serious Gaming«: Computerspiele sollen zur Wissensvermittlung genutzt werden. Statt auf langweiligem Frontalunterricht zielen »Serious Gaming«-Projekte darauf ab, wichtige Inhalte spielerisch zu vermitteln: Der Arbeitsplatz wird dabei in eine virtuelle Welt verlegt: Er wird zum Computerspiel.

Mit »PickNick« haben die Forscher des Fraunhofer IML ein »Serious Game« entwickelt, mit dem neue Mitarbeiter spielend Aufgaben erlernen können: In der Rolle des Pickers Nick durchläuft der Lernende in der Ich-Perspektive mehrere Level im Lager. Dabei hat er den Barcode-Scanner immer im Anschlag. Dieses Prinzip lässt sich auch auf andere Aufgabenbereiche in der Logistik ausweiten, zum Beispiel Einlagerung oder Wareneingang.

### Ein virtuelles Abbild des Unternehmens

Damit »Serious Gaming« möglichst viele Spieler anspricht, muss es nicht nur Inhalte vermitteln, sondern auch unterhaltsam sein. Im virtuellen Abbild des Unternehmens können Mitarbeiter deshalb spielerisch alle Aspekte des Betriebs kennenlernen, indem sie Aufgaben erledigen müssen. In der Testversion gibt es sogar eine Kantine und eine Toilette. Nur die Interaktion mit anderen Mitarbeitern fehlt noch. »Es gibt verschiedene Spielertypen von Menschen, die sich durch unterschiedliche Ansätze motivieren lassen«, erklärt Christian Schwede, der sich als Abteilungsleiter mit dem Thema beschäftigt. Manchen Spielertyp reizt das Erlangen von Punkten, für andere ist es das »Open World Konzept«, also sich frei durch das virtuelle Unternehmen zu bewegen und dabei auf Überraschungen, wie den Kantinenplan oder eine Toilettenspülung, zu treffen. »So lernen Mitarbeiter nicht nur die Arbeitsabläufe, sondern auch das gesamte Unternehmen kennen«, erklärt Schwede. Im Mittelpunkt der Idee steht aber vor allem die Mitarbeitermotivation. Gleichzeitig können Spiele wie »PickNick« die Einarbeitung deutlich effizienter und einfacher machen. Denn Computerspiele stören weder den Betriebsablauf, noch müssen Mitarbeiter dafür bereitgestellt werden, die neuen Anwärter einzuarbeiten.



## VR-Brillen überzeugen auch Spielermuffel

Der einzige Haken: Die Steuerung ist erfahrenen Gamern geläufig, Unerfahrene brauchen eine Eingewöhnungszeit. »Die meisten lernen es schnell, aber es gibt natürlich noch einen großen Unterschied zu den tatsächlichen Bewegungsabläufen im Betrieb«, so Schwede. Auch hier experimentieren die Forscher schon an neuen Lösungen wie etwa der VR-Brillen: Der Spieler befindet sich dabei in der gleichen Umgebung wie im Computerspiel, also der virtuellen Abbildung seines Unternehmens. Durch die VR-Brille wirkt es für den Spieler allerdings so, als stehe er direkt in der Lagerhalle. Allein das fasziniert und steigert den Spaß an der Sache.

Mit zwei Controllern kann der Spieler den Anweisungen folgen, die er über den Brillen-Bildschirm erhält. Die Bewegungsabläufe ähneln dabei stark den tatsächlichen Aufgaben im Lager. »Die Handhabung ist sehr intuitiv«, erläutert Andre Terharen, der sich in seiner Master-Arbeit mit VR-Brille beschäftigt hat. Die meisten seiner Probanden konnten sich schnell an die Steuerung und die VR-Brille gewöhnen. Einige so sehr, dass sie versuchten, die Fernbedienung am Ende des Levels auf dem virtuellen Tisch abzulegen. Der Arbeitsplatz in Terharens Projekt entspricht einer genauen virtuellen Nachbildung eines Arbeitsplatzes bei DB Schenker. Die Idee: Der Mitarbeiter soll das Erlernte hinterher 1:1 auf den richtigen Arbeitsplatz übertragen können.

## Nicht mit dem Kopf durch die Wand

Das VR-Konzept eignet sich bisher vor allem dazu, Aufgaben zu erlernen, die im Betrieb an festen Arbeitsplätzen verrichtet werden. Denn wenn sich der Mitarbeiter mit der VR-Brille fortbewegt, riskiert er, auch mal gegen eine Wand zu laufen. Die Fraunhofer-Wissenschaftler experimentieren hier gerade mit einer Bewegungsplattform: Der Spieler kann sich auf der Plattform wie auf einem Laufband fortbewegen – nur eben in alle Richtungen. Er bleibt aber trotz Bewegung an einem Punkt und kann gefahrlos die virtuelle Realität erkunden. »Die Plattform ist momentan noch etwas gewöhnungsbedürftig«, räumt Schwede ein. Einige Probanden fanden es einfacher, die Computersteuerung zu erlernen, als sich auf den Umgang mit der Plattform einzulassen. »In Zukunft wird das allerdings einfacher werden, denn die Technologien entwickeln sich derzeit rasant weiter«, erklärt Schwede.

### Ansprechpartner

Dr.-Ing. Christian Schwede  
christian.schwede@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-137

## Je größer der Spaß, desto höher der Lernfaktor

Welches Vorgehen sich für welches Unternehmen lohnt, muss dabei individuell entschieden werden. Möchte ein Unternehmen weder mit Computern noch mit VR-Brillen arbeiten, besteht zukünftig auch die Möglichkeit, die Spiele als App umzusetzen. »Optimal wäre es dann, wenn das Spiel am Ende so spannend ist, dass die Mitarbeiter es auch in ihrer Freizeit spielen«, sagt Schwede. Denn wenn die Mitarbeiter Spaß an der Sache haben, sei auch der Lerneffekt größer. Ein weiterer Vorteil der App: Die Mitarbeiter können jederzeit ihr Handy zücken, um sich neue Fähigkeiten anzueignen, wenn sie zwischendurch Leerlauf haben. Dann ist »Serious Game« ein angenehmer Zeitvertreib, der den Mitarbeiter gleichzeitig weiterbringt und ihn sogar für neue Aufgaben qualifizieren kann. Dies ist auch dringend nötig – und zwar nicht nur für das Weihnachtsgeschäft: »Im Zuge der Digitalisierung müssen viele Mitarbeiter auf einmal völlig neue Aufgaben übernehmen, und die Unternehmen müssen sie darauf vorbereiten«, so Schwede. »Serious Gaming« könnte ein Weg sein, diese Problematik zu lösen.



# INVENTUR WIE IM FLUG



Autonome Drohnen spielen im Lager der Zukunft eine zentrale Rolle. Sie können dabei helfen, Lager- und Logistikprozesse zu optimieren und effizienter zu gestalten. Lagerbestände beispielsweise lassen sich mit Hilfe von Flugrobotern automatisch lokalisieren und erfassen. Das Jungunternehmen »doks. innovation«, eine Ausgründung aus dem Fraunhofer IML, zeigt, wie die Inventur aus der Luft ihren Weg in die Praxis findet.

Wer an Drohnen im Lager denkt, der sieht vor seinem geistigen Auge zunächst vermutlich Bilder von Transportdrohnen. Die fliegenden Assistenten gehören inzwischen fast schon zu unserem Alltag. Doch Drohnen können weit mehr leisten: Sie sind zum Beispiel in der Lage, bei der Inventur zu helfen, die in Deutschland für Unternehmen gesetzlich verpflichtend ist. Die regelmäßige Erfassung von Beständen nach klassischem Verfahren ist sehr zeitaufwändig und kostspielig, da sie einen Großteil des Lagerbetriebs zum Erliegen bringt. Daran ändern selbst die heute eingesetzten Barcodes und RFID-Chips wenig. Die Jungunternehmer von doks. innovation haben mit ihrer Inventur-Drohne unlängst bewiesen, dass eine Inventur per Drohne nicht nur praktikabel ist, sondern auch die effizientere Art der Bestandsaufnahme. Bei dieser neuen Form des automatisierten Lager- und Bestandsmanagements ist die Drohne sogar maßgeblicher Akteur.

Damit eine Inventur im wahrsten Sinne des Wortes wie im Flug vonstattengeht, agiert der Flugroboter als intelligentes mobiles Objekt. Seine kognitiven Fähigkeiten erhält der fliegende Helfer durch Sensoren und Scanner. Der Lageraufbau wird unter anderem optisch mithilfe von Bewegungs- und Kamerasensoren erfasst, so dass sich der Roboter im Raum orientieren und eine ganzheitliche dynamische Umgebungserfassung durchführen kann. Für eine exakte Positionsbestimmung der

Drohne kommen Satelliten-Navigationssysteme zum Einsatz. Die Roboter agieren dabei unabhängig von Hindernissen am Boden. Sie können sich in alle Richtungen bewegen und auch schwer erreichbare Stellen, etwa in Hochregallagern, einsehen. Die beflügelten Assistenten können so Objekte sowohl in Lagerhallen als auch im Außenbereich lokalisieren und deren Eigenschaften sowie andere relevante Merkmale und Informationen über Barcodes oder RFID-Chips erfassen. Die so gesammelten Daten leiten die Roboter automatisch an Planungs- und Archivierungssysteme weiter: Enterprise Resource Planning Systeme (ERP) und Lagerverwaltungssysteme erhalten so stets aktuelle Informationen. Ein Dashboard visualisiert den aktuellen Lagerbestand und bildet gleichzeitig auch vorherige Bestände ab. Das sorgt nicht nur für höhere Transparenz, sondern dient auch der Beschleunigung aller Planungs- und Diagnoseprozesse.

## Machine-to-Machine-Kommunikation als Herausforderung

Den Grundstein für diese Innovation entwickelten die Fraunhofer-Wissenschaftler im Forschungsprojekt »InventAIRy«, das im vergangenen Jahr abgeschlossen wurde. Über eine Laufzeit von drei Jahren förderte das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie »InventAIRy« im Rahmen des Technologieprogramms »Auto-



## INFO

Weitere Informationen zu doks. innovation unter  
[www.aibotix.com/about-us/research/inventairy](http://www.aibotix.com/about-us/research/inventairy)  
[www.doks-innovation.com](http://www.doks-innovation.com)

nomik für Industrie 4.0«. »InventAIRy« war außerdem assoziiertes Projekt des EffizienzCluster LogistikRuhr, das von der Bundesregierung als Spitzencluster ausgezeichnet wurde.

Ziel des Projektes war es, eben jenen autonomen Flugroboter zu entwickeln, der eigenständig durchs Lager navigieren und Inventuren durchführen kann. Die größte Herausforderung lag für die Forscher dabei in der Entwicklung eines autonomen Flugrobotersystems mit kognitiven Fähigkeiten, das sich selbst steuert und über intelligente Schnittstellen mit anderen Objekten und Softwaresystemen kommuniziert – sogenannte Machine-to-Machine-Kommunikation. Die »InventAIRy«-Forscher konnten mit ihrer Arbeit dabei entscheidende Entwicklungen im Hinblick auf die (Echtzeit-)Datengenerierung und -auswertung im Logistikumfeld vorantreiben. Das Gründerteam von doks. innovation profitiert aber nicht nur von den technologischen Forschungsergebnissen, sondern auch von einem Netzwerk aus Verbänden, Politik sowie Kunden und Branchenexperten, das sich im Laufe des Projektes aufgebaut hat.

### Hoher Bedarf für Lageroptimierung

Mit seinen Ideen und Entwicklungen für das Lager der Zukunft trifft doks. innovation genau den Nerv der Zeit: Der Bedarf nach Softwarelösungen, insbesondere für die Optimierung von Lager- und Logistikprozessen, ist bei Unternehmen in Europa groß. Immerhin rund 60 Prozent aller Unternehmen der Logistikbranche planen derzeit Investitionen in den Bereichen Logistik-Informationstechnologien und -software, nicht zuletzt auch vor dem Hintergrund von Industrie 4.0. Allein 48 Milliarden Euro – rund 5 Prozent des Umsatzvolumens des europäischen Logistikmarkts von rund 960 Milliarden Euro – sollen Prognosen zufolge in Optimierungsmaßnahmen von Lager- und Logistikprozessen investiert werden. Projekt wie »InventAIRy« kommen da genau zum richtigen Zeitpunkt, um Teil dieser Entwicklung zu werden – und doks. innovation wird sie in Zukunft maßgeblich vorantreiben.

#### Ansprechpartner

Dipl.-Inform. Martin Fiedler  
[martin.fiedler@iml.fraunhofer.de](mailto:martin.fiedler@iml.fraunhofer.de) | 0231 9743-231



# EIN FTF FÜR

Das Fraunhofer IML und der Sensorhersteller SICK AG arbeiten gemeinsam an einer neuen Lösung für individuelle Fertigungsprozesse. Im Mittelpunkt der Forschungsarbeit steht dabei ein modulares Fahrerloses Transportsystem, das die Abläufe in Montagelinien optimieren soll.

In einer Montagelinie durchlaufen unterschiedlichste Produkte eine verkettete Reihe individueller Fertigungsprozesse. Je nach Produkt müssen dafür an den einzelnen Arbeitsstationen verschiedenste Materialien, wie Komponenten oder Baugruppen, bereitgestellt werden. Dies war bisher mit erheblichem Aufwand verbunden. Mit einer neuen Lösung zur Materialversorgung der Produktion, die auf immer komplexere und individuellere Fertigungsprozesse zugeschnitten ist, reagieren nun das Fraunhofer IML und die SICK AG mit einem gemeinsam entwickelten modularen Fahrerlosen Transportfahrzeug (FTF). Das Besondere an diesem Fahrzeug ist die Tatsache, dass es je nach Anforderung mit unterschiedlichen Lastaufnahmemitteln und Sensoren individuell an die Einsatzanforderungen angepasst werden kann.

## Nächster Entwicklungsschritt bei cyberphysischen Systemen

Das neue FTF liefert Materialien im Produktionsprozess nicht nur genau dann, wenn sie benötigt werden, sondern kann dabei die Behälter sogar direkt in den automatischen Prozess der Maschinen hinein übergeben. Das ist ein riesiger Vorteil für Montagelinien, da hierdurch der Aufwand für die Versorgung der Maschinen mit Materialien reduziert und die Effizienz gesteigert werden kann. »Flexibel einsetzbare, modulare Fahrzeuge in einem solch kleinen Format sind genau das, was wir in der Social Networked Industry der Zukunft brauchen. Die SICK AG steht für intelligente und sichere Sensorik – auch in der Interaktion von Mensch und Maschine. Nun geht SICK mit uns den nächsten Schritt in der Entwicklung cyberphysischer Systeme für die Intralogistik«, sagt Prof. Dr. Michael ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IML.

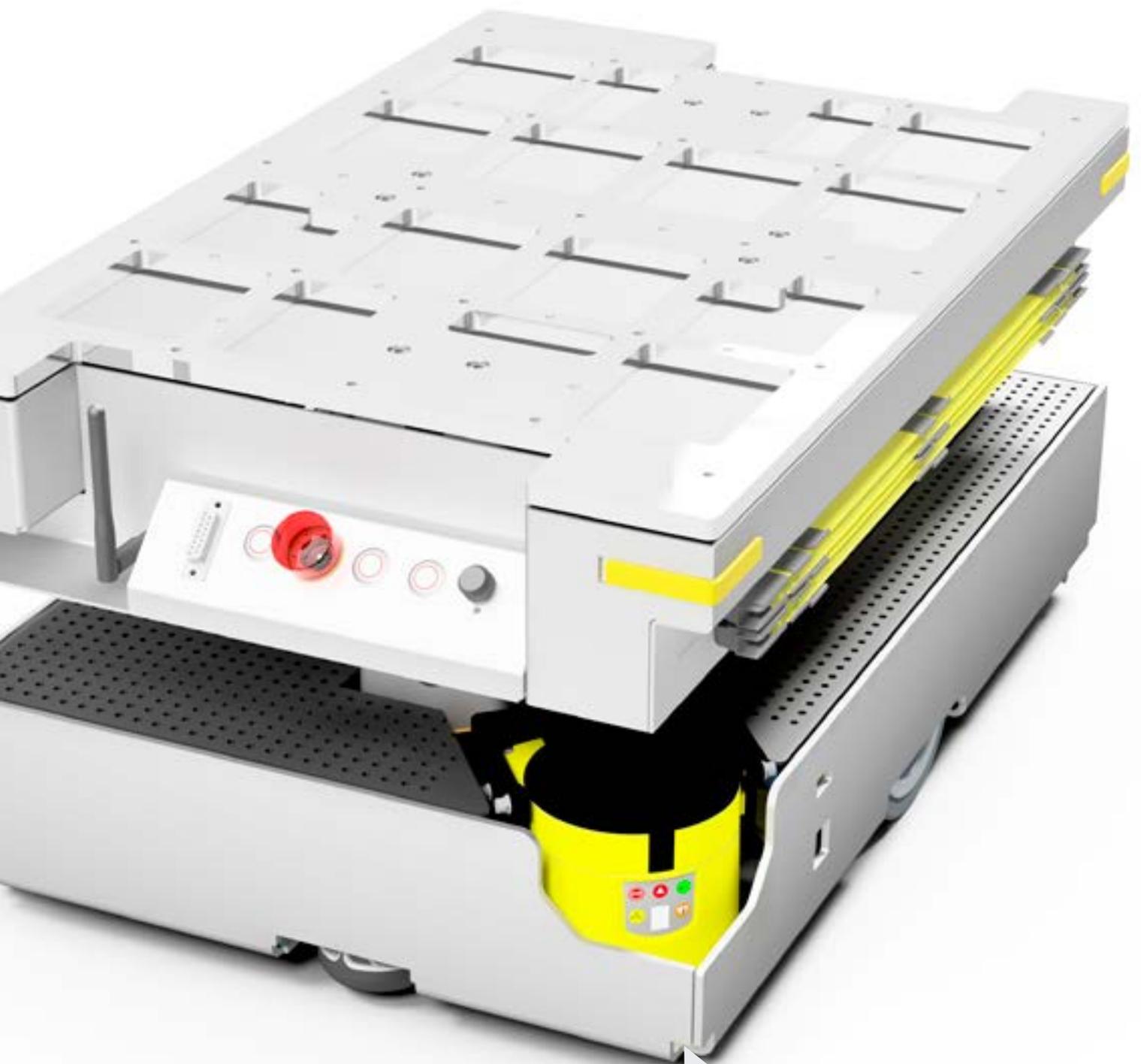
Die kompakten Transportfahrzeuge haben ein Grundmaß von 600 x 400 Millimeter und sind in der Lage, Wartezeiten während des Einsatzes zum automatischen Zwischenladen ihrer Akkus zu nutzen. So wird sichergestellt, dass die FTF permanent im Einsatz sind, ohne dass die Fertigungsprozesse zum Laden unterbrochen werden müssen. Ein weiterer Vorteil ist ihr günstiges Verhältnis von Eigengewicht zu Traglast.

## Unterschiedliche Einsatzszenarien

In der Montagelinie können die FTF auf unterschiedliche Weise eingesetzt werden: Ein konkretes Beispiel im Hause SICK ist der Transport von Materialien zwischen den Montagestationen und den Folgeprozessen in der Sensor-Montage. Als Transport- und Arbeitshilfsmittel werden dabei offene Transportbehälter, sogenannte »Trays«, eingesetzt. SICK nutzt die Montagelinie zudem als Versuchsumfeld für Tests und die Evaluierung verschiedenartiger Sensoren. Hierdurch sollen zukünftig weitere Sensoren sowohl mechanisch als auch elektronisch und softwareseitig mit möglichst geringem Zusatzaufwand integriert werden. Die interne Ausbildungsabteilung bei SICK soll die Entwicklung der FTF-Plattform dabei begleiten sowie Erweiterungen, wie zum Beispiel die Integration neuer Sensoren und Anpassungen in der Fahrzeuglogik, selbst durchführen. Durch eine aktive Zusammenarbeit zwischen allen beteiligten Mitarbeitern wird ein möglichst großer Know-how-Transfer zwischen Forschung und Praxis sichergestellt.



# ALLE FÄLLE



**Ansprechpartner**  
Dennis Gebhardt, M.Sc.  
dennis.gebhardt@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-147

# Das kommt mir in die Tüte



Der Deutsche Handelsverband hat sich verpflichtet, die Anzahl der Plastiktüten beim Verbraucher innerhalb von maximal zehn Jahren zu halbieren. Doch wie lässt sich dies im Alltag umsetzen? Papiertaschen sind aus Sicht der Ökologie keine vertretbare Alternative. Stoff- und Jutetaschen müssen etwa 30 Mal benutzt werden, damit sie wirklich umweltfreundlich sind. Das klappt aber häufig nicht, weil die Taschen genau dann zu Hause liegen, wenn sie gebraucht werden. Eine Lösung präsentiert das Fraunhofer IML mit »MyEcoBag«, einem Mehrwegsystem für Einkaufstüten.

Jeder Deutsche braucht im Jahr durchschnittlich 45 Einkaufstaschen aus Plastik. Das ist eindeutig zu viel, da dies entsprechende Konsequenzen für die Umwelt nach sich zieht. Aber welche Alternativen gibt es zur Plastiktüte? Vielfach setzt der Handel auf Papiertüten. Diese sind zwar biologisch abbaubar, jedoch in der Herstellung energie- und schadstoffintensiv. Eine andere Alternative sind Taschen aus Jute oder Baumwolle, die zwar deutlich haltbarer

sind, jedoch meist nicht nachhaltig, weil sie zu selten wiederverwendet werden. Ein Grund hierfür ist die Vergesslichkeit der Kunden: Wie eine im Rahmen eines Projekts des Fraunhofer IML durchgeführte achtwöchige Online-Befragung ergab, vergessen beim Kauf von Lebensmitteln bis zu 25 Prozent ihre Tasche zu Hause – im Non-Food-Bereich sind es sogar bis zu 78 Prozent. Und so steigt der Tütenverkauf durch den Verbraucher stetig.



## Mehrwegsystem für Stofftaschen

Als Lösung entwickelte das von der Fraunhofer-Zentrale mit FFE-Mitteln (FFE = Fraunhofer fördert Entrepreneur) geförderte Projekt »MyEcoBag« ein Mehrwegsystem für Stofftaschen. Wie bisher kann der Kunde eine Tasche im Laden erwerben. Für diese zahlt er jedoch zusätzlich zum Kaufpreis einen Pfand. Wird die Tasche nicht mehr benötigt, ist dreckig oder abgenutzt, kann sie zurückgegeben werden, und der Kunde erhält das Pfand zurück. »Zur Erkennung der Taschen werden diese mit einem RFID-Chip versehen. Zusätzlich bieten wir eine App an, in der auch Einkaufszettel geführt werden können, so steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Kunden schon bei der Vorbereitung ihres Einkaufs an ihre Tüte denken«, erklärt Patrik Elfert, zuständig für Technik und Finanzen in dem Projekt.

Die zurückgegebenen Taschen werden sortiert, gereinigt und wieder an den Handel zurückgeführt. Kunden können also wie bisher Taschen beim Einkauf erwerben und sie jederzeit zurückgeben, wenn diese nicht mehr benötigt werden. Zuhause muss sich also nicht mehr ein Meer von Tüten ansammeln. Zudem sind die Taschen nachhaltig, weil durch das Mehrwegsystem mehr als 30 Nutzungszyklen realisiert werden können.

## Testphase startet Ende des Jahres

Wie oft und wie schnell die Taschen zurückgegeben werden, wird noch bis Mitte 2018 im Ruhrgebiet getestet. »Wir sind grade dabei, den Piloten zu entwickeln«, so Christiane Auffermann, Teamleiterin für Handelslogistik beim Fraunhofer IML. Dieser wird maximal sechs Monate getestet, bevor die Daten ausgewertet werden. »Wir optimieren in dieser Projektphase das Konzept. Dann wird »MyEcoBag« eine Ausgründung«, so die Wissenschaftlerin. Ziel sei es, den Service möglichst schnell flächendeckend anzubieten und so negative Konsequenzen für die Umwelt zu minimieren.

### Ansprechpartner

Christiane Auffermann MBA  
[christiane.auffermann@iml.fraunhofer.de](mailto:christiane.auffermann@iml.fraunhofer.de) | 0231 9743-309

Einfach nur den Verbrennungsmotor eines Lkw gegen einen Elektromotor auszutauschen, ist noch kein nachhaltiges Mobilitätskonzept. Dafür bedarf es mehr: Auch die Tourenplanung muss möglichst intelligent gestaltet sein, um die wirtschaftlich und ökologisch sinnvollsten Einsatzfelder zu erschließen. Doch eine solche effiziente Planung ist für Elektronutzfahrzeuge bislang unmöglich. Das soll sich mit dem Projekt »Elektronutzfahrzeuge wirtschaftlich und nachhaltig einsetzen (EN-WIN)« ändern. Erstmals werden hier Daten von elektro- und dieselbetriebenen Lkw miteinander verglichen, die über das Fahrtenbuch hinausgehen.



## ELEKTRONUTZFAHRZEUGE SINNVOLL EINSETZEN

Detaillierte Verbrauchsdaten für Kraftstoffe und Fahrstrom liegen in der Logistik kaum vor. Zwar ist meist bekannt, wie viele Kilometer ein Fuhrpark pro Jahr zurücklegt. Aber Daten zu erfassen, die über das hinausgehen, was in Fahrtenbüchern steht, ist rechtlich und technisch anspruchsvoll. Benötigt werden genaue Informationen, um den Verbrauch von Nutzfahrzeugen detailliert festzustellen. So hat zum Beispiel die Anzahl von Starts und Stopps eine hohe Aussagekraft, da diese Vorgänge ganz besonders energieintensiv sind.

Gemeinsam mit anderen Faktoren der Fahrsituationen, wie der genauen Achslast und der Außentemperatur, können Prognosen der tatsächlichen Verbräuche und Reichweiten verbessert und für die Fahrtenplanung

genutzt werden. »Die Frage bei der täglichen Planung ist: Klappt diese Strecke mit diesem Fahrzeug? Das wollen Planer, Beschaffer und Fahrer wissen«, erklärt Dr. Sebastian Stütz aus der Abteilung Verkehrslogistik des Fraunhofer IML. Bisher werden auch für Diesel-Lkw nur Schätzwerte genutzt. Daher werden für das Projekt, das vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) im Rahmen des Förderprogramms »Erneuerbar Mobil« gefördert wird, aus jeder Lkw-Klasse ein Diesel-Lkw und ein Elektro-Lkw 18 Monate lang in vergleichbaren Einsätzen vermessen. Nur so wird eine Gegenüberstellung von Wirtschaftlichkeit, Verbrauch und Emissionen möglich. »Wenn klar ist, wo welche Emissionen entstehen, können diese gezielt gesenkt werden«, betont Stütz.

## INFO

### **Forschungspartner:**

- Fraunhofer IML (Konsortialführer)
- Technische Universität Berlin
- Hochschule Fulda

### **Umsetzungspartner:**

- Florida Eis Manufaktur GmbH, Berlin
- Ludwig Meyer GmbH & Co. KG, Friedrichsdorf
- Meyer & Meyer Textillogistik GmbH & Co. KG, Osnabrück

### Lokal und regional von Vorteil

Der Wissenschaftler sieht in der Elektromobilität eine große Chance für die Logistik, sobald Elektro-Lkw breiter am Markt verfügbar sind. »Insbesondere im Lokal- und Regionalverkehr ist großes Potenzial. Denn hier ist nicht die Reichweite der entscheidende Faktor«, so Stütz. Aktuell sei die Unkenntnis der genauen Reichweite eines der großen Probleme der Elektromobilität. Die Akzeptanz werde dadurch beeinträchtigt. Viele Logistikdienstleister wünschen sich Flexibilität für den Einsatz ihres Fuhrparks und sind sich nicht sicher, wie sie das über Elektrofahrzeuge sicherstellen können.

Dabei bietet die Elektromobilität viele Vorteile. Sie ist lokal emissionsfrei und günstiger in der Wartung. Außerdem ist sie leise, ein Vorteil, der Anwohnern und Fahrern zugutekommt: »In einem E-Fahrzeug kann während der Fahrt ganz normal über die Freisprecheinrichtung telefoniert werden. Ein echter Vorteil, falls mit der Disposition oder dem nächsten Kunden kommuniziert werden muss«, so Stütz weiter. Mit den Ergebnissen des Projekts sollen Logistikdienstleister besser und zielgerichteter planen und die Anschaffung von E-Lkw realitätsnäher auf Wirtschaftlichkeit prüfen können.

### Das Navi wird noch schlauer

Seit dem Kick-off im Februar 2017 wurden die benötigten Daten definiert und erste Daten bei den Projektpartnern gewonnen. Sobald die sogenannten »Logger« eingetroffen sind, also die Geräte, mit denen die Daten erfasst werden, wird die Fahrzeugflotte ausgerüstet.

Im nächsten Schritt werden diese Daten zur Programmierung eines Planungssystems verwendet, das von Planern und Fahrern gleichermaßen benutzt und im Rahmen des Projekts getestet werden soll. Die entscheidenden Vorteile bringt Sebastian Stütz auf den Punkt: »Damit kann das Navigationssystem im Fahrzeug nicht nur die noch zu fahrende Strecke anzeigen, sondern auch in Echtzeit Auskunft darüber geben, ob diese Etappe mit der verbleibenden Akkuladung zu bewältigen ist. So haben Planer und Fahrer Gewissheit.«

### **Ansprechpartner**

Dr. Sebastian Stütz  
sebastian.stuetz@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-396



# BRENNSTOFFZELLEN- ANTRIEB STATT DIESEL?

Der größte Teil des Warentransports auf der Straße wird derzeit per Diesel-Lkw abgewickelt. Doch mit dem Ende der fossilen Brennstoffe ist auch das Ende dieser Technologie besiegelt. Was folgt dann? Ein Forschungsteam des Fraunhofer IML hat zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI eine alternative Antriebstechnologie erforscht. Im Rahmen der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie MKS des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur BMVI prüften die Wissenschaftler die Zukunftsfähigkeit von Brennstoffzellen-Lkw. Die Studie kommt zu interessanten Ergebnissen.

Die Gesamtfahrleistung deutscher Lkw aller Gewichtsklassen betrug 2016 laut Kraftfahrtbundesamt – ohne Land- und Forstwirtschaft – rund 81 Milliarden Kilometer. Bei weit über 90 Prozent der 2015 in Deutschland neu zugelassenen und vorhandenen Lkw in den in der Studie untersuchten Gewichtsklassen handelte es sich um Diesel-Lkw. Damit ist der Güterverkehr auf der

Straße für über 20 Prozent der Treibhausgas-Emissionen im bundesweiten Verkehrssektor verantwortlich. Ein Antrieb mit Brennstoffzellen wäre leiser und lokal emissionsfrei. Pkw mit Brennstoffzellenantrieb stehen kurz vor der Serienreife, bei Lkw ist die Forschung jedoch noch nicht so weit.

### Handlungsempfehlungen

- Mobile Speicherung verbessern, insbesondere für Lkw über 12 Tonnen
- Gemeinsame Entwicklung von Grundlagen für Pkw, Bus und Lkw
- Marktakzeptanz erforschen und steigern
- Gesetzliche Rahmenbedingungen an neue Technologien anpassen
- Spezielle Anforderungen bezüglich Total Cost of Ownership (TCO) und Betankung beachten



Studie

### Forschungs- und Entwicklungsbedarf

- Wissen aus Pkw- und Busentwicklung nutzen, aber nicht überschätzen
- Verbessern des Wirkungsgrades: Senkung der Kraftstoffkosten
- Wasserstofftankstellen auch für Lkw bauen
- Größere Wasserstofftanks für erhöhte Energievorräte einrichten
- Marktanforderungen genauer untersuchen (Reichweite, Motorleistung etc.)
- Hybrid- und Hochleistungssysteme dimensionieren
- Nebenkomponenten (Steuerung, Kühlung etc.) sinnvoll einbinden
- Demonstrationsprojekte initiieren
- Konkurrenztechnologien und ihre Auswirkungen berücksichtigen

#### Ansprechpartner

Maximilian Schellert, M.Sc.  
maximilian.schellert@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-378

### Ein »Blumenstrauß« an Alternativen zum Diesel

Trotzdem wird sich bis 2030 der Anteil der dieselbetriebenen Lkw zugunsten neuer Antriebstechnologien reduzieren. In der Gewichtsklasse von 3,5 bis 7,5 Tonnen gehen die Forscher sogar davon aus, dass nur noch die Hälfte der Anzahl heutiger Dieselfahrzeuge zum Einsatz kommt. Es wird aber, im Gegensatz zur aktuellen Situation, nicht die eine dominierende Technologie geben: »Das Antriebskonzept wird je nach Nutzungsart gewählt werden. So entsteht ein bunter Blumenstrauß an Möglichkeiten«, beschreibt Maximilian Schellert aus der Abteilung Verkehrslogistik am Fraunhofer IML die Vision der Forschungsgruppe.

Dazu müssen aber noch existierende Hürden beseitigt werden. Zu diesen zählt neben dem zurzeit sehr teuren Treibstoff die schlechte Infrastruktur: In ganz Deutschland sind beispielsweise nur knapp über 20 Wasserstofftankstellen in Betrieb, nicht an allen können Lkw betankt werden. Es gibt jedoch Bestrebungen, das Tankstellennetz auszubauen. »Und auch in der Öffentlichkeit steigt die Aufmerksamkeit für das Thema wieder«, weiß Schellert.

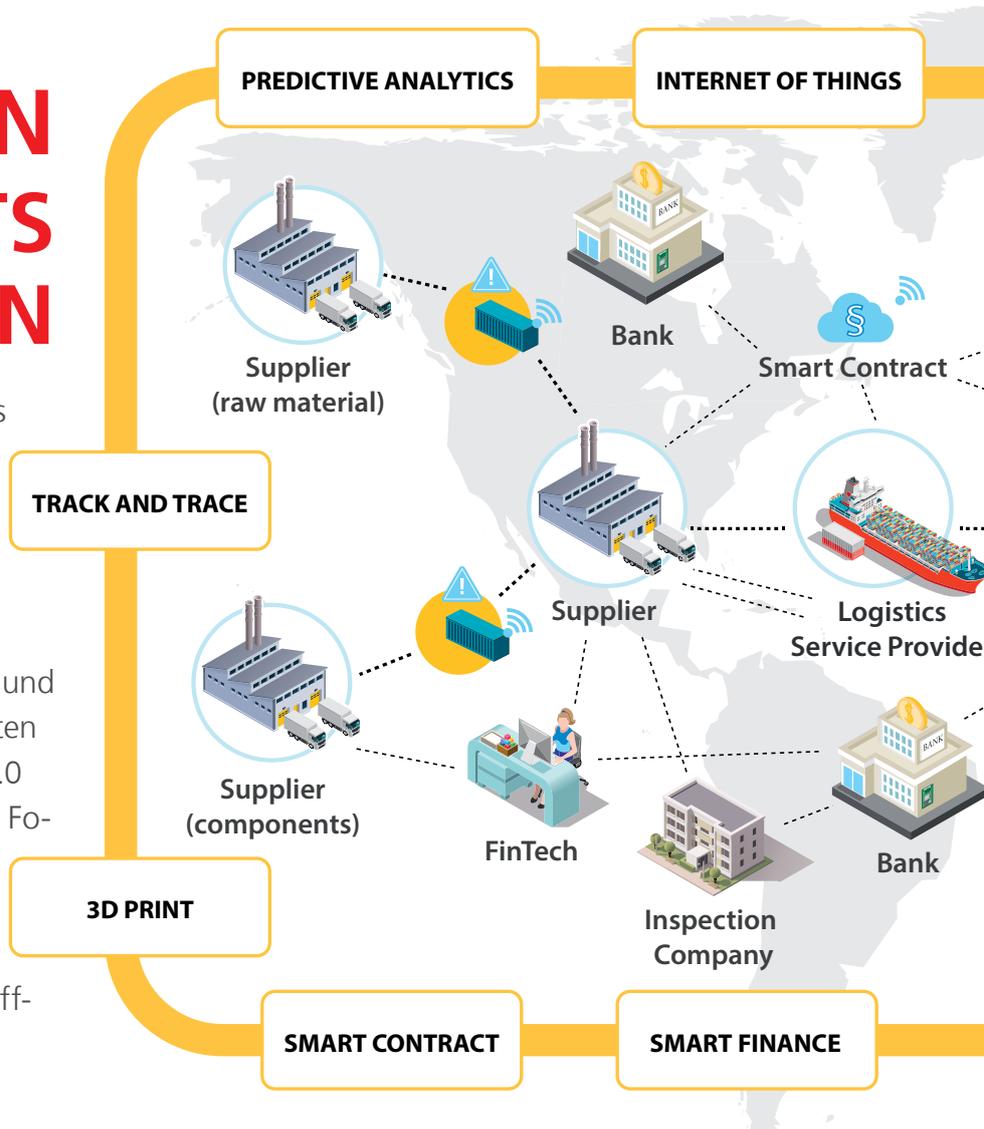
### Hoher Forschungs- und Entwicklungsbedarf

Auch technisch gibt es Herausforderungen: Der Wasserstoff wird größtenteils noch erdgasbasiert gewonnen und ist somit nur lokal emissionsfrei. Es existiert keine wirtschaftlich nachhaltige Methode zur Herstellung des Kraftstoffs. Auch an der technischen Umsetzung hapert es noch: Im Vergleich zum Diesel-Lkw sind die Reichweiten und Motorleistungen der Brennstoffzellen-Lkw zu niedrig. Mögliche Lösungen sehen die Mitglieder des Forschungsteams von Fraunhofer IML und Fraunhofer ISI auch in Hybridtechnologien.

Gerade deswegen ist der Brennstoffzellenantrieb für die Forschung so reizvoll. Im Rahmen der Studie ermittelte die Forschungsgruppe, dass die Zahl der Publikationen zu Brennstoffzellen, sowohl für Pkw als auch für Nutzfahrzeuge, seit dem Jahr 2000 immer mehr an Bedeutung gewinnt. »Der Brennstoffzellenantrieb hat das Potenzial, den Diesel-Lkw abzulösen. Gerade im Bereich des Mittel- und Regionalverkehrs«, so die (Zwischen-) Bilanz von Schellert.

# BLOCKCHAIN MEETS SUPPLY CHAIN

Seit Sommer 2017 forscht das Fraunhofer IML gemeinsam mit der Commerzbank daran, wie mithilfe der Blockchain-Technologie und Smart Contracts die Finanzierung, das Risikomanagement und Transaktionen in den vernetzten Supply Chains der Industrie 4.0 optimiert werden können. Im Fokus der Entwicklung stehen auch neue Geschäftsmodelle, die dem Finanzsektor völlig neue Möglichkeiten eröffnen sollen.



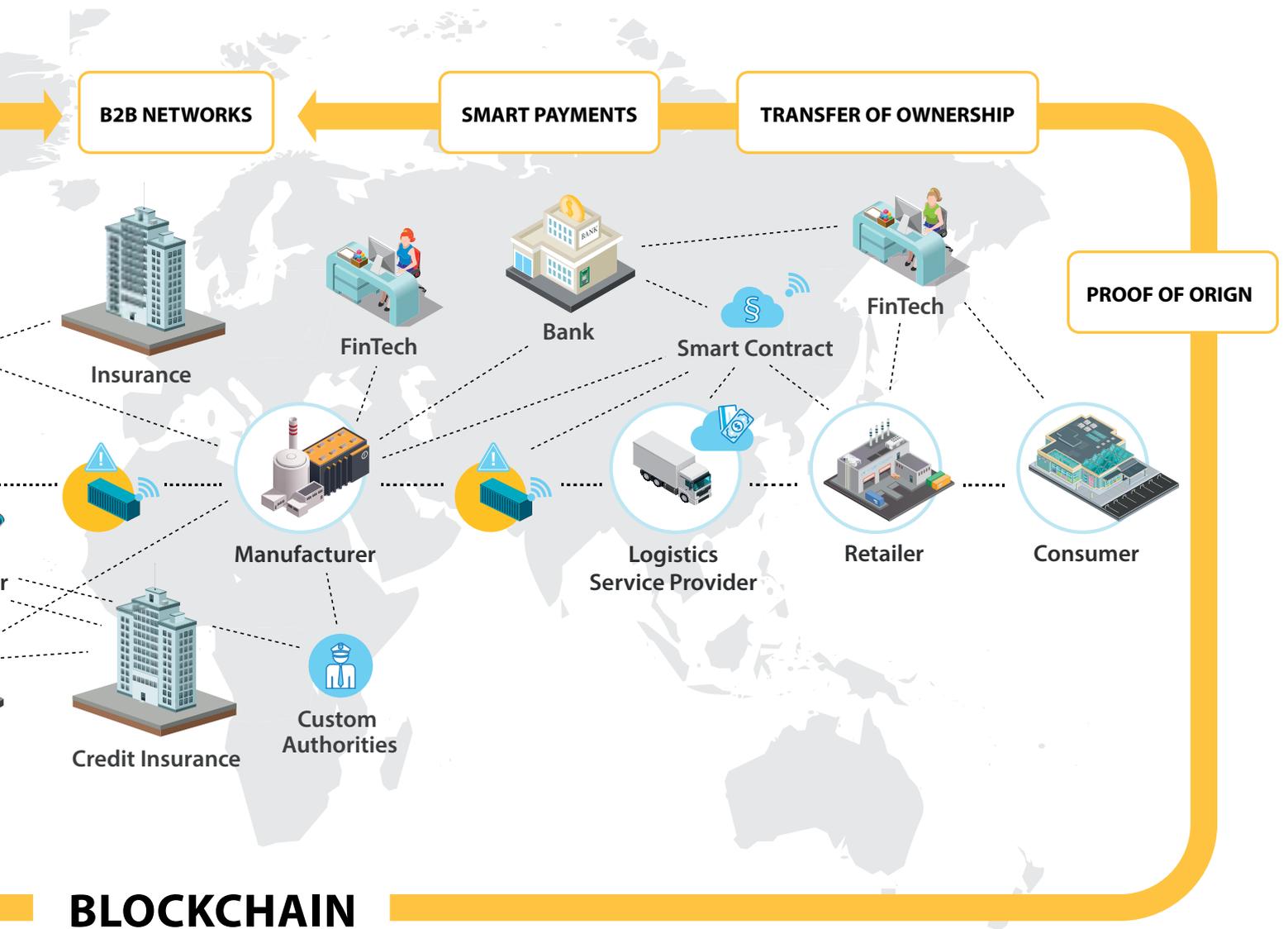
Mit der fortschreitenden Digitalisierung steigen die Anforderungen an das Supply Chain Management. Die Waren- und Finanzströme sind international und komplex, der Wettbewerb nimmt rapide zu. Das Internet der Dinge, also vernetzte Gegenstände, die sich selbstständig über das Internet verbinden und Aufgaben erledigen, bietet Raum für völlig neue Applikationen.

## Automatisierung und intelligente Systeme

Die Blockchain- oder auch Distributed-Ledger-Technologie ist schon lange kein Thema mehr, das nur für öffentliche Kryptowährungen relevant ist. Als sogenannte »private« Blockchains schaffen sie die Voraussetzungen für einen sicheren Datenaustausch zwischen ausgewählten Teilnehmern. Dank der dezentralen Organisation, der Verkettung von Hashwerten und durch den Einsatz unterschiedlicher Konsensmechanismen sind die Daten außerdem vor Manipulation geschützt. Smart Objects wie »sprechende« Container können untereinander vernetzt werden und cyberphysische Systeme liefern Messwerte in Echtzeit. Die Chancen für Prozessverbesserungen und ein effizienteres Management sind also enorm.

Die Echtzeitverfügbarkeit von sendungsrelevanten Daten bildet den Grundstein für den Einsatz von »intelligenten Verträgen«, sogenannten Smart Contracts im Supply Chain Management. Ein Smart Contract funktioniert nach dem »Wenn ... Dann«-Prinzip, bei dem ein Zustand eine Handlung auslöst. »Ein ganz triviales Beispiel dafür ist ein Getränkeautomat. Sie drücken eine Taste, um eine Bestellung aufzugeben, der Automat zeigt Ihnen den Preis an. Sobald Sie bezahlt haben, liefert er die Ware aus«, erklärt Philipp Sprenger, Blockchain-Experte am Fraunhofer IML. »Kaum jemandem ist bewusst, dass diese Handlung ein Vertragsabschluss ist und ein Handelsgeschäft durchgeführt wird.«

Nach diesem simplen Prinzip können in einer digital vernetzten Supply Chain hochkomplexe Entscheidungen getroffen werden, die weit über eine Getränkebestellung hinausgehen: Material wird voll automatisiert nachbestellt, Lieferwege werden optimiert und Zahlungen getätigt. »Smart Finance besitzt das Potenzial, Material- und Finanzflüsse in Wertschöpfungsnetzwerken zu harmonisieren. Durch die Verknüpfung smarter Technologien mit Blockchains und Smart Contracts können auch Prozesse smarter gestaltet werden.«



## BLOCKCHAIN

### Neue Geschäftsmodelle dank neuer Daten

Mit einer vernetzten Supply Chain werden unternehmensübergreifende Anwendungsgebiete möglich: »Da sich Verträge transparent und nicht manipulierbar für Wertschöpfungspartner bereitstellen lassen und das Vertragstracking automatisiert werden kann, ergeben sich neben automatischen und rechnungsunabhängigen Transaktionen auch neue Geschäftsmodelle für Finanzierungsdienstleister«, so Philipp Sprenger weiter. »Finanzierungen können in Zukunft sehr viel genauer an die Bedürfnisse des Kunden angepasst werden. Ein Beispiel hierfür sind smarte Versicherungen.« Die Police passt sich vollautomatisch an die aktuelle Situation an – und das in Echtzeit. So erschließen sich völlig neue Geschäftsmodelle. Auch die Finanzierung ändert sich: Zahlungen etwa können dann auch über die intermaschinelle Kommunikation im Supply Chain Network abgewickelt werden.

#### Ansprechpartner

Dipl.-Wirt.-Ing. Philipp Sprenger  
 philipp.sprenger@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-167

### INFO

Eine **Blockchain** ist eine unveränderbare, hochverfügbare und dezentrale Datenbank, in der alle Informationen revisionssicher gespeichert werden und über eine Verschlüsselung vor fremdem Zugriff gesichert sind. Diese Eigenschaften bilden die Grundlage für zahlreiche Möglichkeiten, um neue datenbasierte Innovationen und Geschäftsmodelle zu entwickeln. Die Wirtschaftlichkeit von vorhandenen Geschäftsprozessen kann durch automatisierte Regelwerke (Smart Contracts) entscheidend gesteigert werden.

#### Quelle: Bitkom Akademie

<https://www.bitkom-akademie.de/seminare/digitale-transformation/blockchain-der-motor-f%C3%BCr-innovation-der-industrie>

#### Blog on Blockchain:

<http://192.44.23.60/#home>

# LIQUIDITÄTSMANGEL ADE!

Im Schnitt wartet ein Lieferant 60 Tage auf den Zahlungseingang. Um diese Zeit zu überbrücken, müssen kleine und mittelständische Unternehmen mitunter Kredite aufnehmen, die sie in der Regel zu sehr viel schlechteren Konditionen bekommen als die großen Player. Das Risiko: Ein mangelhafter Cash-Flow und im Worst Case stockende Supply Chains sowie Pleiten. Mit innovativen Ansätzen zum Supply Chain Finance soll dies verhindert werden.

Die Buyer-Supplier-Beziehungen in Supply Chains sind im aktuellen Zustand vor allem für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) häufig problematisch. Denn nach Lieferung verzögert das zukaufende Unternehmen den Ausgleich der Rechnung meist so lange wie möglich – auch zwecks Absicherung der eigenen Liquidität. »Gerade kleine Unternehmen, die Fremd-

kapital zur Überbrückung brauchen, bekommen es häufig nur zu schlechten Konditionen«, erklärt Axel Schulte, Abteilungsleiter Einkauf & Finanzen im SCM. »Dann kann die Supply Chain ins Stocken geraten.«

## INFO

Forschung zu Supply Chain Finance und Blockchain am Fraunhofer IML

**November 2015 bis November 2018:**  
Projekt SOFiA: Planung und Steuerung von Wertschöpfungsnetzwerken durch die Integration von Smart Objects und Smart-Finance-Ansätzen, in Kooperation mit Industriepartnern

**Juli 2016 bis Juli 2018:**  
Europäische Logistics Service Providers (LSP) und SCF, gemeinsam mit Partnern in den Niederlanden, dem Vereinigten Königreich, Italien und der Schweiz

**Seit Juli 2017:**  
Forschungspartnerschaft mit der Commerzbank AG zu Handelsfinanzierung in Supply Chains der Zukunft



Video zu SOFiA



## Kein Zahlungsziel mehr dank Echtzeit-Payment

Eine Lösung für dieses Problem ist das Instrument der Supply Chain Finance, kurz SCF. Es beruht auf dem Prinzip des Reverse Factoring, also auf der Vorfinanzierung durch Dritte, in diesem Fall Finanzdienstleister. Beim SCF ist eine elektronische Plattform zwischen Lieferanten und Unternehmen geschaltet, über die viele Lieferanten entlang der Supply Chain angebunden werden können. Der Lieferant erhält mit der Auslieferung Geld zu Konditionen, die auf der Kreditwürdigkeit des Käufers beruhen. Auf diese Weise bekommen auch KMUs leichter Kredite, die ihre Zahlungsfähigkeit sichern. Einkaufende Unternehmen können sich über ein verlängertes Zahlungsziel von 90 Tagen freuen. Das Ergebnis: eine maximierte Liquidität entlang der gesamten Supply Chain. Im Prinzip wird also der bisher zähe und komplexe Zahlungsverkehr stark vereinfacht und gestaltet sich ebenso transparent und schnell, wie der physische Teil der Supply Chain.

Durch die vollständige Digitalisierung der Plattform ist das einfache Verfahren günstig und mit geringem Verwaltungsaufwand verbunden. Insbesondere die

Verknüpfung mit Lösungen wie dem E-Invoicing ist hilfreich. So nähern sich Material- und Geldfluss zeitlich an. »Es handelt sich also um eine Win-win-win-Situation«, bringt Axel Schulte die Vorteile auf den Punkt.

## Verbesserte Grundlagen für die praktische Umsetzung

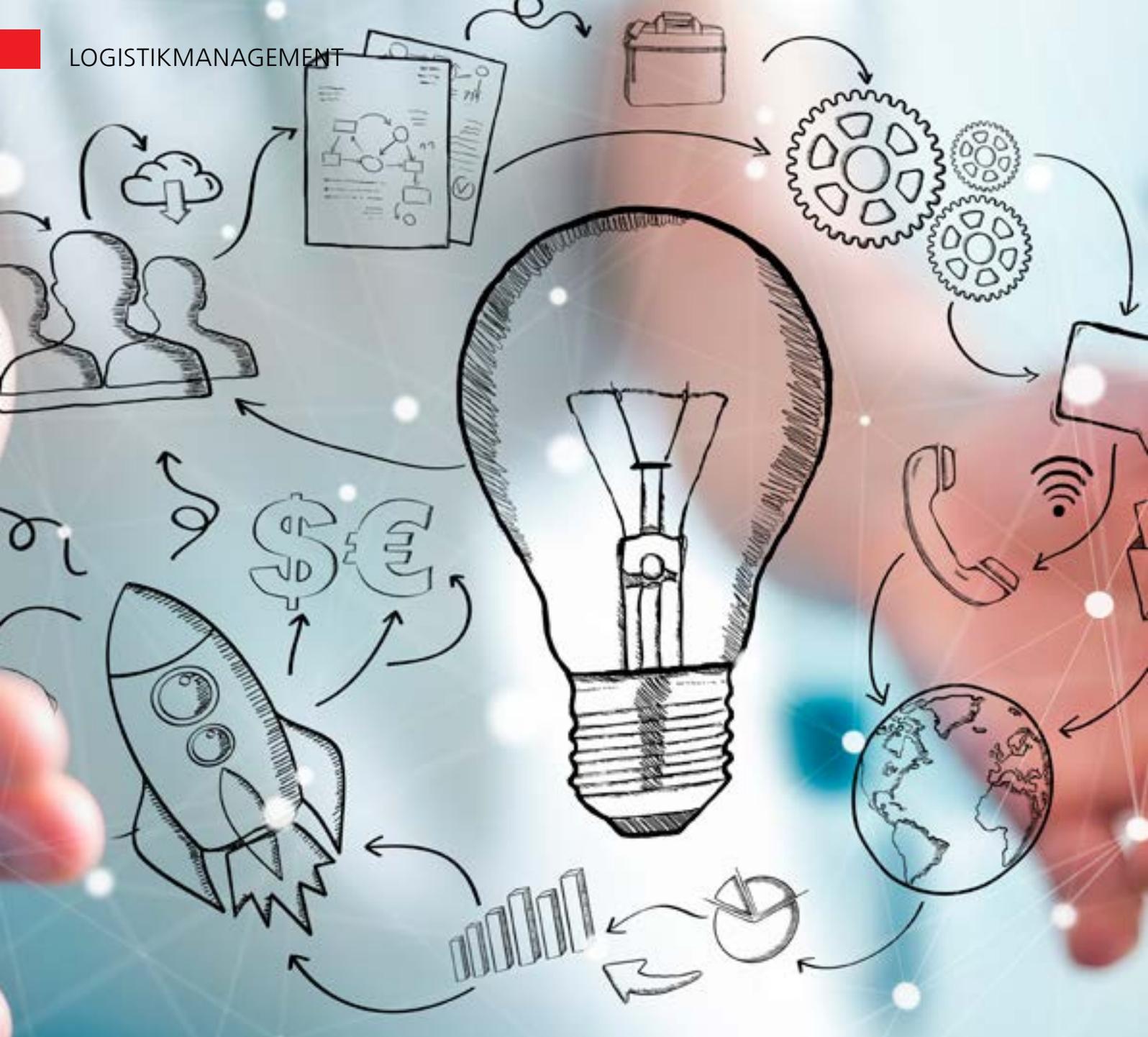
Bisher findet das Verfahren in der Praxis jedoch nur vereinzelt Anwendung. »SCF ist noch zu wenig bekannt«, außerdem haben viele potenzielle Anwender noch Vorbehalte. Ein weiteres Problem ist die noch nicht ausgereifte Technik. »Das sogenannte On-Boarding von Lieferanten ist zurzeit sehr aufwendig. Schnittstellen müssen entwickelt und Systeme kompatibel gemacht werden.« Solche Investitionen scheuen vor allem KMUs, die massiv von einem funktionierenden SCF profitieren würden. »Deswegen forschen wir intensiv an den dringend benötigten Technologien, vor allem der Blockchain als wichtigem, zukünftigen Enabler für SCF.«

### Ansprechpartner

Dr. Axel T. Schulte

axel.t.schulte@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-298





# MEHR **TEMPO** BEIM WISSENSTRANSFER

Deutschland ist ein Land der Innovation und des Forschergeistes. Auch in der Industrie 4.0 wird dies ein entscheidender Faktor für gesicherte Wettbewerbsfähigkeit sein. Doch viel zu häufig gelangt die richtige Idee aus Forschung und Entwicklung nicht in die Umsetzung. Wie sich das ändern lässt, haben Wissenschaftler im Projekt »Kollaboration als Schlüssel zum erfolgreichen Transfer von Innovationen am Beispiel der Automobillogistik 4.0« (InnoKey 4.0) herausgefunden. Die Studie gibt klare Handlungsempfehlungen an Politik, Wirtschaft und Forschung zur Verbesserung des Transfers von Forschungsergebnissen in die praktische Anwendung.

Die Industrie befindet sich im Wandel hin zur »Social Networked Industry«. Dafür finden in allen Bereichen der Wirtschaft Veränderungen statt. Die Logistik berührt alle davon und ist somit als Querschnittsfunktion besonders interessant für die Forschung. Als Forschungsgegenstand der Untersuchungen zum Transfer wurde die Automobillogistik gewählt, weil in der stark vernetzten Branche »schon erste Erfahrungen mit der Industrie 4.0 gemacht wurden. Insofern sind bereits spezifische Herausforderungen der Projekte und des Transfers der Ergebnisse bekannt«, sagt Ulrike Beißert, Gruppenleiterin Supply Chain Design am Fraunhofer IML.

### Was beeinflusst den Transfer?

Dazu befragte die Projektgruppe – unter Konsortialführung der deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech) und gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) – Fachleute aus Wissenschaft und Industrie zu den Schwierigkeiten beim Transfer von Lösungsansätzen aus Forschung und Entwicklung (FuE) in die Praxis. Die Ergebnisse wurden im März 2017 durch Vertreter mittelständischer und großer FuE-Einrichtungen, Betriebe, Fachhochschulen und Universitäten mittels eines Online-Fragebogens validiert. »Das Projekt ist sehr vielschichtig. Wir haben Einflussfaktoren auf die Projekte und den Transfer identifiziert sowie deren Auswirkungen analysiert.« Das Ergebnis: Für viele Forschungsgruppen spielt der Transfer im Vergleich zur eigentlichen Forschungsaufgabe eine untergeordnete Rolle, so dass Projekte zum Beispiel Veränderungen des Markts oder geänderte Bedürfnisse des Unternehmenspartners nicht hinreichend berücksichtigen oder Transferaktivitäten nicht gezielt getätigt werden.

### Kooperation als Erfolgsgeheimnis

Um den Transfer der Ergebnisse in die Praxis flüssiger zu gestalten, muss sich bereits die Projektplanung ändern. Projekte müssen ganzheitlicher gedacht werden, sich mehr am Markt orientieren und auch Wirtschaftlichkeitsaspekte fokussieren. Vor allem aber müssen sie agiler werden und durch eine intensive Kollaboration aller Partner geprägt sein. »Der Transfer und die Wirtschaftlichkeit der Ergebnisse müssen über die gesamte Projektlaufzeit bedacht und bei Entscheidungen berücksichtigt werden«, betont Ulrike Beißert. Dies setzt voraus, dass alle Partner entlang der Supply Chain eng zusammenarbeiten. Hierzu hat das Team des Fraunhofer IML eine Reihe von Handlungsempfehlungen erarbeitet, mit denen sich typische »Störfaktoren« beseitigen lassen. Nur so können Ergebnisse schneller und zielgerichteter entwickelt und in die Praxis überführt werden. »Wie gut die von uns entwickelten Empfehlungen greifen, wollen wir in der Praxis testen.«

#### Ansprechpartner

Dr.-Ing. Ulrike Beißert  
ulrike.beissert@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-207

## INFO

### Handlungsempfehlungen für die Politik:

- Unterstützung einer kollaborativen Forschung und Entwicklung durch ein Forum für Innovation und Kollaboration
- Nutzenstiftende Kollaboration fördern
- Projekte mit qualifizierten Leitern agil steuern
- Förderung der erweiterten Projektsteuerung durch den Projektleiter
- Ergebnisse mit Transferzentren verbreiten
- Einrichtung von Risikofonds

### Handlungsempfehlungen für Unternehmen / Wissenschaft

- Kollaboration als Projektgegenstand durchgängig planen
- Kompetenzen für ein kollaboratives Arbeiten vermitteln
- Transfer marktorientiert planen





## »Zukunftskongress Logistik – 35. Dortmunder Gespräche«: Social Networked Industry

Welche Weichen müssen Wissenschaft und Wirtschaft stellen, damit Mensch und Maschine zum Team werden? Mehr als 550 Teilnehmer gingen dieser Frage beim vom Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML und dem EffizienzCluster Logistik-Ruhr veranstalteten »Zukunftskongress Logistik – 35. Dortmunder Gespräche« am 12. und 13. September 2017 auf den Grund.

Rund um die Themen Technologie, Dienstleistung und das Trendthema Blockchain diskutierte das »ZukunftsPlenum« am ersten Kongresstag Strategien für die digitale Transformation der Logistikbranche. Am zweiten Kongresstag widmete sich das Fraunhofer-Symposium »Social Networked Industry« in fünf Sequenzen der Frage, welche Lösungen für die Social Networked Industry schon umgesetzt wurden und wo noch geforscht werden muss. Erstmals bestand eine der Sequenzen aus 14 Stationen mit realen Anwendungsfällen. In dieser »Digital Sandbox« konnte getestet werden, wie Mensch und Technik

als Partner einer Logistik von morgen interagieren – von der physisch erlebbaren Blockchain über interaktive Ladungsträger bis zu Drohnen. Besondere Bedeutung kam der Devise »Machen macht's möglich« im Sinne einer Fast-Failure-Kultur zu. Welch großes Innovationspotenzial diese hervorbringen kann, zeigten Start-ups im Rahmen einer Pitch-Session. Die Gründerteams stellten ihre digitalen Logistik- und Produktionslösungen vor. Die besten drei Teams wurden mit dem »Digital Logistics Award« und attraktiven Preisen geehrt.



Fraunhofer IML  
@fraunhoferiml

Zukunftskongress Logistik -  
35. Dortmunder Gespräche

Folgen



Zukunftskongress Logistik -  
35. Dortmunder Gespräche



Folgen

Fraunhofer IML  
@fraunhoferiml  
Zukunftskongress Logistik -  
35. Dortmunder Gespräche

Fraunhofer IML  
@fraunhoferiml

Zukunftskongress Logistik -  
35. Dortmunder Gespräche

Folgen



Fraunhofer IML  
@fraunhoferiml

Zukunftskongress Logistik -  
35. Dortmunder Gespräche

Folgen



Fraunhofer IML  
@fraunhoferiml

Zukunftskongress Logistik -  
35. Dortmunder Gespräche

RETWEET  
09:45 - 28. Mär. 2017



Fraunhofer IML  
@fraunhoferiml

Zukunftskongress Logistik -  
35. Dortmunder Gespräche

RETWEET  
09:45 - 29. Mär. 2017



Fraunhofer IML  
@fraunhoferiml

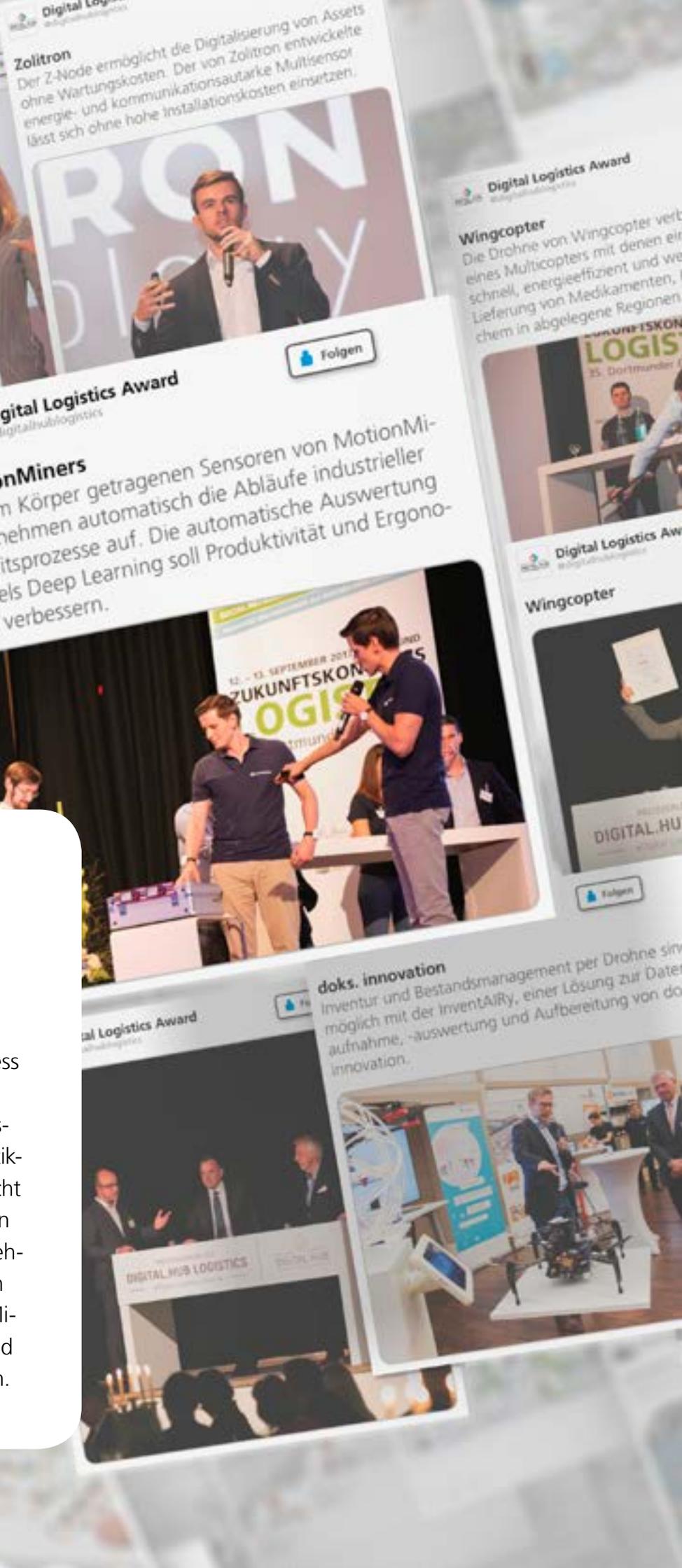
Zukunftskongress Logistik -  
35. Dortmunder Gespräche



RETWEET  
09:45 - 29. Mär. 2017

## Digital Logistics Award

Am ersten Abend des »Zukunftskongress Logistik – 35. Dortmunder Gespräche« wurde zum ersten Mal der Digital Logistics Award für innovative digitale Logistik- und Produktionslösungen vergeben. Acht handverlesene Start-ups präsentierten in je fünf Minuten ihre Projekte. Die Teilnehmer des Kongresses wählten die besten Ideen. Der erste Platz ging an MotionMiners, Platz zwei belegte Wingcopter und den dritten Platz LoadFox aus München.



...ndet die Vorteile  
...es Flugzeugs: Sie ist  
...ndig. Sie soll für die  
...mpfstoffen und Ähnli-  
...genutzt werden.



Folgen

Digital Logistics Award  
@digitalhublogistics

### LoadFox

Die Onlineplattform von LoadFox versucht eines der großen Effizienzprobleme der Logistik zu lösen: sie will Leerfahrten verhindern. Das wird möglich durch einen Algorithmus, der Touren aus Frachten erstellt.



Folgen

Digital Logistics Award  
@digitalhublogistics

### mindtairn

Auf der Plattform von mindtairn sind alle Maschinendaten in Echtzeit verfügbar und ermöglichen durch automatische Analyse eine Predictive Maintenance.



Folgen

Folgen

Digital Logistics Award  
@digitalhublogistics

### talpasolutions

talpasolutions entwickelt Visualisierungs- und Analyseapplikationen. Der prädiktive SaaS-Analytics-Anbieter ermöglicht so die Optimierung von Maschinenleistungen bei höherer Sicherheit und geringeren Ausfällen.



Folgen

Digital Logistics Award  
@digitalhublogistics

### arculus

Das modulare Produktionssystem von arculus soll der Autoindustrie helfen, sich fit für die Industrie 4.0 und die damit verbundene höhere Flexibilität zu machen. Zusammen mit einem intelligenten fahrerlosen Transportsystem ist es eine Alternative zur Fließbandfertigung.



Folgen

Folgen

Digital Logistics Award  
@digitalhublogistics

Digital Logistics Award  
@digitalhublogistics



Folgen

Digital Logistics Award  
@digitalhublogistics



RETWEET  
2148 / 12 548 2017

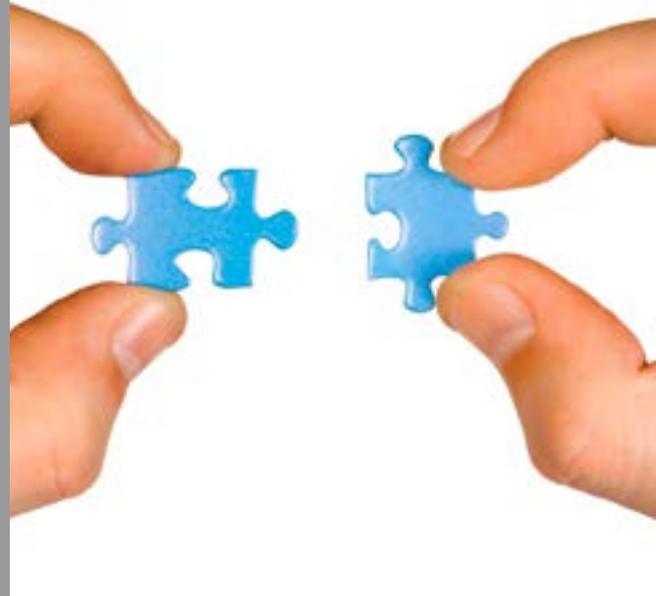
Retweet icons

Digital Logistics Award



## Gemeinsame Entwicklungsarbeit im Hochtechnologiebereich mit Rhenus

Das Fraunhofer IML und Rhenus forschen im Rahmen einer Vorphase zu einem gemeinsamen Enterprise Lab an der Verwendung von Narrow-Band-IoT-Technologie im Waste Management. Durch dieses Niedrigenergienetzwerk mit großer Reichweite können Sensoren zur Erfassung von Füllständen energiesparend mit der Cloud verbunden werden. Steuerungs- und Erfassungstechniken werden so kostengünstig und langlebig. Hierfür sollen unter anderem Behälterprototypen entwickelt werden.



## Bundesforschungsministerin Wanka besucht Fraunhofer IML

Die Bundesministerin für Bildung und Forschung, Johanna Wanka, und MdB Steffen Kanitz besuchten am 7. September 2017 das Fraunhofer IML, wo das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) seit Jahren zahlreiche Projekte unterstützt. Besonderes Interesse galt dabei den zwei Gründungsinitiativen »MotionMiners« (Seite 36) und »doks. innovation«, das sich mit der Weiterentwicklung von Drohnentechnologie beschäftigt. »Erfolgreiche Gründungsinitiativen sind eine Bestätigung unserer Forschungsprogramme und untermauern, wie wichtig die angewandte Logistikforschung für den Wirtschaftsstandort Deutschland ist«, erklärte Wanka im Rahmen ihres Besuchs.



## Empack 2018

Das Fraunhofer IML ist am 24. und 25. Januar 2018 Kompetenzpartner der Verpackungsfachmesse Empack 2018 in Dortmund. Mit insgesamt vier Speakerslots im Rahmenprogramm bringt das Institut dann seine Kompetenzen in den Bereichen Verpackungslogistik, Handelslogistik sowie AutoID-Technologien ein.

[www.empack-dortmund.de](http://www.empack-dortmund.de)





## Ehrendoktorwürde für Prof. Michael ten Hompel

Die ungarische Universität Miskolc hat Prof. Michael ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IML sowie Institutsleiter am Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST, mit der Ehrendoktorwürde ausgezeichnet. Damit honoriert die Universität die besonderen Verdienste ten Hompels um die Logistikforschung in Ungarn. Zugleich sei der Titel eine Anerkennung für die Arbeit des Instituts für Logistik und eine Stärkung der Logistik als Wissenschaftsdisziplin an der Universität Miskolc.



## Ausgründung gewinnt Preis bei »start2grow«

Die Ausgründung des Fraunhofer IML »doks. innovation« hat mit ihren im Institut entwickelten Drohnenlösungen den 3. Preis beim Gründungswettbewerb »start2grow« gewonnen. Mit der Inventurdrohne »InventAIRy« wollen die Forscher dem hohen Aufwand im Bestandsmanagement begegnen; mit »DelivAIRy« bietet doks. Innovation eine automatisierte Drohnentransportlösung an. Als Initiative der Wirtschaftsförderung Dortmund unterstützt der Wettbewerb »start2grow« Existenzgründer auf dem Weg in die Selbstständigkeit.



## Fraunhofer-Allianz feiert zehnjähriges Bestehen

Die Fraunhofer-Allianz Food Chain Management feiert 2017 ihr zehnjähriges Bestehen. 2007 schlossen sich 13 Fraunhofer-Institute zu der Allianz zusammen. Sie widmet sich der möglichst sicheren, günstigen und effizienten Produktion von Lebensmitteln. Dank der verschiedenen Institute kommt dafür Kompetenz aus den Bereichen Mikroelektronik, Logistik und Lebensmittelsicherheit zusammen. Weitere Informationen zur Allianz:

[www.fcm.fraunhofer.de](http://www.fcm.fraunhofer.de)



## Whitepaper »Social Networked Industry«

Industrie 4.0 bedeutet keine menschenleeren Fabriken, sondern eine Zusammenarbeit von Menschen und Maschinen als Team. Zusammengefasst wurde die positive Zukunftsvision im Whitepaper »Social Networked Industry« der Schriftenreihe »Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management« aus dem 2017 gestarteten Leistungszentrum Logistik und IT. Es beleuchtet aktuelle Herausforderungen und Trends mit Fokus auf neue Technologien und Geschäftsmodelle. Die weiteren Schriften aus der Reihe beschäftigen sich mit den Themen »Kognitive Ergonomie«, »Herausforderungen der Mensch-Technik-Interaktion in der Intralogistik«, »Paradigmenwechsel der Planung und Steuerung von Wertschöpfungsnetzen« und »Bedeutung von Daten im Zeitalter der Digitalisierung«.

► <http://s.fhg.de/WSNI>

## Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0

Um die Industrie 4.0 erfolgreich in die Praxis umzusetzen, bedarf es neben neuen Technologien auch Mitarbeiter, die diese zu nutzen wissen. Deswegen besteht hoher Weiterbildungsbedarf auf allen Unternehmensebenen. Das Fraunhofer IML hat zusammen mit der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften acatech und der equeo GmbH im Rahmen einer Studie Konzepte für eine ganzheitliche und nachhaltige Kompetenzentwicklung erarbeitet. Die Ergebnisse beruhen auf einer Umfrage und Experteninterviews.

► <http://s.fhg.de/KI4>



## BVL-Positionspapier Digitalisierung in der Logistik

Wie verändert sich die Rolle von IT und Daten, welche Vorteile bringt die Digitalisierung und wie ist sie für Mittelständler umsetzbar? Im BVL-Positionspapier werden diese und andere grundlegende Fragen aus der Praxis der digitalen Transformation beantwortet. Die Hinweise und Anregungen sind in der Arbeitsgruppe Digitalisierung der Bundesvereinigung Logistik entstanden. Im Paper befinden sich QR-Codes und Links zu weiterführenden crossmedialen Inhalten wie Interviews und Grafiken.

► <http://s.fhg.de/BVLDL>



## acatech-Studie: Industrie 4.0 Maturity Index

Der Wandel der Industrie 4.0 hin zur Social Networked Industry besteht aus vielen Schritten. Mit dem »Maturity Index« für die Industrie 4.0 der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften acatech sollen Firmen die Möglichkeit haben, ihren Status quo multimodal zu erfassen. Aus den Ergebnissen können dann individuelle Roadmaps entwickelt werden. Neben Produktion, Marketing, Logistik sowie Verkauf werden auch Forschung und Entwicklung für den Index berücksichtigt.

► <http://s.fhg.de/aMI>





11. – 12. SEPTEMBER 2018, DORTMUND

# ZUKUNFTSKONGRESS LOGISTIK

36. Dortmunder Gespräche  
[www.zukunftskongress-logistik.de](http://www.zukunftskongress-logistik.de)



präsentiert von:



**Fraunhofer**

IML