

# LOGISTIKentdecken

Magazin des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund

#17



Topthema:

## SOCIAL NETWORKED INDUSTRY



Fraunhofer

IML

Joseph v. Fraunhofer-Str. 2-4

Feuerwehruzufahrt



## 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,  
Sabine Barde, Sabine Vogel,  
Julian Jakubiak, Sophie Rotgeri

Fotos:

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

Satz und Layout:

Georgios Katsimitsoulas,  
Mandy Lindemann, Mara Albracht

Druck und Verarbeitung:

Griebsch & Rochol Druck GmbH,  
Hamm

# LIEBE FREUNDE DER LOGISTIK,

»technologieaffiner 'digital Native', gut vernetzt in sozialen Netzwerken, optimistisch, 'Egotaktiker', orientiert am eigenen Wohlbefinden und stets in der Erwartung sofortiger Verfügbarkeit sucht...«: Klingt wie die etwas zu ehrliche Kontaktanzeige eines relativ anspruchsvollen Individuums, ist aber nicht weniger, als der Kunde von morgen – und vielleicht auch irgendwann einmal Ihr neuer Arbeitnehmer oder sogar Arbeitgeber aus der Generation Y.

Für Industrie 4.0 und die aus ihr resultierende Social Networked Industry gilt es daher, klar im Blick zu behalten für wen wir diese gestalten. In einer Social Networked Industry werden Menschen und Maschinen in Netzwerken zusammenarbeiten, Informationen teilen und miteinander kommunizieren (S. 6). Dafür muss sie optimal auf diejenigen zugeschnitten sein, die in ihr leben, konsumieren und arbeiten. Deshalb gilt es sowohl die Menschen einzubinden, für die die digitale Welt keine Selbstverständlichkeit ist, als auch die, die längst gerne für alles eine App oder einen Highscore hätten und lieber in virtuellen Teams als in Hierarchien arbeiten. Dafür arbeitet unser Institut mit Hochdruck an allem, was Mensch, Maschine und Organisation zum Team werden lässt.

Technologien, die die Schnittstellen zu intelligenten Maschinen für alle Menschen so einfach und ergonomisch wie möglich gestalten, stehen daher im Mittelpunkt des Schwerpunkts »Intralogistik« dieser Ausgabe: von der Virtual Reality-Brille als Kommissionierhilfe (S. 12) über intelligente Displays (S.10) oder autonome Lagerhelfer (S. 20) bis hin zu Smart Devices (S. 14). Dabei wird das Thema »Gamification«, also die spielerische Gestaltung von Arbeitsprozessen, immer wichtiger. Denn letztendlich geht es auch – und vor allem der Generation Y – um Spaß bei der Arbeit!

Jedes Produkt, jede Dienstleistung und damit letztlich jedes Geschäftsmodell wird nur dann erfolgreich sein, wenn es die Bedürfnisse dieses neuen Kunden-Typs befriedigt. Daher gilt die Devise: So viel wie möglich ausprobieren, um etwas zu finden, das den Kunden anspricht und den Nerv trifft. Funktioniert es nicht, muss das Scheitern schnellstmöglich erfolgen, um etwas anderes zu versuchen.

Auch Forschung und Entwicklung müssen sich für diese »Fast Failure«-Kultur neu aufstellen. Mit dem neuen Innovationslabor (S. 22) und unserem Enterprise Lab Center (S. 24) bietet das Fraunhofer IML seinen Kunden und Wissenschaftlern auch räumlich genau dafür die optimale Plattform. In Rekordzeit können Prototypen, neue Technologien und hybride Dienstleistungen getestet werden. So ist in nur vier Monaten der Smart Transport Robot im BMW Enterprise Lab entstanden und schreibt

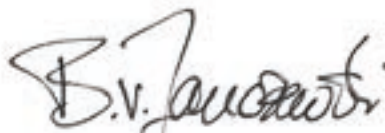
im Unternehmen Erfolgsgeschichte (S. 28). Auch der »digitale Zwilling«, ein virtuelles Abbild eines kompletten Logistik-Standortes, ist im Rahmen des DB Schenker Labs entstanden und bereits bei dem Logistikdienstleister im Probetrieb (S. 30). Um diese Umsetzungsgeschwindigkeit auch dem Mittelstand zugänglich zu machen, der nicht über entsprechende Ressourcen oder eigene Forschungsabteilungen verfügt, bietet das Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0 gezielte Unterstützung (S. 32).

Kunden, die über Netflix ihre Lieblingsserie immer genau dann schauen, wann und wo sie das möchten, ein Bild von ihrem Abendessen mit den Freunden in Australien teilen oder innerhalb von Sekunden etwas über ihr Smartphone bestellen, sind nicht mehr bereit, im Supermarkt um die Ecke festzustellen, dass der Schnittlauch ausverkauft ist. Ob eCommerce (S. 38) oder Online-Handel von Lebensmitteln (S. 36): Das geänderte Konsumentenverhalten beeinflusst vor allem auch die letzte Meile und damit die Mobilität in unseren Städten. Mit der ZF-Zukunftsstudie (S. 34) zeigen wir, welche Konzepte hier unterstützen können – vom autonomen Fahren bis hin zum Lastenrad (S. 40).

Alles sofort und alles online – der Einfluss dieses Verhaltens reicht bis zum »Logistikmanagement«: Es muss sich auf deutlich flexiblere Prozesse, Kapazitäten und Standorte einstellen (S. 46). Das funktioniert nur, wenn wir auch Finanzströme immer stärker in die Prozesse einbinden (S. 52) und beim Thema Datenschutz für Sicherheit sorgen (S.12 und S.14).

Eine Menge Herausforderungen, die in der Social Networked Industry auf uns warten. Doch wer könnte sie besser meistern als unsere Branche? Erweitern wir das, was wir am besten können, und bringen die richtigen Dinge, die richtigen Informationen und die richtigen Assistenzsysteme mit den richtigen Menschen zur richtigen Zeit am richtigen Ort zusammen – auch wenn der richtige Zeitpunkt immer häufiger »sofort« ist.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre



Bettina von Janczewski  
Pressereferentin  
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML





# INHALT

## LOGISTIK ENTDECKEN #17

### ALLGEMEINES



VORWORT	3
IMPRESSUM	2
NOTIZEN	54



### TOPTHEMA: SOCIAL NETWORKED INDUSTRY

AN DER ZUKUNFT ARBEITEN, IN DER WIR LEBEN WOLLEN	6
---	---

### INTRALOGISTIK



BESSER PICKEN MIT P-INK	10
DER ASSISTENT HOCKT AUF DER NASE	12
VOM MASCHINENBEDIENER ZUM MASCHINENBEHERRSCHER	14
DER »RACKRACER« NEUES VOM KLETTERKÜNSTLER	16
DROHNEN DER NEUEN GENERATION	18
ANLEITUNG FÜR HOCHSTAPLER	20

## WISSENSVORSPRUNG FÜR DIE LOGISTIK



INNOVATIONSLABOR	22
ENTERPRISE LAB CENTER	24
»SMART TRANSPORT ROBOT«	28
DAS ENTSCHIEDET MEIN DIGITALER ZWILLING	30
MIT KLEINEN SCHRITTEN FIT FÜR INDUSTRIE 4.0	32

## MOBILITÄT DER ZUKUNFT



AUTONOME FAHRZEUGE OPTION FÜR DIE LETZTE MEILE 2030	34
LEBENSMITTELHANDEL: DA GEHT NOCH WAS!	36
IST DIE INNENSTADT GELIEFERT?	38
DAS LASTENRAD ALS REGIONALES MOBILITÄTSANGEBOT	40
LOGISTIK UND MOBILITÄT 2035	42

## LOGISTIKMANAGEMENT



VORREITER EINKAUF	44
EINE WANDLUNGSFÄHIGE LOGISTIK IST REALISIERBAR	46
»BLAUPAUSE« FÜR DIE DATENÖKONOMIE	48
MIT PRIVACY MANAGEMENT DATENHOHEIT BEHALTEN	50
SMART OBJECTS & SMART FINANCE	52

# AN DER ZUKUNFT IN DER WIR LEBEN

Am Ende der vierten industriellen Revolution wird eine Social Networked Industry stehen. Sie wird den Dreiklang von Mensch, Technologie und Organisation radikal verändern. Mensch und Maschine werden zum Team.

Mit Industrie 4.0 erhalten immer mehr Technologien Einzug in den Wirtschaftsstandort Deutschland. Damit eröffnen sich neue Potentiale. Fahrerlose Transportsysteme, Paletten-zählende Apps und inventurtreibende Drohnen übernehmen bisher von Menschen ausgeführte Tätigkeiten. Gleichzeitig entstehen aber auch völlig neue, anspruchsvollere Arbeitsfelder, die hinreichend qualifizierter Mitarbeiter bedürfen. Es wird immer deutlicher, dass der Einsatz an flexiblen Produktions- und Logistiksystemen mit der Notwendigkeit einhergeht, den Menschen kooperativ in diese Systeme einzubinden.

Die Social Networked Industry betrachtet den Menschen als einen zentralen Akteur der Industrie 4.0 – Mensch und Maschine sollen sich sinnvoll ergänzen.

So steckt in der autonomen Interaktion von Gütern sowie der automatischen Erfassung und dem Austausch von Informationen großes Potential, um den Menschen in fehleranfälligen Tätigkeiten zu entlasten. Gleichzeitig braucht die Industrie den Menschen, da er Wissen und Erfahrungen einbringt, die Maschinen nicht besitzen. Diese Zusammenarbeit funktioniert nur über Vernetzung und Kommunikation. Durch die Bereitstellung und Nutzung aktueller Technologien wie Smartphones oder Tablets und Kooperationsformen aus sozialen Netzwerken entsteht eine intuitiv bedienbare Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine.

An dieser Zukunft der Schnittstellen arbeiten die Wissenschaftler des Fraunhofer IML schon lange. Ein Beispiel für ein Smart Device, das genau diese Schnittstellenfunktion einnehmen kann, ist der so-



# ARBEITEN, WOLLEN



nannte Coaster (S. 14). Als eine Art industrietaugliches Smartphone erlaubt er die Automatisierung von heute manuell ausgeführten Prozessen – von der Kommissionierkontrolle über das Qualitäts- bis zum Transportmanagement.

Die Social Networked Industry verkörpert eine Industrie, in der Menschen und cyberphysische Systeme miteinander kooperieren (Social Network) und Mensch und Maschine auch über die Grenzen der eigenen Unternehmensstrukturen hinweg mit anderen Unternehmen kommunizieren (Networked Industry). In diesem soziotechnischen System spielt in der Forschung die Zusammenarbeit ingenieurwissenschaftlicher und sozialwissenschaftlicher Disziplinen eine große Rolle.



Autonome Funktionalität, autonome Lokalisation, autonomes Vernetzen – das ist Industrie 4.0. Durch die Kommunikation solcher cyberphysischer Systeme mit dem Menschen entsteht die Social Networked Industry.

Prof. Dr. Michael ten Hompel, Fraunhofer IML





## Die Social Networked Industry wird den Dreiklang von Mensch, Technologie und Organisation radikal verändern.

Die Bedeutung dessen hat auch das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF erkannt. Darum fördert es seit Juli 2016 ein Forschungsprojekt, das das Fraunhofer IML gemeinsam mit der Technischen Universität Dortmund ins Leben gerufen hat. Bei einem Gesamtvolumen von 10 Millionen Euro erforschen die Partner über einen Zeitraum von drei Jahren hybride Dienstleistungskonzepte für die Logistik in einer Social Networked Industry. Das Fraunhofer IML bearbeitet im Rahmen eines eigens errichteten Innovationslabors »Hybride Dienstleistung in der Logistik« die technologische Seite des Themas; die TU Dortmund speist die ebenso wichtigen arbeitssoziologischen Erkenntnisse ein (S. 22).

Seine neue Rolle innerhalb der Industrie 4.0 stellt hohe Anforderungen an den Menschen. Um diese Rolle ausführen zu können, muss er ausreichend qualifiziert werden. Die »Kompetenzentwicklungstudie Industrie 4.0«, die das Fraunhofer IML gemeinsam mit der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften acatech erarbeitet hat, identifiziert in diesem Zusammenhang die Datenauswertung und -analyse, das Prozess- und Kundenbeziehungsmanagement sowie IT-Kenntnisse als zentrale Mitarbeiter-Kompetenzen der Zukunft. Zur Qualifizierung zählen auch digitale Weiterbildungsmöglichkeiten, die sich etwa durch Gamification und Serious Gaming ergeben. Hier hat das Fraunhofer IML bereits das Lernassistenzsystem »PickNick« entwickelt, das ungeschultes Personal oder auch Fachkräfte schnellstmöglich für die Abwicklung logistischer Prozesse qualifiziert oder weiterbildet.

Damit die Industrie 4.0 sich in Zukunft weiter positiv entwickeln kann, müssen neben dem Menschen auch Unternehmen gewisse Voraussetzungen erfüllen: Der steigende Wunsch der Kunden nach personalisierten Produkten erfordert beispielsweise eine schnelle Anpassung der gesamten Produktion an wechselnde Anforderungen. Das kann nur über neue, agile Metho-







Die soziale Gestaltung von Arbeit und deren Organisation auf Basis sozialer Netzwerke ist eine zentrale Herausforderung der Social Networked Industry.



den für Simulation, Planung und Organisation von Produktions- und Logistikprozessen gelingen. Eine solche Methode kann das Konzept des digitalen Zwillings sein – eine Simulation von Produktionsprozessen an einem digitalen Modell einer Fabrik, bevor das physische Pendant der Fabrik in Produktion geht. Der digitale Zwilling ist im besten Fall in der Lage, Muster in der Historie zu erkennen, aktuelle Zustände zu validieren und zukünftige Szenarien zu simulieren. Die Idee hat bereits Eingang in Pilotprojekte gefunden (S. 30).

Industrie 4.0 bringt also viele Veränderungen und Neuerungen mit sich. Einerseits muss sich der Mensch auf sich verändernde Arbeitsplätze und Arbeitsbedingungen einstellen, andererseits entstehen auch steigende Anforderungen an Unternehmensstrukturen, damit die sich immer stärker digitalisierende Industrie erfolgreich weiterentwickeln kann. Klar ist: In der Umsetzung einer Social Networked Industry spielen neben der rein technologischen Sicht auch die politischen, ökonomischen, sozialen, rechtlichen und ökologischen Rahmenbedingungen eine große Rolle. Sicher ist aber eines: Eine Industrie 4.0 kann und wird es auch in Zukunft nicht ohne den Menschen geben.



© Dieter Menne

Entwicklungen wie unsere Drohne Bin:Go oder unser Smart Transport Robot kommen heute in drei bis vier Monaten von der Idee zum ersten Prototypen. So etwas hat früher Jahre gedauert.

Prof. Dr. Michael ten Hompel, Fraunhofer IML



Vortrag von Prof. Michael ten Hompel zur Social Networked Industry

<http://s.fhg.de/qJH>

# BESSER PICKEN MIT P-INK

So ganz und gar nicht aus Pappe, aber ebenso dünn, biegsam, drahtlos und energiesparend – das ist Pick-by-Ink («P-INK»). Dieses von den Forschern des Fraunhofer IML entwickelte elektronische Papier kommt ohne Kabel und ständige Batteriewechsel aus und schickt sich an, herkömmlichen Kommissioniersystemen mit Pick-Anzeige ernsthaft Konkurrenz zu machen.



Nach digitalen Preisschildern, intelligenten Ladungsbeschriftungen und Dokumentendisplays in Luftfracht-Containern, wie etwa iCon, ist P-INK die nächste aus grafischen E-Paper-Displays bestehende Innovation des Fraunhofer IML. Entwickelt wurde diese Lösung speziell für adaptive Kommissionier- und auch Kanbansysteme. P-INK lässt sich auch bei schwankenden Auslastungen und Peaks im Lager regulieren und ist mit einem deutlich geringeren Installationsaufwand verbunden, als beispielsweise Pick-by-Light-Anwendungen.

Das für den Industrie 4.0-Einsatz prädestinierte System signalisiert dem Kommissionierer alle für seine Arbeit relevanten Informationen über ein kontraststarkes, reaktionsschnelles Display. Ganz nebenbei erhält er zudem Einblick in den Lagerbestand und den Prozessstatus – und das in Echtzeit. Lästige Batteriewechsel entfallen, da durch konsequente Anwendung von Ultra-Low-Power Technologien der ebenfalls millimeterdünne Akku über Energiereserven für sechs Monate verfügt. Lediglich für den Wechsel der Anzeige wird ein kurzer Energieschub benötigt. »Damit ist das zum Patent angemeldete Pick-Device ideal für Anwender, die für

einen begrenzten Zeitraum zusätzliche Kapazitäten benötigen«, sagt Jan Emmerich, Senior Engineer für cyberphysische Systeme und Internet der Dinge am Fraunhofer IML. Die Akkus ließen sich im Sommer aufladen und würden dann selbst noch das Weihnachtsgeschäft überstehen.

### Plug-and-Play für Jedermann

Für das Pick-Device spricht auch, dass für den Aufbau eines Kommissioniersystems zukünftig nur noch Behälter in erforderlicher Zahl sowie P-INK benötigt werden. Darüber hinaus lässt sich die Pick-Lösung völlig einfach in vorhandene Systeme einbinden. Die Einsteckkarten haben die Größe einer Kanban-Karte und passen daher in den Einschub aller gängigen Behälter. Quittierungen und Fehlmengeneingaben erfolgen direkt am Ladehilfsmittel. Benö-

### Interaktion leicht gemacht

Das Display des in sich geschlossenen Systems ist äußerst robust und somit optimal auch für den Einsatz im rauen Industrielltag geeignet. »Mit einer Stand-by-Zeit von bis zu sechs Monaten pro Ladung werden der Wartungsaufwand erheblich reduziert und Kosten eingespart«, betont Emmerich. Durch den hohen Kontrast des Displays sei die Anwendung auch unter irregulären Lichtbedingungen sichergestellt. Bei Bedarf, wenn etwa die Aufmerksamkeit des Werkers auf ein einzelnes Modul gelenkt werden soll, ist ein schneller Schwarz-Weiß-Wechsel möglich. Derzeit ist P-INK mit vier Buttons ausgestattet, die unter dem Display angeordnet und in die Segmentenansicht integriert sind. Denn schließlich soll sich das weltweit erste biegsame Pick-Device auch einfach bedienen lassen.





# DER ASSISTENT HOCKT AUF DER NASE



Datenbrillen sind eine wichtige Komponente im Forschungsprojekt »SmARPro«, das darauf zielt, den Arbeitsalltag von Menschen im industriellen oder logistischen Umfeld zu erleichtern. Anhand eines Verpackungsdemonstrators zeigt das Fraunhofer IML, wie »Augmented Reality« (AR) die Abläufe im Bereich der Kommissionierung und Verpackung unterstützt und vereinfacht.



Pokémon GO ist die derzeit wohl bekannteste Augmented-Reality-App. Hier verschmelzen Umgebung und virtuelle Welt, indem die virtuellen Fantasiewesen direkt in das reale Umfeld eingebettet werden. AR-Applikationen lassen sich aber auch weitaus sinnvoller nutzen. Pionier ist quasi die Kommissionierung. In diesem Arbeitsumfeld kommen bereits seit längerer Zeit Datenbrillen oder auch »Smart Glasses« zum Einsatz, deren Anwendungsbreite und -tiefe zuletzt rasant gewachsen ist.

## Kontextbasierte Informationsbereitstellung

Vorangetrieben wird diese Entwicklung auch von den Initiatoren des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts »SmARPro«

(Smart Assistance for Humans in Production Systems). Die Spezialisten am Fraunhofer IML haben eine Lösung konzipiert, die Mitarbeitern sowohl bei der Kommissionierung als auch Verpackung assistiert. Über virtuelle Einblendungen wird dem Werker angezeigt, aus welcher Box Ware zu entnehmen ist. Er greift den entsprechenden Artikel und identifiziert ihn über die Brille. Direkt im Anschluss wird die ideale Platzierungsposition innerhalb des Pakets eingeblendet. Um Informationen aufzunehmen, müssen Arbeiten nicht mehr unterbrochen werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass Einlernphasen deutlich verkürzt werden können.

Diese AR-Anwendung haben die Wissenschaftler des Fraunhofer IML erstmals auf der CeMAT 2016 vorgestellt. In der weiterentwickelten Variante erkennt die Brille nun automatisch, ob der Artikel auch wirklich korrekt verpackt wurde. Stimmt die Lage des Artikels mit der



### Kognition wird entlastet

Man konzentriert sich also auf die menschliche Wahrnehmung. Bildelemente erleichtern und beschleunigen die Informationserkennung und -verarbeitung. So wird der Mitarbeiter durch punktuelle Anzeigen beispielsweise durch den Verpackungsprozess geführt. Das spart Zeit und erhöht den Volumennutzungsgrad. Was in der Logistik in Form kontextbasierter Informationsdarstellung bereits gut funktioniert, ist im industriellen Bereich bislang weniger weit verbreitet. »Noch erfüllen Datenbrillen nicht alle Anforderungen der Industrie, insbesondere in puncto Ergonomie und Akkulaufzeit«, sagt Mättig.

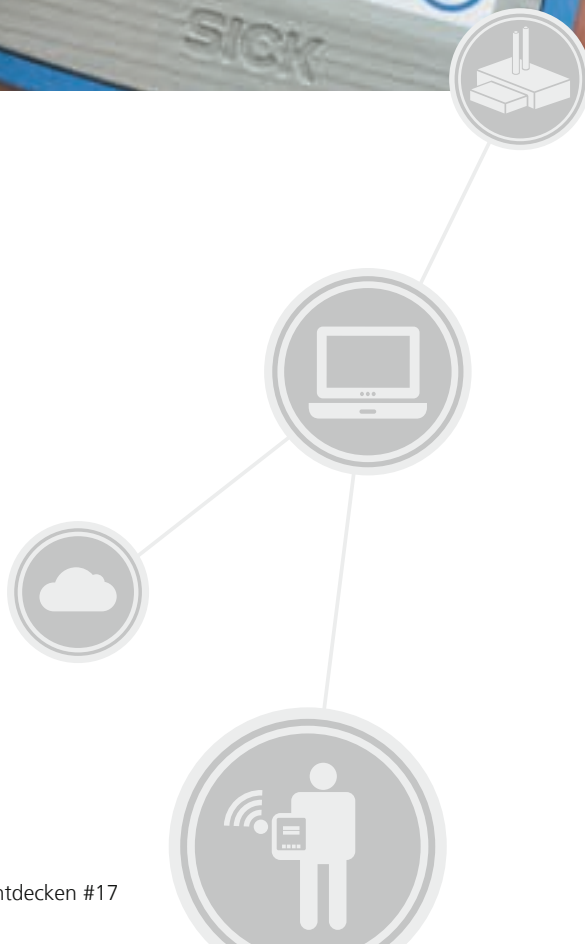
»Die Integration des Menschen in teilautomatisierte Prozesse über kontextsensitive Informationsbereitstellung sowie individuelle Steuerungsmechanismen bilden einen zentralen Schlüsselfaktor für die erfolgreiche Umsetzung der Industrie 4.0«, betont SmARPro-Projektleiter Benedikt Mättig. Vor diesem Hintergrund sei es wichtig, auch sozialwissenschaftliche Aspekte in die Forschung einzubeziehen. Nur so sei es möglich, Lösungen zu entwickeln, die von den Mitarbeitern auch akzeptiert und tatsächlich als hilfreich empfunden werden. Wenn dies gelingt, ist ein weiterer wichtiger Schritt hin zu einer »Social Networked Industry« getan, die darauf zielt, den Menschen zu entlasten, seine Stärken zu nutzen und ihn für seine Rolle in der »Industrie 4.0« zu qualifizieren.

#### Ansprechpartner

Dipl.-Inf. Benedikt Mättig  
 benedikt.maettig@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-270

errechneten Position überein, erfolgt eine Bestätigung per Anzeige. »Auf diese Weise ist auf der einen Seite keine manuelle Bestätigung des Vorgangs durch den Werker mehr erforderlich, auf der anderen Seite wird gewährleistet, dass das optimale Packschema eingehalten wird«, erklärt Benedikt Mättig, Experte für AutoID-Technologien und Mitarbeiter in der Abteilung Verpackungs- und Handelslogistik am Fraunhofer IML.

# Vom Maschinenbediener zum Maschinen



Die Einbindung des Menschen in die Welt von Industrie 4.0 stellt eine der zentralen Herausforderungen der nächsten Jahre dar. »Smart Assistant Devices« werden dann eine große Rolle spielen. Bereits auf der LogiMAT 2014 hat das Fraunhofer IML ein erstes Gerät dieser neuen Generation von innovativen, kostengünstigen und industrietauglichen Mensch-Maschine-Schnittstellen vorgestellt: den Coaster. Aus dem damaligen Prototypen, den die Fraunhofer-Wissenschaftler frisch aus dem 3D-Drucker mit auf die Messe brachten, ist mittlerweile eine echte Erfolgsgeschichte geworden: Seit Frühjahr 2016 entwickelt die Sick AG den Coaster zur Serienreife weiter.



# beherrscher



#### **Ansprechpartner**

Arnd Ciprina

arnd.ciprina@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-243

## Marktgerechte und anwendungsorientierte Weiterentwicklung

Der Coaster passt in jede Hosentasche. Er ist konzipiert als helfender Begleiter »to go«. Wer keine Hand frei hat, hängt das magnetische Device einfach ans Regal oder an den Stapler. Dank hochauflösender Kamera nimmt er seine Umwelt wahr und erkennt Barcodes, Menschen und Maschinen. Darüber hinaus finden auf dem kleinen Helfer unzählige Anwendungen direkt aus einem App-Store Platz und lassen sich denkbar einfach bedienen. Diese Benutzerfreundlichkeit stand von Anfang an im Fokus der Entwicklung des »Smart Assistance Device«. Sein revolutionär einfaches Bedienkonzept macht den Coaster nicht nur zum ständigen Begleiter des Menschen bei seiner Arbeit, sondern ermöglicht es ihm, sich mit allem und jedem zu verknüpfen – von cyberphysischen Systemen einer Industrie 4.0 über die Cloud bis zur Social Networked Industry.

Da Sensordaten in dieser Kommunikation des Menschen mit einer stetig wachsenden Zahl an intelligen-

ten Dingen eine Schlüsselrolle spielen, ist die gemeinsame Weiterentwicklung des Device mit dem Sensor-spezialisten Sick AG der nächste logische Schritt. Die Kombination des Know-hows eines Unternehmens mit hoher Hardware- und Sensorexpertise sowie einer Forschungseinrichtung mit großem Überblick über die Logistikwelt bietet die Chance so marktgerecht und anwendungsorientiert wie möglich zu arbeiten.

Dabei sehen die Entwicklungspartner den Coaster als optimale Schnittstelle zwischen Mensch, Maschine und Daten. »Dank intelligenter Systeme und der umfassenden Anbindung an relevante Daten, bekommt der Mensch die Sensordaten so zugeschnitten auf dem Coaster, dass er die erhaltenen Informationen gezielt einsetzen kann. Er wird vom reinen Maschinenbediener zum Maschinenbeherrscher«, unterstreicht Dr. Robert Bauer, Vorstandsvorsitzender der Sick AG, die weitere Zielsetzung.



INFO

**Technische Daten des »RackRacer«:**

Gewicht leer:	52 kg
Nominale Tragfähigkeit:	25 kg
Fördergut:	Kleinladungsträger
Maße Fördergut (B/L/H):	600 mm/400 mm/220 mm
Fahrgeschwindigkeit	1,0 m/s
Steiggeschwindigkeit	1,0 m/s
Stromversorgung:	Lithium-Ionen-Akkumulatoren

# DER »RACKRACER«

## NEUES VOM KLETTERKÜNSTLER

Er ist ein wahrer Kletterkünstler unter den Shuttles: Der »RackRacer« bewegt sich horizontal und diagonal im Regal – völlig autonom und ohne Lift. Dadurch werden die Wege des Shuttles kürzer und effizienter. Durch den Wegfall des Lifts macht der »RackRacer« die Anpassung des Lagersystems flexibler. Die Leistung kann einfach durch die Anzahl eingesetzter Fahrzeuge angepasst werden. Gemeinsam mit der Gebhardt Fördertechnik GmbH treibt das Fraunhofer IML die Weiterentwicklung des »RackRacer« voran.

» Der RackRacer ermöglicht es, Lager zu automatisieren, die bisher nicht sinnvoll automatisiert werden konnten. «

Marco Gebhardt  
Geschäftsführer Gebhardt Fördertechnik GmbH

Das Besondere an dem Shuttle ist die Idee, auf eine durchgehende Fahrschiene für das Shuttle zu verzichten und das benötigte Stück Schiene am Fahrzeug mitzuführen. Die Schiene sind zwei sogenannte schwenkbare Raupenelemente, die anstelle von Rädern am Gerät angebracht sind. Diese heften sich im Regal an einzelne Abstützpunkte. So kann sich das Shuttle horizontal, aber auch diagonal und damit zwischen den Ebenen bewegen. Damit ist das System ideal geeignet für die Realisierung kleinerer Behälterlager und auch für das Regal selbst ergeben sich Vorteile: Da keine Bauhöhe für die Fahrschienen verlorengeht, verbessert sich die Volumennutzung des Lagers. Zudem entfallen die Materialkosten für die durchgehenden Fahrschienen sowie die Fixkosten eines Liftsystems.

### Hochflexible und skalierbare Lösung

Die Firma Gebhardt sieht in dem vom Fraunhofer IML als Prototypen entwickelten Behältershuttle eine optimale Ergänzung ihres bereits breit gefächerten Portfolios an Shuttlefahrzeugen. »Der RackRacer ergänzt unser Portfolio hinsichtlich einer hochflexiblen und skalierbaren Lösung für kleinere Lagersysteme, die in kurzer Zeit in Betrieb genommen werden können und somit schnell ihren Nutzen beim Kunden entfalten können«, unterstreicht Marco Gebhardt, Geschäftsführer der Gebhardt Fördertechnik GmbH. Sowohl bei einzelnen Lagergassen als auch in größeren Lagersystemen mit geringem Durchsatz, die mit einem oder mehreren kletternden RackRacern betrieben werden, wirkt sich der fehlende Lift kostentechnisch positiv aus. »Der RackRacer ermöglicht es, Lager zu automatisieren, die bisher nicht sinnvoll automatisiert werden konnten. Durch den Verzicht auf Vertikalförderer ergibt sich ein sehr einfaches System mit wenigen Komponenten, welches auch die Hemmschwelle für Automatisierung senkt«, so Gebhardt. Die nächsten Schritte hin zur Marktreife wollen die beiden Entwicklungspartner nun so schnell wie möglich gehen.



# DROHNEN DER NEUEN GENERATION

Der Einsatz von Drohnen zum Warentransport in der Logistik gewinnt immer höhere Bedeutung. Bis dato mussten allerdings einige Nachteile in Kauf genommen werden: Aus Sicherheitsgründen dürfen Drohnen nicht im Umfeld von Menschen fliegen, ihr Energieverbrauch ist recht hoch und die Beladung erfolgt per Hand. Die Forscher vom Fraunhofer IML liefern mit der cleveren Ball-Drohne »Bin:Go« nun eine Alternative. Auch zur automatischen Lastaufnahme haben die Wissenschaftler eine neue Lösung entwickelt.

»Bin:Go bewegt sich vorwiegend rollend fort und fliegt nur dort, wo Hindernisse oder Höhenunterschiede zu überwinden sind«, erläutert Philipp Wrycza, Projektleiter am Fraunhofer IML. Durch die rollende Fortbewegung braucht Bin:Go etwa 80 bis 85 Prozent weniger Energie als Flugdrohnen und das, obwohl der Prototyp aus dem 3D-Drucker momentan, je nach Akku, noch 2,5 bis 3 Kilogramm auf die Waage bringt. Im Gegensatz zu anderen Drohnen kann Bin:Go gefahrlos mit Menschen im selben Bereich arbeiten, da die Kugeldrohne sich in Gegenwart von Personen nur rollend fortbewegt. Rollend darf sie Industriehallen sogar verlassen und sich über das Außengelände in eine andere Halle begeben.

## In der Aerodynamik der Drohne lag die Crux

Doch wie gelang es dem Fraunhofer IML, dass Bin:Go sowohl rollen als auch fliegen kann? Zum einen ermöglicht dies ein leichtes und flexibles Gehäuse aus federnden Streben. Die runde Gestaltung schützt dabei Mitarbeiter und Rotoren gleichermaßen. »Vereinfacht gesagt haben wir die Drohne in einen runden Drahtkäfig gesteckt«, erläutert Wrycza. In dem Drahtkäfig ist die Drohne über eine kardanische Aufhängung befestigt, also über zwei Ringe, die

ineinander um 90 Grad gedreht sind. »Eine Befestigung, die man aus Vergnügungsparks von Karussells kennt, in denen die Insassen in alle Richtungen überschlagen werden. Auch unsere Drohne kann sich in alle Richtungen frei bewegen und sogar auf der Stelle drehen«, so Wrycza. Sechs Rotoren dienen dabei als Antriebssystem. Der Schwerpunkt der Entwicklung lag in der Konstruktion. Schließlich durfte sich der Käfig nicht allzu negativ auf die Aerodynamik der Drohne auswirken. Auch die Steuerung hatte es in sich; denn wenn die Drohne einmal rollt, bewegt sie sich auch dann noch vorwärts, wenn die Rotoren stillstehen. Dies muss die Steuerungs-Software berücksichtigen.

Ebenso wie andere Drohnen wird Bin:Go manuell beladen: Über zwei Klappen kann die bis zu 700 Gramm schwere Fracht in einen Behälter in das Innere des Käfigs gelegt werden. Ihr Ziel findet Bin:Go autark. Abwärtsbewegungen kann die Drohne fliegend, aber auch schwerkraftgetrieben auf Schienen bewältigen – was zusätzlich Energie spart. Für lange Strecken ist denkbar, Bin:Go in Anlehnung an die Rohrpost über ein Rohrsystem laufen zu lassen. Dann könnte sich die Kugeldrohne schneller bewegen als in der freien Halle und sich dennoch am Zielort außerhalb der Röhre



selbstständig ihren Weg suchen. Im Gegensatz zur Rohrpost könnten mehrere rollende Drohnen gleichzeitig durch das Rohrsystem laufen. Dazu wären mechanische Weichen überflüssig und auch auf Druckluft könnte verzichtet werden. Damit ist die Technologie deutlich flexibler und wartungsärmer als eine vergleichbare Fördertechnik.

### Selbständig Fracht aufnehmen und Energie »tanken«

Auch wenn Drohnen ihr Ziel und den Weg selbständig finden, sie brauchen beim Beladen noch menschliche Hilfe. Einige Unternehmen setzen bereits auf eine maschinelle Beladung. Doch dies ist aufwändig und kostspielig. Zudem wird dadurch die Flexibilität eingeschränkt, da Drohnen nur dort beladen werden können, wo auch ein Beladesystem steht. Erste Ansätze zur automatischen Beladung von Drohnen stecken noch in den Kinderschuhen. Viele Flugroboter klemmen beispielsweise ihre Fracht einfach ein. Dies verschlingt während des Flugs viel Energie und die Sicherheit ist nicht garantiert. Die Forscher am Fraunhofer IML haben jetzt unter dem Namen »DelivAIRy« eine geniale Greiftechnik entwickelt. »Unser Greifmechanismus braucht während der Festhaltephase keinerlei Energie und kann sich auch nicht versehentlich lösen«, sagt Martin Fiedler, Wissenschaftler am Fraunhofer IML.



Möglich macht dies ein zylinderförmiger Hohlraum an der Drohne. Soll sie ein Gut greifen, landet sie auf einem ebenfalls zylindrischen Adapter, welcher entweder über ein dünnes strapazierfähiges Band oder eine Schlaufe direkt am Gut befestigt ist oder sich direkt an der Transportbox mit der Ware befindet. Hat sich die Drohne über den Adapter »gestülpt«, schließt sich der Mechanismus: Dabei verbindet ein außenlaufender Ring mehrere Lamellen miteinander, die in der Folge den Ring um den Adapter zuziehen. Da dieser nach oben hin dicker wird, kann er nicht herausrutschen. Eine kleine Industriekamera sowie eine Bildauswertungssoftware verleihen der Drohne »Augen«. Mit Hilfe dieser erkennt sie die Übergabe-Zone, die durch eine Zahl auf dem Boden markiert wird und sich, wie der Adapter, einfach verlegen lässt. »Da wir das Greifsystem beliebig skalieren können, sind wir unabhängig von Form und Größe des Guts. Wie groß die Güter sein können, hängt lediglich von der Drohne ab«, so Fiedler.

Anfang 2015 haben die Forscher das Patent für ihre Entwicklung eingereicht. Im Laufe des nächsten Jahres wollen sie Prototypen des Greifmechanismus bei mehreren Herstellern fertigen lassen. Ende 2017 soll die Marktreife erzielt sein. Langfristig sollen die Drohnen, ähnlich wie ein Staubsauger-Roboter, über den Adapter auch selbstständig aufladbar sein. Hat die Drohne keinen Auftrag, fliegt sie zum Aufladen zur Basisstation. Auf diese Weise erfüllen die Drohnen gleich zwei große Voraussetzungen für ein autarkes Arbeiten.



#### Ansprechpartner

M. Sc. Philipp Wrycza  
 philipp.wrycza@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-695

Dipl.-Inf. Martin Fiedler  
 martin.fiedler@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-231







# ANLEITUNG FÜR HOCHSTAPLER

Sein Name ist SAM, und er hat ganz spezielle Tricks auf Lager: Er bewegt sich frei im Raum, kann einzelne Behälter aus aufgetürmten Stapeln herausnehmen, wieder einfügen und sich bei Bedarf ein eigenes Lager bauen – ganz ohne Regale. Mit Hilfe dieser neuen Systemlösung lässt sich nahezu jedes Lager zu überschaubaren Kosten automatisieren.

SAM (Stack Access Machine) ist ein vom Fraunhofer IML entwickeltes und zum Patent angemeldetes Fahrerloses Transportfahrzeug (FTF), das fest installierte Lagereinrichtungen überflüssig macht. Erstmals als Prototyp vorgestellt wurde SAM auf der CeMAT 2016. Dort war zu sehen, wie das mit zwei vertikal verfahrbaren Lastaufnahmemitteln (LAM) bestückte FTF zunächst vor einem Behälterstapel Position bezieht. Während das untere LAM auf Höhe des Zielbehälters ausfährt, fährt parallel das obere auf Höhe des darüber gestapelten Behälters aus. Anschließend werden beide Boxen zeitgleich angehoben, der Zielbehälter entnommen und auf SAM abgesetzt. Schließlich platziert das in der Höhe verfahrenere LAM den oberen Teilstapel wieder auf die verbliebenen Behälter. Dieses Prinzip lässt sich auch umkehren, so dass Behälter mit einem Gewicht bis 30 Kilogramm an jeder beliebigen Stelle eines Stapels ein- und ausgelagert werden können.

## Wer braucht schon Regale?

»Zusätzlich ist vorgesehen, mehrere übereinander stehende Behälter gleichzeitig aus einem oder verschiedenen Stapeln entnehmen zu können«, sagt Jan Behling, wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Maschinen und Anlagen am Fraunhofer IML. Damit eröffne die Stack Access Machine völlig neue Möglichkeiten – insbesondere im Bereich der Kommissionierung. Investitionen in Regaltechnik und Schienen entfallen.

Stattdessen bildet SAM quasi sein eigenes Regal, dessen Zusammensetzung er je nach Bedarf ändert. Es werden nur jene Behälter bereitgestellt, die im Zug der Auftragsabwicklung benötigt werden. Die Werker müssen nicht mehr an Regalzeilen entlang laufen, um aus dem Artikelspektrum die richtige Auswahl zu treffen. Ein weiterer Clou dieser Lösung: Bei Behältern mit seitlicher Öffnung kann das FTF eigenständig ein mobiles Regal vor dem Kommissionierer bereitstellen.

## In jeder Hinsicht hochflexibel

Darüber hinaus bietet SAM zahlreiche Optionen zur Optimierung von Montage- und Produktionsprozessen. Durch die Stack Access Machine errichtete mobile Regale könnten zum Beispiel Durchlaufkanäle ersetzen, deren Bedienung im Wesentlichen noch reine Handarbeit ist. »Mit SAM lassen sich Bereiche wie die Kommissionierung oder die Produktionsversorgung deutlich flexibler gestalten, obwohl sie automatisiert sind. Durch den geringen Bedarf an fest installierter Infrastruktur können sowohl der Ort als auch die Kapazität und Leistung eines Lagers jederzeit verändert werden«, so Behling.

## Kollege auf Zeit

Auch Leasingmodelle machen SAM für Logistiker attraktiv. Denkbar ist beispielsweise der temporär begrenzte Einsatz mehrerer Fahrzeuge, etwa bei Produktionsspitzen oder im Weihnachtsgeschäft. Erste Gespräche mit potentiellen Anwendern und möglichen Industriepartnern, die den Prototypen gemeinsam mit dem Institut weiterentwickeln möchten, laufen bereits.

Gleichzeitig hat SAM eine durchaus beachtliche Stufe auf der Karriereleiter bereits erklommen. Beim Scouting zum »Volkswagen Innovationstag Logistik 2016« wurde das Multitalent samt der damit verbundenen, völlig neuartigen Pick-Lösung in die Riege der 40 innovativsten Ansätze gewählt. Beworben haben sich rund 170 Unternehmen. Als »Selected Supplier« ist man also schon eine Runde weiter. Ob es das Fraunhofer IML mit SAM auch unter die 20 »Nominated Supplier« geschafft hat, stand bei Redaktionsschluss noch nicht fest.

### **Ansprechpartner**

Dipl.-Logist. Jan Behling  
jan.behling@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-465

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



# INNOVATIONSLABOR AUF KÜRZESTEM WEG IN DIE INDUSTRIE 4.0

Mit dem neuen Innovationslabor »Hybride Dienstleistung in der Logistik« des Fraunhofer IML und der TU Dortmund sollen in der Schlüsselbranche Logistik neue Technologien für Industrie 4.0 mit einem Fokus auf die Mensch-Maschine-Interaktion entwickelt und umgesetzt werden. Dabei soll ein erfolgreicher Wissens- und Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft gelingen. Hybride Dienstleistungen verknüpfen dabei Software, Hardware und Geschäftsmodelle, um so die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen am Standort Deutschland zu sichern. Gefördert wird das Forschungsprojekt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

»Mit Industrie 4.0 geht eine grundlegend neue Form von Dienstleistungen sowie der Interaktion von Mensch und Maschine einher. Beide Themen sind hoch aktuell und spannend. Deshalb freuen wir uns sehr, dass wir den Zuschlag für das Innovationslabor erhalten haben«, so Prof. Dr. Michael ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter am Fraunhofer IML. Das Innovationslabor soll zum einen die digitale Vorreiterrolle des Standortes Dortmund in Bezug auf Dienstleistung und Logistik stärken, zum anderen die Akzeptanz und die Einführung neuer technischer Lösungen im Umfeld von Industrie 4.0 beschleunigen. Projektpartner des Innovationslabors »Hybride Dienstleistung in der Logistik« sind das Fraunhofer IML in Dortmund und die Technische Universität Dortmund mit der Fakultät Maschinenbau und dem Forschungsgebiet Industrie- und Arbeitsforschung. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das Projekt über eine Laufzeit von drei Jahren mit insgesamt 10 Millionen Euro. Sieben akademische und industrielle Partnernetzwerke, sowie sieben weitere Sozialpartner und Multiplikatoren aus der Metropole Ruhr und darüber hinaus sind heute bereits in die Arbeit des Innovationslabors eingebunden.

#### Weitere Versuchseinrichtungen für neue Technologien

Das Fraunhofer IML und die TU Dortmund sind am Standort Dortmund mit ihren zahlreichen bestehenden Anwendungszentren, Versuchs- und Demonstrationshallen für die Einrichtung eines Innovationslabors prädestiniert. Am Fraunhofer IML findet beispielweise in der Forschungshalle für »Zellulare Fördertechnik« der größte Versuch künstlicher Intelligenz in der Logistik statt. In zwei weiteren Hallen – je einer am Fraunhofer IML und der TU Dortmund – sollen zudem neue Versuchseinrichtungen für die spezifischen Fragestellungen des Forschungsprojekts geschaffen werden. Anfang 2017 sollen die Forscher des Fraunhofer IML und der TU Dortmund dort neue logistische Technologien entwickeln und testen können. Zukünftig können über ein Ausschreibungs- und Auswahlverfahren Projektideen für Soft- und Hardwaredienste, Planungs- und Betriebskonzepte für agile Logistiksysteme sowie Lösungen für Mensch-Maschine-Schnittstellen eingereicht werden. Mithilfe eines erfolgreichen Wissens- und Technologietransfers zwischen Wissenschaft und Wirtschaft soll insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen der Weg in den Markt kürzer werden. Ziel ist dabei, die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen zu steigern und die Arbeitsplätze am Standort Deutschland zu sichern.

#### Fokus auf Mensch-Maschine-Interaktion

Hybride Dienstleistungen sind durch intelligente Kombinationen aus Software, Hardware und Geschäftsmodellen gekennzeichnet, wie beispielsweise intelligente Ladungsträger, autonome Shuttle-Systeme oder simulationsbasierte Planungstools. Bei der Entwicklung solcher Dienstleistungen kommt nicht nur technologischen Innovationen eine wesentliche Bedeutung zu. Im Fokus stehen auch die Rolle des Menschen und seine Schnittstellen zu den Maschinen. Zukünftig werden Menschen sowohl mit Robotern als auch mit einfachen cyberphysischen Systemen, wie intelligenten Regalen, Containern oder Fahrzeugen, in einen Dialog treten. »Eine zentrale wissenschaftliche Frage, die wir im Rahmen des Innovationslabors beantworten wollen, ist daher, wie verantwortliches und zielgerichtetes Handeln in der Interaktion von Menschen und Maschinen in gemeinsamen Netzwerken gestaltet und organisiert wird«, so Prof. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen vom Forschungsgebiet Industrie- und Arbeitsforschung der TU Dortmund. Vision ist eine »Social Networked Industry«, in der Menschen und Maschinen als Partner miteinander verbunden sind (s. S. 6).

#### Stärkung des Standortes Dortmund

Die Logistik ist in den vergangenen Jahren nicht nur zum Treiber und Symbol der internationalen und wertschöpfenden Vernetzung geworden, sondern auch ein wichtiger Innovationsmotor für Industrie 4.0. Dies ist auch ein Verdienst des Fraunhofer IML, dem weltweit größten Forschungsinstitut im Bereich Logistik. In den vergangenen Jahren hat sich das Institut national und international einen Namen als Think Tank für Industrie 4.0 gemacht. Einen wesentlichen Beitrag dazu leistet auch das Engagement des Fraunhofer IML für den EffizienzCluster LogistikRuhr. Mehr als 180 Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen der Logistik in ganz Deutschland und den Nachbarländern gehören dem Forschungs- und Innovationsnetzwerk an. Gemeinsam mit dem EffizienzCluster koordiniert das Fraunhofer IML zudem die Aktivitäten von »Digital in NRW – das Kompetenzzentrum für den Mittelstand« (S. 32). »Das Innovationslabor stärkt einmal mehr die digitale Vorreiterrolle des Standortes Dortmund für Dienstleistung und Logistik. Gleichzeitig werden die Akzeptanz und die Einführung neuer technischer Lösungen im Umfeld von Industrie 4.0 weiter beschleunigt«, so Prof. Michael ten Hompel.

#### Ansprechpartner

Dipl.-Inf. FH Arkadius Schier  
arkadius.schier@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-481





# ENTERPRISE LAB CENTER

## DIE ZUKUNFT DER FORSCHUNG

Im neuen Enterprise Lab Center des Fraunhofer IML haben die Think Tanks der angewandten Logistikforschung einen eigenen neuen Gebäudeteil bezogen. Im Juni 2016 wurden die Räumlichkeiten eröffnet.

Ob BMW, Würth, DB Schenker oder Sick – sie alle setzen auf eine neue Form kooperativer Forschung: die »Fraunhofer Enterprise Labs«. Gemeinsam mit Forschern des Fraunhofer IML arbeiten Mitarbeiter aus den Unternehmen vor Ort an konkreten Innovationen.

»Das neue Enterprise Lab Center ist die Zukunft der Forschung. Die Kombination aus Coworking 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«, unterstreicht Prof. Dr. Michael ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IML.

Feierlich eröffnet hat das Enterprise Lab Center Svenja Schulze, Ministerin für Innovation, Wissenschaft und

Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen. »Dieses Zentrum bildet einen Meilenstein in der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft. Es bedeutet eine große Chance, nicht nur für die Logistik, sondern für die gesamte Wirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Hier werden viele Ideen aus der Digitalisierung und Industrie 4.0 konkret zur technologischen Umsetzung gebracht, so dass am Ende Mensch und Umwelt davon profitieren«, so Schulze.

Die Forschungsschwerpunkte im Enterprise Lab Center reichen von innovativer Logistikhardware über Software und Big Data bis hin zu neuen Geschäftsmodellen. Im Gegensatz zur heute üblichen Projektforschung lässt es sich in einem Enterprise Lab deutlich schneller und effizienter forschen, denn Lab-Forschung ist auf Dauer angelegt und beruht auf einem mindestens



dreijährigen Vertrag zwischen den Unternehmen und dem Fraunhofer IML. Gemeinsamer Grundgedanke ist es, neue, agile und interdisziplinäre Formen kooperativer Forschung und Entwicklung umzusetzen. Dank der kurzen Dienstwege zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sowie zwischen Arbeitsplatz und moderner Infrastruktur können im neuen Lab Center Bauteile – wie beispielsweise Mikro-SMD-Schaltungen mit Größen bis hinunter zu 0,1 mm – oder ganze Prototypen in kürzester Zeit direkt vor Ort entwickelt, gebaut und sogar in Kleinserien gefertigt werden.

Möglich macht das die Verschmelzung der umfangreichen Fertigungskapazitäten des Fraunhofer IML mit dem Enterprise Lab Center an einem Ort: von der Mechanik über die Elektronik bis hin zur Steuerungstechnik. Selbst die mechanische Werkstatt des Dortmunder Instituts ist über einen Aufzug mit dem Lab Center verbunden.

Durch den Umbau einer bestehenden Versuchsfläche und den Einzug in zwei neue Etagen hat das Fraunhofer IML 435 m<sup>2</sup> Coworking Space mit fast 50 Arbeitsplätzen für das Enterprise Lab Center geschaffen. Die Umbaukosten wurden von der Fraunhofer-Gesellschaft übernommen, die Einrichtung vom Fraunhofer IML; die technische Ausstattung wurde mit insgesamt 700.000 Euro vom Land NRW gefördert.

»Die Schnellebigkeit des technologischen Wandels erfordert es, Forschungsschwerpunkte flexibel an aktuelle Ergebnisse und Erkenntnisse anzupassen. Das Konzept der Enterprise Labs mit seiner Durchlässigkeit zwischen Wirtschaft und Forschung ermöglicht uns genau diese Weiterentwicklung über ein eher statisches Projektdenken hinaus«, erklärt Prof. Dr. Michael Henke, ebenfalls Institutsleiter am Fraunhofer IML.

Seit 2013 haben sich die Unternehmen Sick AG, Würth Industrie Service, DB Schenker AG und zuletzt die BMW Group für ein »Fraunhofer Enterprise Lab« entschieden. Darüber hinaus engagiert sich die AUDI AG in ähnlicher Form mit dem »Audi Logistics Lab« und einer dazugehörigen Stiftungsprofessur von Prof. Dr. Boris Otto an der Technischen Universität Dortmund.

#### **Ansprechpartner**

Dipl.-Logist. Christian Prasse  
christian.prasse@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-269





## 3D PRINTING LAB

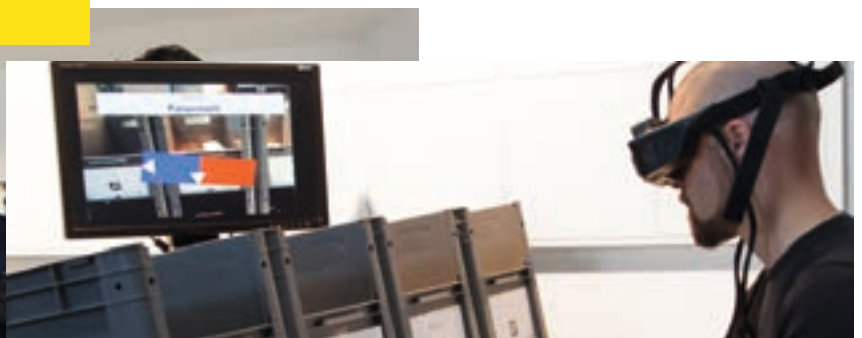
Von der 3D-Datei ohne Umwege zum fertigen Bauteil: Im »3D Printing Lab« lassen sich Prototypen und Vorserien mit Losgröße 1 in Rekordzeit herstellen. Für die Lasersinteranlage mit einem Bauraum von 340 x 340 x 620 mm sind selbst hochkomplexe Geometrien ein Kinderspiel.

# DIE LABORE DES ENTERPRISE LAB CENTER



## MICROELECTRONICS LAB

Kleine Losgrößen schnell und bedarfsgerecht selbst fertigen – das »Microelectronics Lab« macht es möglich. Hier montieren die Forscher Mikro-SMD-Schaltungen auf Leiterplatten. So entstehen elektronische Fabrikate wie etwa intelligente Etiketten oder Steuerplatinen für Fahrzeuge.



## VIRTUAL REALITY SUPPLY CHAIN MANAGEMENT LAB

Das »VR SCM Lab« demonstriert die Integration von Industrie 4.0-Technologien in Unternehmensprozesse. Es ermöglicht Unternehmen, passende Technologien auszuwählen und konkrete Anwendungsszenarien zu simulieren und ökonomisch zu bewerten. Dabei hilft u. a. ein Simulationstisch zur Planung von Supply Chains und Fabriken.



# » Eine ganz andere Umsetzungsgeschwindigkeit «

Ende 2015 ist das »BMW Enterprise Lab for Flexible Logistics« am Fraunhofer IML gestartet, im Februar 2016 haben die Partner mit dem »Smart Transport Robot« bereits ein erstes konkretes Ergebnis präsentiert (S. 28). Logistik entdecken sprach mit **Dr. Dirk Dreher, Leiter Auslandsversorgung/Vice President Foreign Supply BMW AG, München**, über das Lab und seine Erwartungen.

**Logistik entdecken:** *Warum haben Sie sich für das Fraunhofer IML-Lab entschieden?*

**Dreher:** Angefangen hat alles mit der Second-Use-Idee für die BMW i3-Batterien und dem Wunsch, autonomes Fahren in der Intralogistik umzusetzen. In der Forschung war das Fraunhofer IML durch seine Praxisnähe und durch die Erfahrung im FTF-Bau erste Wahl. Ich habe mich also ins Auto gesetzt und bin zu Professor ten Hompel gefahren. Das Lab-Konzept war Glück.

**Logistik entdecken:** *Woran forschen Sie im Lab?*

**Dreher:** Unser Lab ist zweigeteilt: Im Teilprojekt »Smart Transport Robotics« geht es um die Entwicklung eines Smart Transport Robots (STR) zum Transport von Rolluntersetzern, um Routenzüge durch automatisierte Einzeltransporte abzulösen und zum autonomen System weiterzuentwickeln. Im anderen Teilprojekt forschen wir am Netzwerkdesign und der Optimierung der globalen Supply Chains für die Versorgung der BMW-Überseewerke in volatilen Umfeldern.

**Logistik entdecken:** *Was hat Sie am Lab-Konzept überzeugt?*

**Dreher:** Drei Faktoren haben uns vor allem überzeugt: Die Flexibilität, dass beide Partner Know-how einbringen und vor allem dass wir mit einer ganz anderen Umsetzungsgeschwindigkeit unterwegs sind. Im September 2015 fiel der Startschuss und sechs Wochen später ist der erste STR-Prototyp gefahren. Das war sensationell und ein radikaler Unterschied zu vielen anderen universitären Forschungsprojekten.

**Logistik entdecken:** *Wie viel Geld investieren Sie in Forschung im Allgemeinen und wie viel in das Lab?*

**Dreher:** Forschung ist bei BMW immer ein Business Case, das gilt auch für das Enterprise Lab. Wir wissen, welche Ziele und finanziellen Ergebnisse wir in den nächsten fünf Jahren erreichen wollen und nutzen Potentiale, die sich uns bieten. Mit dem Lab können wir in drei bis fünf Jahren mit hoher Wahrscheinlichkeit ein großes Potential heben. Deshalb gehen wir

das Thema mit Elan und den richtigen eigenen Ressourcen an.

**Logistik entdecken:** *Welche Ressourcen bringen Sie in das Lab ein?*

**Dreher:** Mindestens die gleichen Kapazitäten wie das Fraunhofer IML. Neben Doktoranden und studentischen Mitarbeitern setzen wir auch IT-Spezialisten, Entwickler oder eigene Projektleiter mit langjährigem Praxiswissen ein. Diese Leute bringen wir mit den Fraunhofer IML-Entwicklern zusammen.

**Logistik entdecken:** *Welche Vorteile hat die Lab-Forschung im Vergleich zu einer Auftragsforschung?*

**Dreher:** Das Miteinander im Lab ist anders. Bei der klassischen Auftragsforschung bearbeiten Doktoranden abgegrenzte Fragestellungen und nach einiger Zeit findet eine Innovation ihren Weg in die Praxis. Im Lab lernt man ständig voneinander, es geht viel stärker um interdisziplinäre Zusammenarbeit und man spürt den positiven Spirit. Wir sind immer »hands on« und fokussiert auf die Funktionalität.

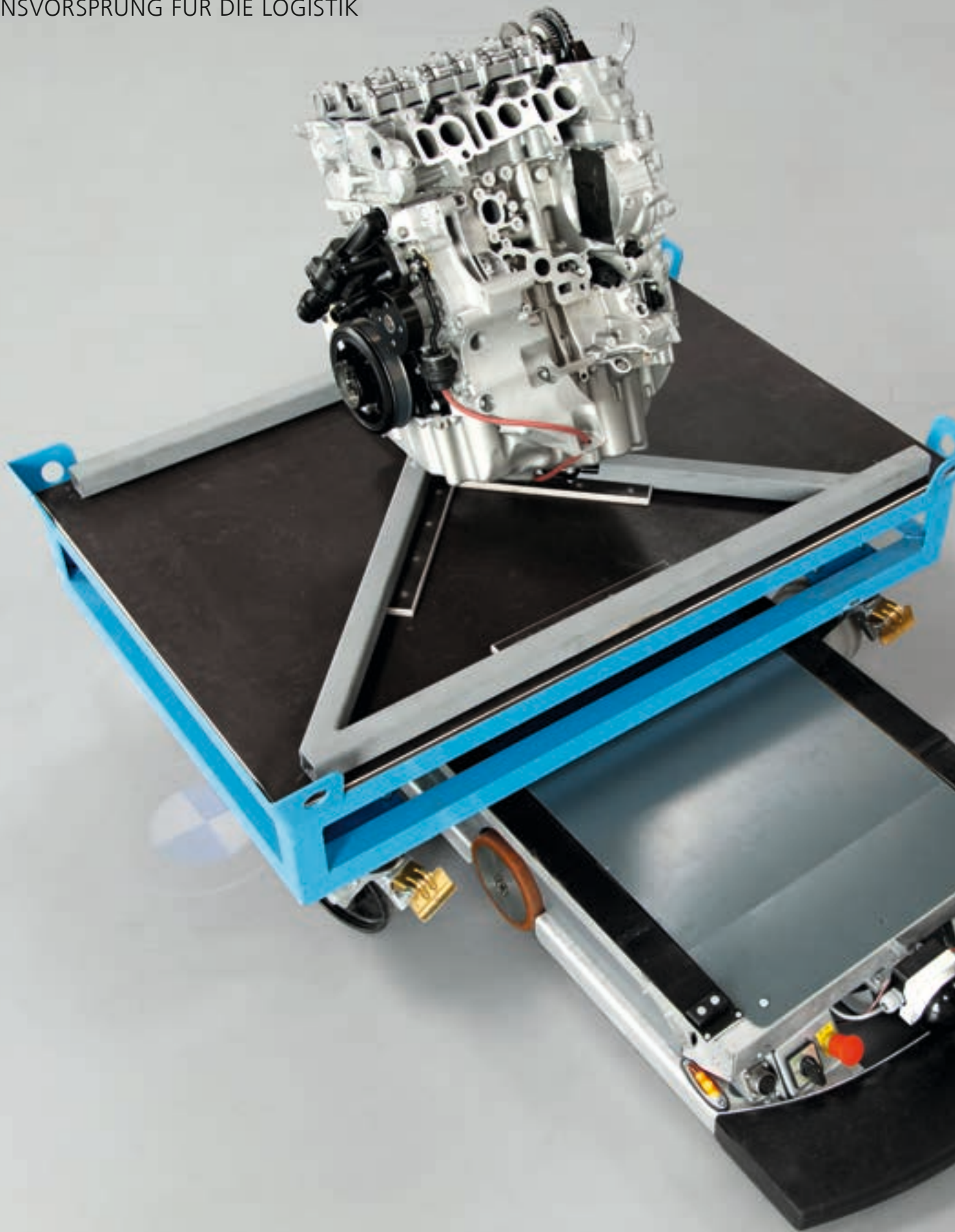
**Logistik entdecken:** *Welche Ergebnisse erwarten Sie konkret?*

**Dreher:** Ein BMW-Grundsatz lautet »Innovation mit Wirksamkeit«. Wir wollen keine schicken Prototypen bauen, sondern durch agile Forschung möglichst größere technologische Innovationssprünge in einem Zeitraum von nur ein bis drei Jahren machen.

**Logistik entdecken:** *Würden Sie die Lab-Forschung weiterempfehlen und warum?*

**Dreher:** Das Modell des Enterprise Lab ist deswegen so gut, weil es konkret forscht und beide Partner Know-how einbringen können, ohne dass es abfließt. Das ist mit klassischer Auftragsforschung nicht zu machen. Um Ihre Eingangsfrage nochmal aufzugreifen: Ich glaube nicht nur an das Thema, sondern bin fest davon überzeugt, dass die Lab-Forschung einen richtigen Durchbruch bringt.





# »SMART TRANSPORT ROBOT« FTS IM KOFFERFORMAT

Supply Chains müssen immer flexibler auf sich ändernde Rahmenbedingungen reagieren. Dies erfordert möglichst wandelbare und gleichzeitig exakt auf die Bedürfnisse von Logistik und Produktionsversorgung zugeschnittene Lösungen. Mit dieser Zielsetzung ist im Rahmen des »BMW Enterprise Lab for Flexible Logistics« der »Smart Transport Robot« (STR) in Rekordzeit entstanden. Der STR kann selbstständig Autoteile transportieren und ist das erste Fahrerlose Transortfahrzeug (FTF), in dem Komponenten aus der Automobilbranche verbaut sind. Damit lassen sich Synergieeffekte nutzen und der Automobilhersteller kann im Anschluss an die Entwicklungsphase einfach und kostengünstig in Eigenproduktion gehen.

In weniger als vier Monaten haben die Wissenschaftler des Fraunhofer IML gemeinsam mit den Experten der BMW Group das komplette Konzept erarbeitet und bis zum ersten Prototyp umgesetzt. Diese rasante Entwicklung war gut geplant, erklärt Dr. Dirk Dreher, Vice President Foreign Supply der BMW Group: »Wir haben uns von Anfang an straffe Termine gesetzt, vielleicht auch um ein wenig die Möglichkeiten des Labs auszutesten. Das Ergebnis ist ein toller Beweis, dass das Fraunhofer IML und das Lab die richtige Wahl waren.«

Seit September 2015 arbeitet das Fraunhofer IML mit der BMW Group im »BMW Enterprise Lab for Flexible Logistics« zusammen. Wissenschaftler des Fraunhofer IML in Dortmund arbeiten vor Ort gemeinsam mit Mitarbeitern der BMW Group an wandlungsfähigen Technologien und Prognosemodellen für die Supply Chain. Das Fraunhofer IML bringt hierbei unter anderem seine mehr als 30-jährige Erfahrung in der Entwicklung anwendungsgerechter FTS ein. Ziel ist es, mit Hilfe flexibler Prozesse und innovativer Technologien optimal auf die Volatilität der Lieferkette reagieren zu können. Die Entwicklung des »Smart Transport Robot« ist ein wichtiger Baustein auf diesem Weg.

Der intelligente Transportroboter zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass erstmals Komponenten aus der Automobilindustrie für ein FTF verwendet werden. »Wir lassen den STR nicht bauen, sondern montieren ihn selbst und nutzen dazu die Erfahrung aus dem Prototypenbau am Lab sowie unserer Fahrzeugproduktion«, erläutert Dr. Dreher das Konzept. So erfolgt die Energieversorgung des STR beispielsweise durch wiederverwendete BMW i3-Batterien. »Der Einsatz von Serienteilen aus der Automobilproduktion ermöglicht vielfältige Synergieeffekte: Sie sind deutlich kostengünstiger als spezielle Technologien für FTS und die BMW Group kann die Roboter nach Abschluss des Entwicklungsprojekts einfach selbst in Serie für seine Logistikstandorte produzieren«, erklärt Guido Follert, Abteilungsleiter Maschinen und Anlagen am Fraunhofer IML.

Besondere Herausforderung in der Konstruktion war die, durch die Maße der zu transportierenden Behälter vorgegebene, geringe Baugröße bei gleichzeitig möglichst geringem Gewicht. Der koffergroße Transportroboter kann bei einem Eigengewicht von nur 135 kg Lasten bis zu 550 kg heben, transportieren und absetzen. Er bewegt sich frei im Raum und nutzt ein hybrides Ortungssystem aus Odometrie und Funksendern für seine Positionierung. Selbstständig findet er den optimalen Weg zum Bestimmungsort der Ware und lädt diese dort eigenständig ab. Es sind keinerlei Bodeninstallationen notwendig. Menschen und andere Fahrzeuge erkennt er dabei dank eingebauter Sicherheitssensoren, die den Roboter samt seiner schweren Last stoppen bzw. Hindernisse umfahren lassen. Eingesetzt wird der STR unter anderem, um mit Autoteilen beladene Rolluntersetzer in der Logistik des Automobilherstellers von Kommissionierstationen zur jeweiligen Produktionsstelle zu transportieren. Um die Just-in-time-Anlieferung sicherzustellen, arbeiten die STR als hochflexibles System zusammen.

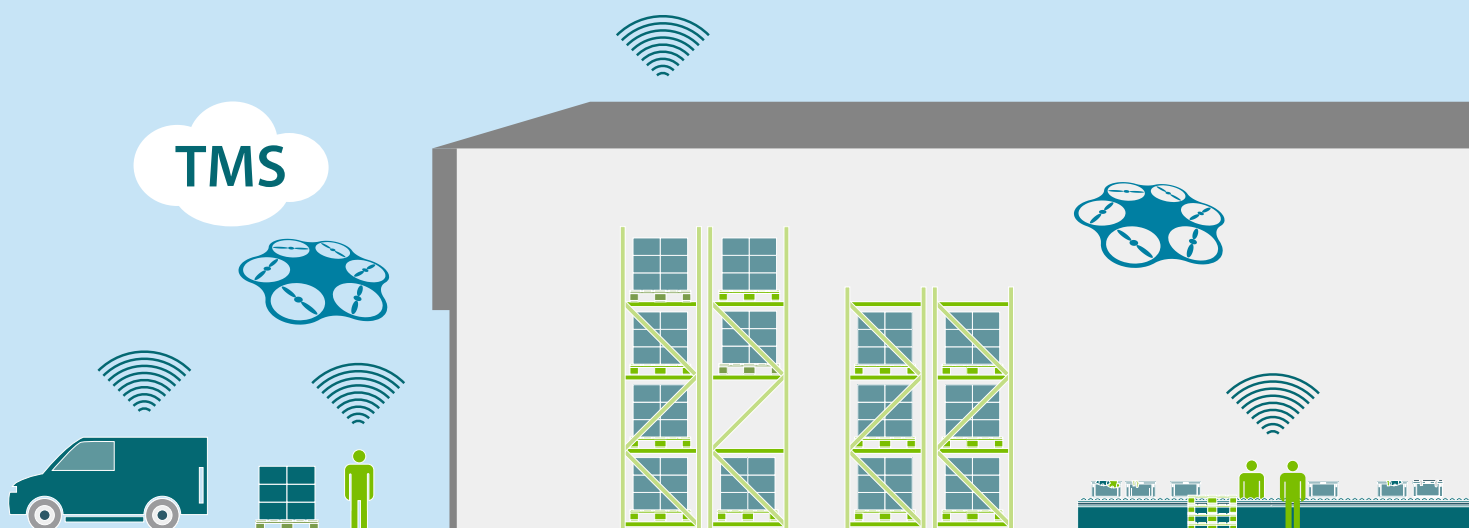
In den nächsten Schritten auf dem Weg zur Serienproduktion werden die Entwicklungspartner weitere Kraftfahrzeug-Komponenten in den STR integrieren. 3D-Kamerasysteme werden dann eine noch präzisere Navigation ermöglichen. Mittels Sensordaten-Fusion sollen zudem Automobilassistenzsysteme so kombiniert werden, dass sie nicht nur die Lokalisierung weiter präzisieren, sondern auch die Kosten für die Sicherheitssensorik im Vergleich zu herkömmlichen FTF deutlich senken. »Im September 2016 haben wir eine Vorserie in unserem Innovationspark Wackersdorf aufgelegt. Die erste große Hürde ist damit genommen. 2017 wollen wir den Roll-Out in unserem Produktionsnetzwerk starten. Die Weiterentwicklung weiterer smarterer Technologien und die Integration in den STR erfolgt sukzessive im Rahmen der modularen Projektstruktur«, blickt Dreher in die Zukunft.





# DAS ENTSCHIEDET MEIN DIGITALER ZWILLING

Was sind die optimalen Prozesse für meine Auftragsabwicklung? Wie viele Mitarbeiter werden in welchen Prozessen für die Abwicklung der Kundenaufträge benötigt? Hat die Verspätung des Lkw eine Auswirkung auf die Liefertermine? In komplexen Logistiksystemen können Menschen immer schwieriger alle Aspekte einer Entscheidung überblicken. Mit dem »digitalen Zwilling« schafft das Fraunhofer IML hier Abhilfe. Der erste Probetrieb läuft bereits im Rahmen des »DB Schenker Enterprise Lab for Logistics and Digitization«.



Im Zuge der Digitalisierung der Arbeitswelt entstehen zahlreiche neue Daten, nicht nur wie traditionell über den Informations- und Finanzfluss in ERP-Systemen, sondern auch zunehmend über den Materialfluss mittels smarter Sensoren, Barcodescans und RFID. Die Daten werden jedoch häufig nicht systematisch und im Hinblick auf eine ganzheitliche Entscheidungsunterstützung verwaltet, sondern in lokalen IT-Systemen verteilt gesammelt. So entstehen suboptimale Insellösungen auf der einen Seite und ein hoher Aufwand für manuelle Datenintegration auf der anderen.

Um den vorhandenen Datenschatz für die Entscheidungsunterstützung heben zu können, müssen diese Daten sinnvoll verwaltet werden. Außerdem bedarf es Verfahren zur Ableitung sinnvoller Entscheidungsszenarien und eines automatisierten Bewertungssystems. Das Ergebnis ist der digitale Zwilling: Er ist das ganzheitliche digitale Abbild eines physischen Systems. Dabei stellt er alle real existierenden Prozesse, Leistungsobjekte und Ressourcen in einem digitalen Prozessmodell dar. Ähnlich wie ein Avatar. So lassen sich Prozesse im Vorfeld simulieren sowie Fehler und mögliche Engpässe frühzeitig erkennen – ein Meilenstein.

## Ein Avatar für die Logistik

Der digitale Zwilling wird dabei gemeinsam mit dem realen Wertschöpfungssystem in den Betrieb überführt. Der durch z. B. Barcodescans erfasste Zustand wird in Echtzeit im digitalen Zwilling nachvollzogen, so dass der aktuelle Zustand des Systems permanent digital verfügbar ist. Die gute Nachricht: Hinter der Realisierung eines solchen digitalen Zwillings verbirgt sich mitnichten ein millionenteures IT-Einführungsprojekt, dass alle bisherigen IT-Strukturen ersetzt. Im Gegenteil: Es erlaubt einerseits die Entscheidungsunterstützung in einem ersten Schritt auf einen begrenzten Bereich anzuwenden und dann schrittweise weitere Prozesse hinzuzunehmen. Andererseits ersetzt das Entscheidungsunterstützungssystem die existierenden ERP-, WMS- und PPS-Systeme nicht, sondern nutzt existierende Daten und erweitert Funktionen systematisch. Einen bereits laufenden Probetrieb einer solchen Entscheidungsunterstützung hat das Fraunhofer IML zusammen mit der DB Schenker AG erarbeitet. Unterstützt wird dabei der Prozess der Ressourcen- und Zeit-

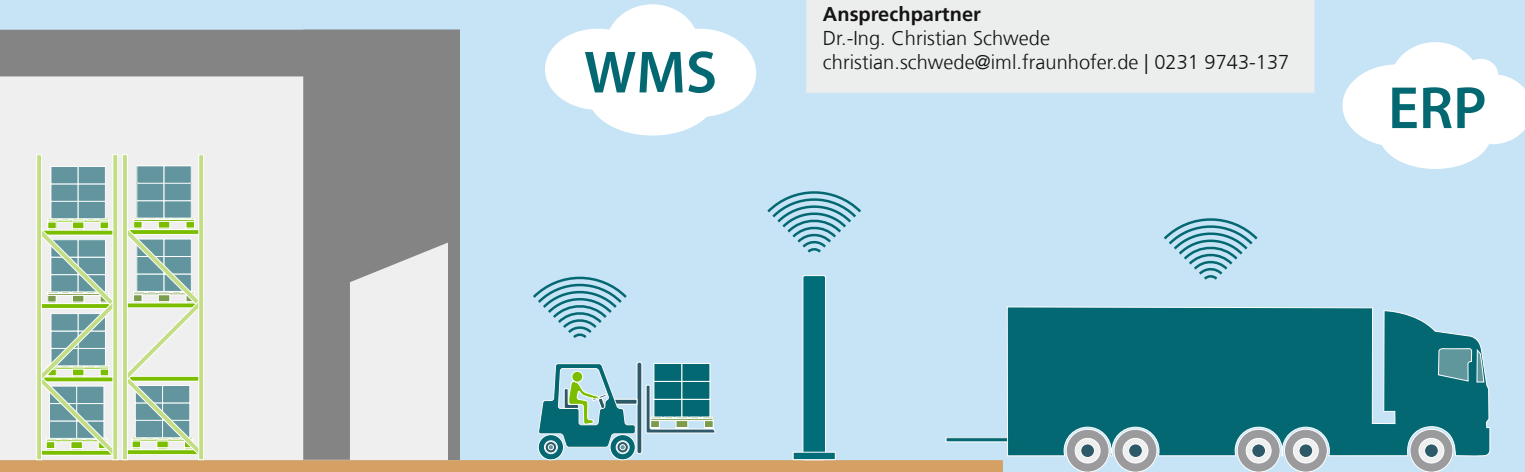
fensterplanung sowie der operativen Ressourcensteuerung in einem von Schenker betriebenen Lagerhaus. Das funktioniert so: Die Transportdienstleister melden sich am Vortag bei Schenker mit ihren Wunschzeitfenstern zur Anlieferung bzw. Abholung. Der Mitarbeiter bei Schenker muss nun die Zeitfensterwünsche validieren und darauf aufbauend die Ressourcenplanung für die unterschiedlichen Prozesse (Kommissionierung, Entladen, Beladen und Bereitstellen) durchführen, um einen Schichtplan für den nächsten Tag zu erhalten. Ziele sind eine minimale Standzeit der Lkw und eine möglichst hohe Auslastung der Ressourcen. Am nächsten Tag beginnt dann die Aufgabe der Steuerung, in der es darum geht, auf die schwankenden Ankunftszeiten der Lkw zu reagieren und bedarfsweise Zeitfenster als auch Ressourcen umzudisponieren.

## Digitalisierung eines kompletten Standorts

Der Planer kann dank des digitalen Zwillings nun die Zeitfensterwünsche der Dienstleister zusammen mit dem Schichtplan »per Knopfdruck« mit der Simulation bewerten lassen und erkennt Engpässe, Überkapazitäten und ungünstige Zeitfenster auf einen Blick. Zudem kann ein Optimierungsalgorithmus die Zeitfenster automatisch überplanen – und auch das Erfahrungswissen des Mitarbeiters bei der manuellen Anpassung lässt sich nutzen. Am Ende der Feinplanung stehen ein machbarer optimaler Schichtplan und eine finale Zeitfensterzuweisung für die Dienstleister.

Dasselbe Modell lässt sich für die Steuerung am nächsten Tag verwenden: Per Geofencing mit einer App für die Lkw-Fahrer ist es möglich, Verspätungen schon frühzeitig zu erkennen und mit einer entsprechenden Umdisponierung darauf zu reagieren. Auch hier unterstützt das System, in dem es die Auswirkungen von verspäteten Anlieferungen bewertet und bei der Lösungsfindung unterstützt. Dem System sollen zukünftig keine Grenzen gesetzt sein – denn auch der Einfluss des Wetters z. B. auf die Nachfrage nach Grillsoßen ließe sich im Vorfeld simulieren.

Durch die Nutzung vorhandener Simulationsmodelle konnten die Forscher in kurzer Zeit und mit überschaubarem Ressourcenaufwand ein System erstellen, das erstmalig die systematische Digitalisierung eines ganzen Standorts ermöglicht.



# Mit kleinen Schritten FIT FÜR INDUSTRIE 4.0

4.0

Informieren

Demonstrieren

Konzipieren

Qualifizieren

Umsetzen



Industrie 4.0 bedeutet Transformation – unabhängig von der Unternehmensgröße. Darum haben kleine und mittlere Unternehmen (KMU) seit Mai 2016 eine kostenlose Anlaufstelle, wenn es um die Digitalisierung ihrer Produkte und Prozesse geht: das »Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Dortmund«. Die Einrichtung soll die Grundpfeiler der Industrie 4.0 im Mittelstand verankern und bietet eine speziell auf die Anforderungen sowie Ressourcen von KMU zugeschnittene Unterstützung bei der Umsetzung.

Die Mitarbeiter von Dr. Fritz Rensmann haben bei der Arbeit vielleicht bald ein Smartphone in der Hand. Doch was den meisten Chefs wohl ein Graus wäre, soll in der Dortmunder Rensmann GmbH & Co. KG, die sich mit der Reparatur und Wartung von Loks und Triebzügen befasst, die Produktivität steigern. »Mobile Devices und Apps in der Produktionsplanung« nennt sich das Projekt, das Rensmann vor kurzem mit Unterstützung des »Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums

Dortmund« gestartet hat. Es soll die Mitarbeiter frühzeitig in den Digitalisierungsprozess einbinden, indem zum Beispiel vor und nach jedem Arbeitsschritt mit einem Smartphone ein Barcode gescannt und damit die Datenerfassung vereinfacht wird. Eine schnelle und durchgängige Datenerfassung ist gerade für Instandhalter wichtig, denn Kunden erwarten einen großen Materialbestand für ein professionelles Ersatzteilmanagement und schnelle Lieferungen.



## Es muss nicht immer der große Wurf sein

»Es geht um genau solche kleinen Dinge. Die Veränderungen im Zusammenhang mit Industrie 4.0 müssen nicht immer disruptiv sein. Manchmal sind die kleinen Schritte die wertvollsten«, sagt Prof. Dr. Michael Henke, Institutsleiter am Fraunhofer IML und Vertreter des Kompetenzzentrums. Henke will die Grundpfeiler der Industrie 4.0, also Digitalisierung, Individualisierung und Autonomisierung, Stück für Stück im Mittelstand verankern. »Wir haben in Deutschland ein Defizit, was den Einsatz solcher Technologien im Mittelstand angeht. Es reicht im Wettlauf um die Digitalisierung nicht aus, das den großen Konzernen zu überlassen. Wir brauchen den Mittelstand als Rückgrat der deutschen Wirtschaft mit an Bord, um neue Technologien in die Praxis zu transferieren«, so Henke.

Darum hat er gemeinsam mit Sabine Poschmann, stellvertretende wirtschaftspolitische Sprecherin der SPD-Bundestagsfraktion und Beauftragte der Bundesregierung für den Mittelstand, Vertreter des Mittelstands zu einem Erfahrungsaustausch eingeladen. Neben Rensmann gehört zu diesen auch Dominique Bouwes von der micronit GmbH, die sich auf Mikro- und Nanotechnologie spezialisiert hat. Die Mittelständler sehen eine große Hürde darin, sich der Innovation zu widmen. »Wir haben am Standort Dortmund zehn Mitarbeiter. Da ist es schwierig, Ressourcen freizustellen«, erklärt Bouwes. Das sieht auch Rensmann so: »Eine Fortführung des Tagesgeschäfts und eine gleichzeitige Umstellung auf Industrie 4.0 ist ein Spagat.« Hilfe von Experten können kleinere Unternehmen also gut gebrauchen. Michael Henke sieht in der Hürde ohnehin vielmehr eine Chance. »Große Unternehmen sind leider noch allzu oft recht hierarchisch und haben ein ausgeprägtes Silodenken. Der Mittelstand kann Veränderungen viel rascher auf den Weg bringen. Das ist ein Kapital, das er in die Waagschale werfen muss«, unterstreicht Henke.

## Warum in die Ferne schweifen?

Um dem Mittelstand dabei unter die Arme zu greifen, steht das Kompetenzzentrum mit einem breiten Angebot zur Verfügung. »Sie müssen nicht ins Silicon Valley reisen, um Industrie 4.0 zu erleben. Dazu reicht im Einzelfall die Forschungs- und Unternehmenslandschaft in Dortmund und im Ruhrgebiet aus. Hier können wir alle wichtigen Stationen an einem Nachmittag besuchen«, so Henke. Um die Mitarbeiter mittelständischer Unternehmen für Industrie 4.0 zu qualifizieren, bietet das Kompetenzzentrum spezielle Weiterbildungsformate an. Doch nicht allein Technologie und Produktion benötigen Unterstützung auf dem Weg ins digitale Zeitalter, auch das Management muss mit der Zeit gehen und zu einem Management 4.0 reifen.

**Weitere Informationen zum Kompetenzzentrum:**  
[www.digital-in-nrw.de](http://www.digital-in-nrw.de)

## Rückendeckung von der Politik

Die Bedeutung des Mittelstands hat längst auch die Politik erkannt. Nicht umsonst hat der Bund für den Topf »Mittelstand digital« 48,3 Millionen Euro bereitgestellt. »Aufgrund des Strukturwandels im Ruhrgebiet und dem damit einhergehenden Wegzug von großen Unternehmen wird der Mittelstand immer wichtiger. Deshalb dürfen wir ihn nicht im Regen stehen lassen«, fordert Poschmann. Die Bundesregierung will deshalb den Mittelstand befähigen, Technologien zu identifizieren, auszuprobieren, umzusetzen und selbst zu entwickeln. Das Kompetenzzentrum soll KMU dafür fit machen – denn noch werde zu wenig in die Digitalisierung investiert, findet Poschmann. Ein Anliegen ist ihr in diesem Zusammenhang auch die Spezialisierung. »Spezialisierte Unternehmen und Hidden Champions brauchen wir auch im digitalisierten Deutschland. Spezialisierung ist unsere Stärke, Massenproduktion zu günstigen Preisen können andere besser«, so Poschmann.

**Wir brauchen den Mittelstand als Rückgrat der deutschen Wirtschaft mit an Bord, um neue Technologien in die Praxis zu transferieren**

Prof. Dr. Michael Henke, Fraunhofer IML

## Die Innovationslandschaft in NRW nutzen

Was aber macht Dortmund zu einem geeigneten Standort für dieses wichtige Unterfangen? »Mit der Technischen Universität, dem Technologiezentrum und den Fraunhofer-Instituten ist Dortmund eine wahre Innovationslandschaft«, sagt Poschmann. Und auch inhaltlich scheint der Standort prädestiniert. »Die Logistik ist neben der Produktion am besten geeignet, um Technologien der Industrie 4.0 zu testen und erlebbar zu machen. Das Fraunhofer IML hatte schon cyberphysische Systeme fertig, bevor es den Begriff Industrie 4.0 überhaupt gab«, erklärt Henke. In Zeiten, in denen Studien zufolge zahlreiche Unternehmen im Schlund der Digitalisierung verschwinden werden, ist es gerade für Mittelständler wichtiger denn je, die ersten Schritte in Richtung Industrie 4.0 anzugehen. Kleine Schritte können wertvoller sein als große Visionen. Ob demonstrieren, qualifizieren oder umsetzen: Das »Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Dortmund« steht dem Mittelstand mit Rat und Tat zur Seite. Gerade in kleineren Unternehmen, in denen das Freistellen von Ressourcen schnell zum Spagat wird, kann die Hilfe externer Experten Gold wert sein. Die Unternehmen von Dominique Bouwes und Fritz Rensmann haben das erkannt. »Wenn man die Unterstützung von erfahrenen Experten bekommen kann, ist es auch einfach nicht effizient, selbst das Rad neu zu erfinden«, findet Bouwes.

# AUTONOME FAHRZEUGE

## OPTION FÜR DIE LETZTE MEILE 2030



Autonome Fahrzeuge, Transportdrohnen, Zustellroboter, Elektromobilität oder gar 3D-Druck? Welche Technologien werden bis 2030 Einzug in die letzte Meile halten? Das hat das Fraunhofer IML für die ZF Friedrichshafen AG und in Kooperation mit dem ETM-Verlag in der ZF-Zukunftsstudie 2016 untersucht.

Immer mehr Menschen kaufen Waren online. Das gilt mittlerweile auch für Lebensmittel: Der Markt für Lebensmittel im Online-Handel wächst derzeit um annähernd 19 Prozent jährlich. Trends wie Same-Day-Delivery verschärfen den Druck auf die Dienstleister der letzten Meile weiter. Hinzu kommen Herausforderungen wie Umweltzonen, Durchfahrtsbeschränkungen und der Klimawandel. Das macht neue Zustellösungen und emissionsarme Fahrzeuge unumgänglich.

Darum hat das Fraunhofer IML in der ZF-Zukunftsstudie 2016 ermittelt, welche Chancen und Risiken sich für Logistikdienstleister und Gesellschaft ergeben. Auf Grundlage von Experteninterviews und Best-Practice-Beispielen untersuchten die Wissenschaftler vor allem, welchen Beitrag neue Technologien leisten können, um den Transport auf der letzten Meile stärker auf die Bedürfnisse von Versendern, Empfängern und Kommunen auszurichten.

Insgesamt unterzogen sie dabei sieben verschiedene Technologien und Trends einer Betrachtung:

- 3D-Druck
- Autonome Fahrzeuge
- Elektromobilität
- Digitalisierung
- Internet der Dinge
- Transportdrohnen
- Zustellroboter

»Wie der Zustellprozess in zehn Jahren exakt aussehen wird, können wir natürlich nicht vorhersagen – alle diese Technologien geben wichtige Impulse. Dennoch kommt nicht allen die gleiche Bedeutung zu. Es ist abzusehen, dass beispielsweise Elektromobilität eine dominantere Rolle spielen wird als 3D-Druck oder Transportdrohnen«, erklärt Prof. Dr. Uwe Clausen, Institutsleiter am Fraunhofer IML, der die Ergebnisse auf der IAA Nutzfahrzeuge 2016 vorgestellt hat.

Wer die Zukunft der Logistik in den Blick nehmen will, ist auf der ‚letzten Meile‘ richtig: Kaum irgendwo sonst verdichten sich so viele Zukunftsentwicklungen.



Es ist abzusehen, dass Elektromobilität eine dominantere Rolle spielen wird als 3D-Druck oder Transportdrohnen.

Prof. Dr. Uwe Clausen, Fraunhofer IML

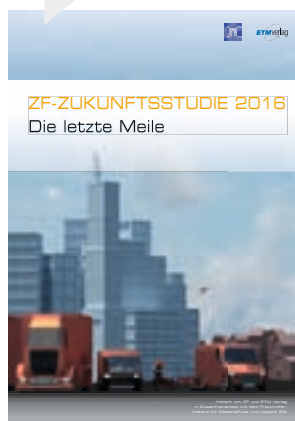
Als entscheidenden Trend hat die Studie das autonome Fahren identifiziert. Dies werde im Jahr 2030 eine Option für die letzte Meile darstellen. »Beim Thema autonomes Fahren befinden wir uns aktuell in einer spannenden Situation. Die technologischen Grundlagen sind da – jetzt stellt sich die Frage, ob die Infrastruktur und die Logistikwirtschaft darauf vorbereitet sind«, so Clausen. Offene Fragen etwa zur Sicherheit zu klären, sei entscheidend für die gesellschaftliche Akzeptanz und den wirtschaftlichen Nutzen eines autonomen Lieferwagens.

Außerdem prognostizieren die Forscher, dass der Elektro-Lkw 2030 ein Serienprodukt sein wird; und Transportdrohnen würden in ausgewählten Nischen eingesetzt, um zeitkritische Waren vor allem in ländlichen Räumen zu befördern. Darüber hinaus würden sich Zustellroboter mit Elektroantrieb autonom durch urbane Räume bewegen.

#### Ansprechpartner

Dipl.-Inform. Hilmar Heinrichmeyer  
hilmar.heinrichmeyer@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-374

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



Beim Thema autonomes Fahren sind die technologischen Grundlagen da – jetzt ist die spannende Frage, ob die Infrastruktur und die Logistikwirtschaft darauf vorbereitet sind.





# DA GEHT NOCH WAS!

Das Angebot, Lebensmittel bequem über das Internet zu bestellen und direkt nach Hause liefern zu lassen, ist reizvoll. Doch handelt es sich dabei um eine wirklich konkurrenzfähige Alternative zum Einkauf im stationären Handel? Wie sieht es aus mit der Lieferqualität? Die Abteilung Verpackungs- und Handelslogistik des Fraunhofer IML ist diesen Fragen nachgegangen und hat mit Hilfe von Testbestellungen Online-Lebensmittelhändlern auf den Zahn gefühlt.

## INFO

### Food Chain Management

- Modellierung und Visualisierung von Lieferketten
- Schwachstellenanalyse und Potentialermittlung
- Prozessbasierte Kostenbetrachtung
- Ermittlung von Soll-Prozessen
- Entwicklung eines Maßnahmenplans

Individualisierte Kundenwünsche und ein stark schwankendes Nachfrageverhalten sind nur einige Herausforderungen, denen sich die Akteure in der Lebensmittelindustrie zu stellen haben. Von der Rohstoffproduktion über die Verarbeitung und den Handel bis hin zum Verbraucher erstreckt sich die Food Supply Chain. In diesem hochgradig sensiblen Umfeld unterstützt das Fraunhofer IML Unternehmen bei der Entwicklung und Umsetzung maßgeschneiderter Lieferstrukturen, die unter Berücksichtigung technischer, logistischer, wirtschaftlicher und ökologischer Aspekte erarbeitet werden.

Um speziell im Online-Lebensmittelhandel erweiterte Hilfestellung bieten zu können, haben die Wissenschaftler des Fraunhofer IML Testeinkäufe initiiert. Im Mittelpunkt der Untersuchung stand die Analyse der verschiedenen Verpackungskonzepte. Darüber hinaus wurden Frische und Qualität der Lebensmittel sowie die logistische Dienstleistung bewertet, etwa im Hinblick auf den Lieferservice und die Temperatureinhaltung bei kühlpflichtiger Ware.



## Überzeugende Verpackungskonzepte gefragt

Auffällig war insbesondere das im Vergleich zur bestellten Ware unverhältnismäßig hohe Verpackungsaufkommen. »80 Prozent der Onlineshops setzten Standardkartonagen ohne Größenflexibilität ein, so dass stellenweise bis zu 70 Prozent Luft verschickt wurde«, sagt Karen Grandt, die sich am Fraunhofer IML intensiv mit dieser Thematik beschäftigt. Aus der Erhebung mit anschließender Benchmark-Analyse wurde ein Empfehlungskatalog abgeleitet. Damit Lebensmittel-Onlinehändler konkurrenzfähig werden und bleiben, müssen beispielsweise Frische und Qualität stimmen. Gut beraten ist daher, wer sich strikt an den Temperaturvorgaben nach DIN 10508 orientiert. Die Ergebnisse der Testbestellungen zeigten indes, dass es nur einem Drittel der Onlineshops gelingt, diese auch wirklich einzuhalten. Zudem existieren keine einheitlichen Verpackungskonzepte für kühlpflichtige Lebensmittel.

Weiterer Handlungsbedarf besteht angesichts eines oftmals niedrigen Volumennutzungsgrads innerhalb des Versandpakets sowie der Vielfalt verwendeter Materialien. Schließlich kann sich der moderne Konsument immer weniger damit anfreunden, den überproportional anfallenden Verpackungsmüll entsorgen zu müssen. Eine kostenlose Rücknahme, wie von einigen Onlineshops bereits angeboten, könnte die Kundenzufriedenheit durchaus positiv beeinflussen. Dann jedoch ist die Logistik der Onlinehändler gefragt, die sowohl die Kosten als auch die Organisation der Rücknahme – inklusive Abholung und Entsorgung beziehungsweise Wiederverwendung – übernehmen müssen.

## Neue Herausforderungen gemeinsam meistern

Dass sich eine mangelhafte Verpackung negativ auf die Qualität von Lebensmitteln auswirken kann, steht außer Frage. Diese Problematik beschäftigt auch die Fraunhofer-Allianz Food Chain Management. »Mit dieser Initiative verfolgen wir das Ziel, neueste wissenschaftliche Erkenntnisse in Form gemeinsamer Projektarbeit in neue Produkte und Problemlösungen einfließen zu lassen«, erklärt Christiane Auffermann, Teamleiterin Handelslogistik am Fraunhofer IML. Von großer Bedeutung seien insbesondere neue Ansätze in puncto Lebensmittelsicherheit und Logistik. Diese sollten möglichst einfach in die Lieferkette integriert werden können und nicht nur wertschöpfungssteigernd, sondern gleichzeitig kostensenkend wirken.

Auch wenn es um den Versand von (kühlpflichtigen) Lebensmitteln geht, steht das Fraunhofer IML Anbietern beratend zur Seite. Das angewandte Verpackungskonzept der Onlineshops sowie die Qualität der Lieferung werden auf Basis einer Testbestellung anhand definierter Kriterien bewertet. Aus dieser Benchmark-Analyse lassen sich Handlungsempfehlungen ableiten, die wertvolle Ansätze zur Optimierung des Geschäftsmodells liefern.

### INFO

#### Verpackungslogistik

- Packstoffneutrale und ganzheitliche Verpackungsentwicklung und -optimierung
- Verpackungsbewertung zur Ermittlung der Verpackungskosten entlang der gesamten Lieferkette (Einweg- und Mehrwegvergleiche)
- Statische und dynamische Prüfungen von Verpackungen, Ladungsträgern und Ladeeinheiten im hauseigenen Verpackungslabor




#### Ansprechpartner

M. Eng. Karen Grandt  
karen.grandt@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-279

Dipl.-Betriebsw. Christiane Auffermann  
christiane.auffermann@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-309

# IST DIE INNENSTADT GELIEFERT?



Das Verkehrsaufkommen in der Bochumer Innenstadt wird steigen. Das ergab eine Studie, die das Fraunhofer IML im Auftrag der Industrie- und Handelskammer Mittleres Ruhrgebiet durchgeführt hat. Ziel war es zu untersuchen, inwiefern Wirtschafts- und Individualverkehre durch einen starken eCommerce und hybride Retailkonzepte beeinflusst werden.

Wird der zunehmende Onlinehandel dazu führen, dass Kunden nicht mehr zum Einkaufen in die Städte fahren? Bestellt der Kunde von morgen seine Waren ausschließlich über das Internet? Oder wird es eine neue hybride Handlungswelt geben, in welcher der Kunde sowohl den stationären als auch den virtuellen Handel nutzt? Und wie werden die dadurch ausgelösten Verkehre aussehen? Leere Parkhäuser in den Innenstädten? Staus durch Paketdienste, die Waren zum Kunden nach Hause transportieren?

Oder etwa noch mehr Verkehr, weil die Retouren im Onlinehandel so hoch sind?

Um diese Fragen zu beantworten, wurden Passanten und ansässige Händler in der Bochumer Innenstadt befragt und die Ergebnisse mit aktuellen Studien und Prognosen, etwa zum Verkehrsaufkommen durch eCommerce, verglichen.



## Genereller Trend zu kleineren, stärker frequentierten Lieferungen

Die Befragung ergab, dass Kunden die Innenstadt trotz des boomenden digitalen Handels unverändert weiter aufsuchen wollen. Omnichannel-Konzepte, wie zum Beispiel Click-and-Collect, erzeugen Kundenverkehre. Diese werden jedoch von nur 20 Prozent der befragten Händler genutzt. Generell verkaufen nur 40 Prozent der befragten Händler ihre Waren über das Internet. Als Folge des deutschlandweit starken Onlinehandels steigen auch die Lieferverkehre. Doch auch die Belieferung der Geschäfte in der Innenstadt tragen zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen bei. Etwa 40 Prozent der Händler gaben an, mindestens einmal am Tag beliefert zu werden. Das entspricht einem bundesweiten Trend zu kleineren, stärker frequentierten Lieferungen. Bereits heute erhalten 70 Prozent der befragten Händler regelmäßig Kurierlieferungen.

Um das Verkehrsaufkommen für die nächsten Jahre zu prognostizieren, wurden zwei Szenarien entwickelt: Das erste Szenario geht von einem steigenden Onlinehandel bei gleichzeitigem Rückgang des stationären Handels aus. Dem zweiten Szenario liegt eine hybride Entwicklung zu Grunde, in der digitaler und stationärer Handel sich ergänzen. Wobei die Fraunhofer-Experten auf Grundlage der Passantenbefragung davon ausgehen, dass das erste Szenario wahrscheinlicher ist.

## Innerstädtischer Liefer- und Pkw-Verkehr steigt

Auf Grundlage der Befragung wurden Prognosen für die Verkehrslage bis 2019 und bis 2025 erarbeitet. In beiden Fällen – also unabhängig von der Entwicklung im digitalen Handel – steigt der Pkw-Verkehr. Dieser Anstieg begründet sich vor allem in einer höheren Automobilität der älteren Bevölkerung. Aber auch für Paketsendungen und damit für den innerstädtischen Lieferverkehr prognostiziert die Studie ebenfalls einen Anstieg. Dies kann auf die hohen Wachstumsraten im Onlinehandel und die Volumensteigerung für B2B-Sendungen zurückgeführt werden.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass Kunden zukünftig auch weiterhin die Innenstadt besuchen werden, besonders dann, wenn sich der stationäre Handel mit dem Distanzhandel verknüpft.

Auch wenn der rein stationäre Handel langfristig an Bedeutung verlieren sollte, werden Konsumenten durch Cross-Channel-Konzepte in Zukunft am besten bedient.

Dies jedoch setzt einen weiterhin starken stationären Handel voraus. Für die Städte bedeutet das: Die Erreichbarkeit der Innenstadt wird demnach auch in Zukunft für die Kundenverkehrsströme von essenzieller Bedeutung sein.



< Weitere Informationen

## Handlungsempfehlungen...

### ... für die Politik

- Die veränderte Verkehrsbelastung sollte bei der Infrastrukturplanung noch stärker Berücksichtigung finden.
- Die Politik sollte die logistischen Anforderungen der Wirtschaftsverkehre beachten: Für Lieferanten und insbesondere KEP-Dienstleister sollten neue Möglichkeiten des Zugangs zur Bochumer Innenstadt geprüft werden, zum Beispiel durch angepasste Lieferzeitfenster in der Fußgängerzone und kostenfreie Liefer- und Ladezonen oder Halteflächen in den Nebenstraßen des Fußgängerbereichs.

### ... für die Verwaltung

- Die Digitalisierung erzeugt nicht nur Verkehr. Die Erfassung detaillierter Verkehrsdaten bietet die Chance, die Verkehrsplanung zu optimieren.
- Eine digitale Karte, die vorhandene Lieferinfrastrukturen und entsprechende Restriktionen für den Lieferverkehr erfasst, erlaubt es, die Liefersituation zu bewerten. Die Planungsbehörden werden mit dieser Karte in die Lage versetzt, eine adäquate Planungsgrundlage für Lieferzeitfenster in Lieferbereichen zu erstellen.
- Diese Daten sollten darüber hinaus in einem Informationsportal zur Verfügung gestellt werden – zugänglich für alle Akteure, die am Transport beteiligt sind. Dies ermöglicht nicht nur Lieferungen besser zu planen, sondern auch eine bessere Wirtschaftlichkeit.

### ... für die Unternehmen

- Um ein Bewusstsein für städtische Logistikprobleme zu schaffen, sollten Vertreter der Wirtschaft in einen kontinuierlichen Dialog mit Politik und Verwaltung einsteigen. Dazu sollte eine dauerhafte Position innerhalb der Verwaltung geschaffen werden, welche die Kommunikation zwischen Politik, Verwaltung und Wirtschaft gewährleistet und koordiniert.

#### Ansprechpartner

Stefan Postert, Geschäftsbereichsleiter Handel, Stadtentwicklung, Gesundheitswirtschaft, IHK Mittleres Ruhrgebiet  
postert@bochum.ihk.de | 02334 9113-336

Dipl.-Betriebsw. Christiane Auffermann  
christiane.auffermann@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-309

# DAS LASTENRAD ALS REGIONALES MOBILITÄTSANGEBOT

Umweltverschmutzung und knapper Parkraum stellen Deutschlands Innenstädte vor Probleme. Alternative Mobilitätsangebote sind dringend erforderlich. Eine solche Alternative könnte das Transportrad darstellen. Wissenschaftler des Fraunhofer IML haben daher untersucht, wie man Verleihsysteme für Lastenräder, ein Verkehrsmittel, das sich in der breiten Bevölkerung bislang kaum durchgesetzt hat, attraktiver machen könnte. Die Ergebnisse des Projekts sind nun veröffentlicht.

## INFO

### Drei Ansätze als nächste Schritte:

- Durchführung von Pilotprojekten
- Entwicklung von Kommunikationsstrategien
- Weiterentwicklung des Produkt-Designs

### Beteiligte Forschungspartner:

- Fraunhofer IML (Projektleitung)
- Regionalverband Frankfurt Rhein-Main
- ADFC Hessen
- BSMF
- Stadt Frankfurt am Main
- Stadt Eschborn
- Stadt Mörfelden-Walldorf
- Stadt Flörsheim
- Kreis Offenbach

Deutschlands Innenstädte benötigen aufgrund von Umweltproblemen und begrenztem Parkraum dringend alternative Mobilitätsangebote, wie z. B. das elektrische Transportrad. Doch elektrische Mobilitätslösungen sind gegenüber etablierten Technologien noch teuer und somit nicht attraktiv. Neben hohen Beschaffungskosten sind diese zudem sperrig, lassen sich schlecht tragen, und den meisten Menschen fehlt es an Abstellraum. Sharing-Systeme könnten hier Abhilfe schaffen: Durch eine hohe Auslastung der Verkehrsmittel ließen sich die hohen Fixkosten zu geringen Anteilen auf viele Nutzer verteilen. Eine Sharing-Lösung im öffentlichen Raum wäre also ideal – auch weil der Bedarf zum Transport von Waren nur punktuell besteht, z. B. beim Einkaufen. So könnten Bürger zum Einkaufen für einen kurzen Zeitraum und ohne hohe Anschaffungskosten ein Transportrad mieten. Die langwierige Parkplatzsuche gehört dann der Vergangenheit an.

### Mobilitätsangebot dem Bedarf anpassen

»Um die ambitionierten Umwelt- und Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erreichen, bedarf es einer Mobilitätswende. Wir müssen uns beim Angebot stärker mit den Mobilitätsbedürfnissen der Menschen auseinandersetzen und das regionale Mobilitätsangebot bedarfsgerecht unter anderem um elektrische Transporträder erweitern«, unterstreicht Projektleiter David Rüdiger. Darum haben die Wissenschaftler vom Fraunhofer IML untersucht, wie sich Verleihsysteme für Transporträder in der Metropolregion Frankfurt am Main fördern und etablieren ließen. Im Rahmen des durch die Innovationsförderung des Landes Hessen geförderten Projekts haben sie zwischen Januar und Juni 2016 unter anderem Workshops mit beteiligten Partnern durchgeführt. Dazu haben sie Einsatzszenarien für Lastenradverleihsysteme entwickelt. Dabei sind drei Umsetzungsstrategien entstanden, denen jeweils unterschiedliche Betreiber- und Finanzierungsmodelle zugrunde liegen: Einerseits könnten sich Kommunen und Regionen im Bereich

privatwirtschaftlicher Angebote engagieren. Andererseits könnten sie auch selbst aktiv werden und das öffentliche Nahverkehrsangebot um Transporträder erweitern. Das Projekt hat jedoch ergeben, dass sich ein solches Mobilitätsangebot nicht allein über Nutzungsgebühren finanzieren ließe. Daher bedürfe es einer externen Bezuschussung, so die Forscher des Fraunhofer IML.

»Von der finanziellen Förderung der E-Mobilität ist das Fahrrad bislang ausgeschlossen, weil E-Bikes sich recht gut verkaufen. Aber dies gilt nicht für elektrounterstützte Lastenräder. Hier würde eine gezielte Förderung helfen, die Nutzung erheblich zu steigern«, so Norbert Sanden, Geschäftsführer des ADFC Hessen, einem der am Projekt beteiligten Forschungspartner.

Darüber hinaus fordern die Wissenschaftler drei Ansätze als nächste Schritte auf dem Weg zu einem Verleihsystem für Lastenräder: die Durchführung von Pilotprojekten; die Entwicklung von Kommunikationsstrategien, um Bürgern die Vorteile eines solchen öffentlichen Angebots aufzuzeigen und die Weiterentwicklung des Produkts, vor allem im Hinblick auf das Produkt-Design.



^  
Weitere Informationen  
und Download des  
Ergebnisberichts

**Ansprechpartner**

Dipl.-Logistiker David Rüdiger  
david.ruediger@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-359





# LOGISTIK UND MOBILITÄT 2035 – DIE DIGITALISIERUNG VERÄNDERT UNSER LEBEN

Das Jahr 2035: Die Digitalisierung hat nahezu alle Bereiche unseres Alltags und vor allem die Logistik- und Mobilitätswirtschaft erfasst und tiefgreifend verändert. Mobilität ist heute ein umfassendes Serviceangebot geworden. Die Warenströme im Land sind fast vollständig transparent. Ein modernes Informationsmanagement erlaubt es, Details über den »ökologischen Fußabdruck« der Ware zu erhalten – also den CO<sub>2</sub>-Ausstoß für Produktion und Transport.

Von diesem Szenario gehen die Experten als auch eine Vielzahl von Bürgern aus, die an der Umfrage zur Zukunft von Logistik und Mobilität in Hessen teilgenommen haben. Entstanden ist das »Zukunftsbild Logistik und Mobilität in Hessen 2035«, das die House of Logistics and Mobility (HOLM) GmbH und das Fraunhofer IML erarbeitet haben.

## Bürger unterstützen Emissionskontingent

Das Zukunftsbild leitet 67 Zukunftsthesen ab und gibt 102 Handlungsempfehlungen für Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. An der Studie nahmen knapp 200 Experten und rund 300 hessische Bürger per Onlinebefragung teil, deren Ergebnisse zusätzlich von rund 70 führenden Logistik- und Mobilitätsexperten validiert wurden. Außerdem enthält das Bild eine Analyse globaler Trends und dokumentiert weltweite Lösungsansätze im Bereich Logistik und Mobilität. Ein persönliches Emissionskontingent für CO<sub>2</sub> wird es 2035 – trotz des Klimawandels – vermutlich nicht geben. Dennoch sind drei Viertel der Bürger bereit, im Falle der Einführung eines solchen Kontingentes höhere Abgaben zu zahlen, wenn ihr Kontingent erschöpft ist und zusätzlicher CO<sub>2</sub>-Ausstoß verursacht wird.

## Die Digitalisierung wird den Menschen nicht vollständig ersetzen

In den Unternehmen gewinnen Roboter und autonome Systeme bis 2035 stark an Bedeutung. Jedoch wird die Digitalisierung nicht dazu führen, dass die Arbeit enthumanisiert wird. 75 Prozent der befragten Experten gehen davon aus, dass die Digitalisierung den Bedarf an Fachkräften mit hoher Qualifikation nicht senken wird. Bürger erwarten sogar mit einer Mehrheit von 84 Prozent,

dass ihr Arbeitsplatz durch Digitalisierung und Automatisierung nicht wegfällt. »Die Digitalisierung wird die menschliche Arbeitskraft nicht ersetzen. Die Arbeitsplätze der Zukunft werden mit Sicherheit anders aussehen als heute, manche werden wegfallen, andere hinzukommen. Wichtig wird es sein, Prozesse und Qualifikationen entsprechend anzupassen«, so Prof. Dr. Michael Henke, Institutsleiter am Fraunhofer IML. Aufgrund komplexer und oft wechselnder Tätigkeiten werden Arbeitnehmer mit Mischqualifikationen besonders gefragt sein. Die Bedeutung von Bildung wird zunehmen, Programmieren gehört zum standardmäßigen Lehrplan.

## Intelligente Verkehrssteuerung

Die Straßen werden auch 2035 nicht staufrei sein. Die hessischen Straßen werden 2035 ihre Kapazitätsgrenze überschritten haben. 65 Prozent der befragten Experten sind der Meinung, dass die zukünftig angestiegene Mobilitätsnachfrage weder vom Straßen- noch vom Bahnverkehr angemessen bedient werden kann. Jedoch wird es weniger Stillstände auf Autobahnen geben, weil Verkehr zunehmend intelligent gesteuert werden kann. Autonomes Fahren wird ein etablierter Teil des Gesamtverkehrs und auch des ÖPNV sein. 80 Prozent der Experten gehen davon aus, dass die Hälfte aller Transportfahrzeuge 2035 emissionsfrei angetrieben wird. »Neue Technologien, integrierte Planung und intelligente Lösungen in der Verkehrssteuerung bieten auch neue Chancen, um Staus, Emissionen und Verkehrsunfälle zu reduzieren. Dafür brauchen wir die enge Zusammenarbeit von Anbietern und Kommunen, Industrie und Nutzern, Gesetzgeber und Wissenschaft«, erklärt Prof. Uwe Clausen, Institutsleiter am Fraunhofer IML.



Download der Studie

## Handlungsempfehlungen an Wirtschaft, Wissenschaft und Politik (Auszug):

- Es ist zu prüfen, ob Umweltkosten in Zukunft internalisiert werden sollten, zum Beispiel durch die Einführung einer CO<sub>2</sub>-Steuer. So werden umweltfreundliche Herstellungsverfahren und Transportkonzepte wirtschaftlich attraktiver.
- Um einen verbindlichen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck für alle Produkte und Dienstleistungen ausweisen zu können, müssen standardisierte Messverfahren etabliert werden.
- Die Einführung eines Nachhaltigkeitslabels (sozial, ökonomisch, ökologisch) auf Produkten und für Dienstleistungen ist einem reinen CO<sub>2</sub>-Label vorzuziehen.
- Der Forschungsstand zu künstlicher Intelligenz sollte in Kooperationen zwischen Forschungsinstituten und der Wirtschaft unter Berücksichtigung rechtlicher und ethischer Fragestellungen schnell in marktfähige Lösungen transferiert werden.
- Der Einfluss der Digitalisierung auf die Arbeitswelt muss präziser erfasst und entsprechende Qualifikationen für Beschäftigte in der Logistik- und Mobilitätsbranche in Kooperation mit Unternehmen, Hochschulen und Landesregierung erarbeitet werden.
- Um den Bedarf an qualifizierten Mitarbeitern zu decken, müssen neue Aus- und Weiterbildungsprofile entwickelt werden. Bei deren Umsetzung müssen die persönlichen Möglichkeiten und die Bereitschaft der Mitarbeiter berücksichtigt werden.
- Die Landesregierung und die Industrie, darunter insbesondere die Energiewirtschaft und die Logistik- und Mobilitätsbranche, sollten gemeinsam ein integriertes Konzept für den nachhaltigen Verkehr und die Energiewende entwickeln.
- Eine abgestimmte Entwicklung von Siedlungsstrukturen und Infrastruktur muss sichergestellt werden, damit ein gleichmäßig verteiltes Verkehrsaufkommen erreicht wird und überlastete Ballungsräume vermieden werden.
- Eine intelligente Vernetzung und Digitalisierung der Verkehrsinfrastruktur sollte neben dem Straßenverkehr auch andere Verkehrsträger wie die Schiene einbeziehen.
- Die Verkehrsplanung sollte in die Planung zur logistischen Erschließung von Großveranstaltungen und Baustellen integriert werden.



# VORREITER EINKAUF

Wenn von Industrie 4.0 und der digitalen Revolution die Rede ist, liegt der Augenmerk häufig auf der Produktion. Dabei kann gerade der Einkauf zu einer treibenden Kraft werden. Denn dort sitzt die Kompetenz für unternehmensübergreifende Vernetzung – eine Schlüsselvoraussetzung für eine erfolgreiche digitale Transformation. Als Innovationsscout und Experte für Technologie und Management kann der Einkauf in der Industrie 4.0 ein strategisches Zentrum des Unternehmens sein.

Doch um diese Rolle einzunehmen, muss der Einkauf sich stärker in die Diskussion um Industrie 4.0 einschalten. Das geht aus der Studie »Digitalisierung des Einkaufs – Einkauf 4.0« hervor, die das Fraunhofer IML und der Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik e. V. (BME) gemeinsam erarbeitet haben. Dazu wurden insgesamt 25 Einkaufsleiter und CPOs namhafter Industrieunternehmen sowie Vertreter von zwei Hochschulen befragt.

Eine starke interne und externe Vernetzung ist das Maß aller Dinge, wenn Industrie 4.0 erfolgreich entwickelt werden soll. Während die Vernetzung im eigenen Unternehmen alle Abteilungen gleichermaßen betrifft, ist insbesondere der Einkauf bei der externen Vernetzung gefordert. Der Austausch von Know-how mit anderen Unternehmen und Organisationen macht es erst möglich, von den Vorteilen der Digitalisierung zu profitieren. Der Einkauf ist Treiber der externen Vernetzung und trägt hier die volle Verantwortung. Ihm kommt bei der Umsetzung von Industrie 4.0 eine entscheidende Rolle zu: Er muss die Innovationen und Technologien ins Unternehmen bringen, damit es die vierte industrielle Revolution erfolgreich meistern kann. Zwar trägt der Einkauf nicht die Gesamtverantwortung für die Umsetzung von Industrie 4.0, doch spielt er dabei eine entscheidende Rolle.







## Technologien schaffen viele neue Möglichkeiten für Unternehmen, ersetzen allerdings keine persönlichen Beziehungen.

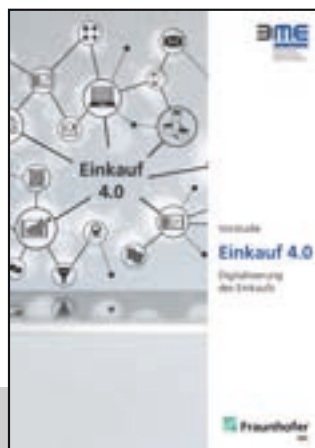
Prof. Dr. Michael Henke, Fraunhofer IML



Der Einkauf muss künftig in Echtzeit reagieren können. Das geht nur, wenn er zuvor seine Prozesse weitestgehend digitalisiert hat. Zusätzlich muss er ein zunehmend digitalisiertes Beschaffungsportfolio managen. Denn nicht nur die Prozesse des Einkaufs, sondern auch die zu beschaffenden Produkte unterliegen dem Wandel der Digitalisierung.

Operative Einkaufsprozesse können in Zukunft nahezu komplett digitalisiert werden. Der strategische Einkauf steuert und überwacht diese Prozesse lediglich. Damit wandelt sich das Berufsbild des Einkäufers grundlegend: Er wird zum digitalen Schnittstellenmanager nach innen und außen. Zusätzlich bleiben persönliche Kontakte zu Lieferanten und internen Kunden eine wichtige Basis. Technologien schaffen viele neue Möglichkeiten für Unternehmen, ersetzen allerdings keine persönlichen Beziehungen.

Die aktuelle Studie ist Ausgangspunkt für weitergehende, detaillierte Untersuchungen zum Thema Einkauf 4.0. Dazu haben BME und Fraunhofer IML einen Think Tank als Erfahrungs- und Ideengeber gegründet. Aufgabe dieses Expertenkreises ist es, Erfahrungswerte aus der bisherigen Praxis zusammenzutragen sowie die mit der fortschreitenden Digitalisierung der Wirtschaft verbundenen Anforderungen an den Einkauf zu ermitteln.



Der Einkäufer wird zum digitalen Schnittstellenmanager nach innen und außen.



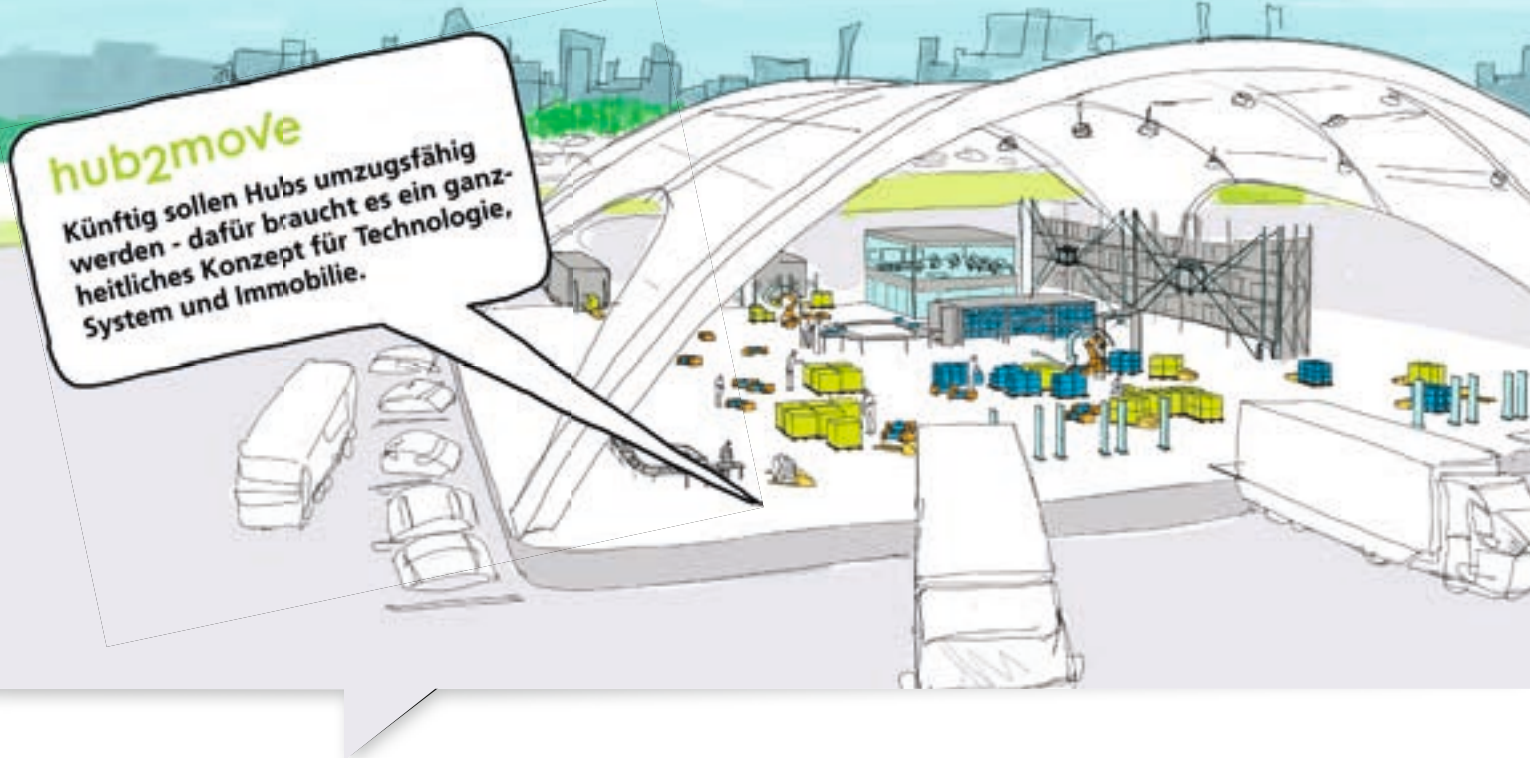
### INFO

#### STUDIE »DIGITALISIERUNG DES EINKAUFES – EINKAUF 4.0«

Die Studie ist erhältlich unter:  
<http://s.fhg.de/iuG>



# Eine wandlungsfähige Logistik ist realisierbar



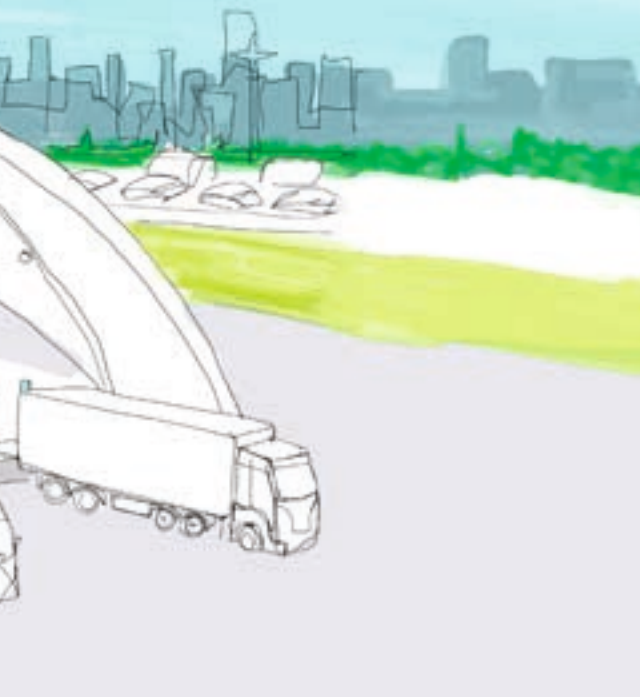
In Zeiten volatiler Märkte und weltweiter Warenströme ändern sich die Anforderungen an Umschlagszentren immer schneller. Logistiker müssen mit ihren Hubs künftig problemlos und in Rekordzeit flexibel reagieren können. Das Umschlagzentrum der Zukunft macht's möglich: Dies belegen die Wissenschaftler des Fraunhofer IML gemeinsam mit Industriepartnern im Forschungsprojekt Hub2Move. Mit Industrie 4.0 und modernsten IT-Systemen ist ein schneller Auf- und Abbau sowie ein Standortwechsel realisierbar.

Der Hub der Zukunft, so die Forscher, muss auf gepackten Koffern sitzen – jederzeit umzugsfähig und einfach an veränderte Anforderungen anpassbar. Die Umsetzung ist nicht so simpel: Einen kompletten Hub binnen weniger Wochen oder gar Tage lauffähig an einen neuen Standort zu verlegen, inklusive einer Anpassung von Handhabungs-, Förder- und Lagertechnik an die neuen Anforderungen, ist eine große Herausforderung. Nicht umsonst benötigten die Forscher des Fraunhofer IML im Forschungsprojekt Hub2Move einen Zeitraum von zwei Jahren, um diese Mammutaufgabe zu bewältigen. Von Juni 2013 bis Mai 2015 gehörte Hub2Move zu den 30 Verbundprojekten des Effizienz-

Cluster LogistikRuhr, die die Bundesregierung im Rahmen des Spitzencluster-Wettbewerbs gefördert hat. »Wandelbare Logistiksysteme« war ein Leitthema des Wettbewerbs. Projektpartner waren die Unternehmen Lanfer Automation, Logata Digital Solutions, Ryll, Still und Stute Logistics. Eine Zielsetzung war, die Flexibilität und Effizienz der logistischen Leistungserbringung für den physischen Warenfluss zu erhöhen. Dabei wurden Konzepte erarbeitet, wie sich Wandlungsbedarfe frühzeitig erkennen lassen und technische Möglichkeiten aufgezeigt, wie sich die Vision vom Hub2Move umsetzen ließe.

#### Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Guido Follert  
guido.follert@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-253



## Logistics Mall als Befähiger

Die Ergebnisse des Projekts sind umso spannender: Eine zentrale Erkenntnis ist, dass Maschinen und Systeme zum physischen Warentransport in der Distribution technisch und organisatorisch unter bestimmten Voraussetzungen wandelbar sind und dadurch die Konfiguration von Materialflusssystemen in Zukunft zu einem Element der kurz- und mittelfristigen Logistikplanung werden kann. Es bedarf allerdings eines Befähigers, der den Wandel von der Softwareseite gewährleistet. Die Software der Maschinen und Systeme muss flexibel auf einen Umzug reagieren können. »Darum haben wir ein Referenzszenario über unsere Logistics Mall durchgeführt«, erklärt Guido Follert, Leiter der Abteilung Maschinen und Anlagen am Fraunhofer IML. Die Logistics Mall ist ein virtuelles Einkaufszentrum auf Basis des Cloud Computing, in dem nach dem Software-as-a-Service-Prinzip Software-Bausteine unterschiedlicher Anbieter zu einem individuellen Gesamtpaket zusammengestellt werden können. Der Anwender kann gezielt Funktionen »mieten«, die zur Unterstützung seiner Prozesse erforderlich sind. Da Software-Lizenzen nicht mehr zwangsläufig erworben werden müssen und nur die jeweilige Nutzung der Software oder ein entsprechendes Abonnement in Rechnung gestellt wird, erhält der Nutzer so Zugang zu Lösungen – wie Hardware, IT-Infrastruktur und Speicherkapazitäten, die sonst unerschwinglich wären.

## Kein Masterplan für Hub2Move

Bei einer Ergebnispräsentation Anfang 2016 haben die Wissenschaftler bewiesen, dass das Referenzszenario über die Mall funktioniert: Forschungsergebnisse zu den Themen Stetigfördertechnik, Flurförderzeuge und Leitsteuerungstechnik wurden dabei in einem Demonstrator vorgestellt. In drei verschiedenen Szenarien haben die Forscher gezeigt, wie eine intelligente Technik und die informationstechnologische Vernetzung von Maschinen und Systemen die innere Wandlungsfähigkeit eines Umschlagszentrums ermöglichen. Dabei wurde die Stetigfördertechnik aus einzelnen Fördermodulen flexibel und schnell zusammengesetzt. Jedes Fördermodul war mit einer Steuerung ausgestattet, die sich selbst konfiguriert. Mobile Transportroboter organisierten ihre Wege mithilfe einer dezentralen und herstellerneutralen Verkehrsregelung selbst. Der Benutzer konnte nach dem Prinzip »Automatisierung on demand« jederzeit den Grad der Automatisierung selbst bestimmen – manuell, assistierend oder vollautonom. Das Transportauftragsmanagement war in die Logistics Mall integriert, als eine Art »App-Store der Logistik«, und ließ sich über mobile Apps steuern.

Das Projekt hat gezeigt, dass ein Befähiger wie die Logistics Mall eine Grundvoraussetzung für den Hub2Move ist, denn die Software hat sich im Projekt als größtes Hindernis erwiesen. Inwiefern ein Hub2Move, der auf einzelne Unternehmen zugeschnitten ist, tatsächlich realisierbar ist, müssen die Forscher noch klären. »Es steht fest, den Masterplan für den einen Hub2Move gibt es nicht. Das war aber auch nicht der Anspruch. Jedes Unternehmen braucht eine speziell auf seine Infrastruktur zugeschnittene Lösung«, so Follert. Im Projektverlauf wurde zudem deutlich, dass Unternehmen keine extrem kurzfristigen Anpassungen der Materialflusstechnik, etwa im Tagesrhythmus, wünschen. »Die am Projekt beteiligten Partnerunternehmen können sich eher einen 2- bis 4-wöchigen Rhythmus vorstellen. Kurzfristigere Veränderungen würden sich nicht rentieren«, sagt Follert. Dieser Rhythmus reiche bereits aus, um auf saisonale Schwankungen in der Auftragslage zu reagieren.

## Umzugsfähigkeit von Hubs schont die Umwelt

Neben einer Wandlungsfähigkeit von Materialflusssystemen ist auch deren Umzugsfähigkeit von außerordentlicher Bedeutung. Setzt man eine technische Lebensdauer von etwa 20 Jahren an, so müssen Materialflusssysteme in der Lage sein, mehrfach umziehen zu können. Nach Ansicht der Forscher würde die Umzugsfähigkeit Umwelt und Ressourcen schonen und Kosten reduzieren. »Wer energieintensive Gütertransporte durch einen logistisch klugen Umzug verkürzt, der verringert auch seine Emissionen«, so Follert.



# »BLAUPAUSE« FÜR DIE DATENÖKONOMIE

Daten sind die Ressource der vierten industriellen Revolution. Doch das bloße Sammeln reicht nicht aus, sie müssen auch bewirtschaftet werden. In der von der Fraunhofer-Gesellschaft gestarteten Initiative »Industrial Data Space« (IDS) arbeiten Wissenschaftler und Experten aus der Wirtschaft seit 2015 Hand in Hand, um einen geschützten virtuellen Raum zu schaffen, über den sich Daten über Unternehmensgrenzen hinweg miteinander verknüpfen lassen, ohne dass die Beteiligten um die Sicherheit ihrer Daten fürchten müssen.

Bedenken sind angesichts der zunehmenden Cyber-Attacken über das Internet angebracht. Doch wer zukünftig im globalen Wettbewerb bestehen will, kommt nicht umher, das Thema Digitalisierung anzugehen und dessen Potentiale zu erschließen. Letztlich werden so viele neue Geschäftsmodelle und Dienstleistungen überhaupt erst möglich. Um Unternehmen auf diesem Weg zu unterstützen, wurde die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Initiative »Industrial Data Space«, die sich die Schaffung einer Referenzarchitektur für einen sicheren Datenraum auf die Fahnen geschrieben hat, ins Leben gerufen. »Der Industrial Data Space ermöglicht es, sich umfassend und branchenübergreifend in einem offenen Datenraum zu vernetzen, ohne dabei die Kontrolle über die eigenen Daten abzugeben«, sagt der Leiter des Forschungsprojekts, Prof. Dr. Boris Otto vom Fraunhofer IML.

## Daten sind ein wertvolles Gut

Fahrzeuge, Container, Maschinen, das Warenwirtschaftssystem – via IDS-Plattform ist alles über sogenannte »Konnektoren« verbunden. Diese Software-Komponenten sorgen für einen sicheren Datentransfer zwischen den Partnern. Ein Jeder behält dabei die volle Souveränität über sein Eigentum. Unter dem Motto »So viele Daten wie nötig, so wenige wie möglich« tauschen zertifizierte Nutzer nur jene aus, die auch wirklich verwendet werden. Ein Beispiel: Der Maschinenhersteller bekommt Zugriff auf die Performance-

Daten, die er an ein Produktionsunternehmen verkauft hat. Auf dieser Basis kann er dann einen individuell abgestimmten Instandhaltungsservice einrichten oder auch die Qualität der eigenen Produkte evaluieren. Der Zugriff auf Informationen über den Produktionsprozess hingegen bleibt ihm verwehrt.

Will nun ein Unternehmen Daten an eine App senden, überprüft der Konnektor zunächst, ob auch wirklich nur die erforderlichen Informationen übertragen und alle Privacy-Regeln eingehalten werden. Bei Bedarf werden sie anonymisiert oder pseudonymisiert. Erst dann erfolgt die Übertragung. Für besonders sensible Inhalte kann eine externe App installiert werden, über die sich die Daten direkt verarbeiten lassen. Dem App-Anbieter werden lediglich die Ergebnisse übermittelt.

## Agile Entwicklung neuer Services

Eine Beteiligung an der Entwicklung des IDS ist über Arbeitsgruppen, den eigensgegründeten IDS e. V. sowie eigens eingerichtete Use Cases möglich – letztere sind das Herzstück der gemeinsamen Aktivitäten. Zahlreiche Industriepartner haben dieses Angebot bereits aufgegriffen und entwerfen gemeinsam mit den Fraunhofer-Wissenschaftlern prototypische Referenzanwendungsfälle für spezielle Szenarien. Unternehmen bringen dabei ihre individuellen Anforderungen in die Architekturentwicklung ein, um später im eigenen Betrieb davon zu profitieren.



## Der Industrial Data Space ermöglicht es, sich umfassend und branchenübergreifend in einem offenen Datenraum zu vernetzen, ohne dabei die Kontrolle über die eigenen Daten abzugeben.

Prof. Dr. Boris Otto, Fraunhofer IML

### Ansprechpartner für das Forschungsprojekt:

Prof. Dr. Boris Otto  
boris.otto@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-655

### Ansprechpartner für den Industrial Data Space e. V.:

Thorsten Hülsmann  
info@industrialdataspace.org | 0231 9743-619

Dem Pharmazieunternehmen Bayer geht es beispielsweise darum, die gesamte Lieferkette besser überwachen zu können, um behördliche Richtlinien, etwa im Hinblick auf Temperaturvorgaben, einhalten zu können. thyssenkrupp engagiert sich im Use Case »Dynamisches Zeitfenster-Management und Tracking in der unternehmensübergreifenden Lieferkette«. Über den IDS soll es zukünftig möglich sein, dynamisch prognostizierte Ankunftszeiten von Lkw generieren zu können. Mithilfe der bereitgestellten Daten werden dann neue Zeitfenster für deren Be- und Entladung vorgeschlagen. Von dem optimierten Zeitfenstermanagement verspricht sich das Unternehmen nicht nur reduzierte Prozesskosten. »Durch die Vernetzung mit unseren Dienstleistern und Kunden entsteht Mehrwert in Form von optimierten Prozessen und neuen Services«, sagt Ulrike Höffken, Bereichsleiterin Logistik der Business Area Steel Europe von thyssenkrupp.

### Motor der digitalen Transformation

Beteiligt ist auch der IT-Dienstleister Atos, der den Use Case »Agiles Transport-Management« aufgesetzt hat. Er arbeitet an einer sogenannten Broker-Plattform, also einer App im IDS, über die sich geeignete Transportanbieter innerhalb eines Netzwerkes recherchieren lassen. Die wiederum können über die App maßgeschneiderte Angebote unterbreiten. »Eine Broker-basierte Supply Chain ermöglicht es, Transportunternehmen genau den richtigen Partner für den jeweiligen Auftrag zu finden«, sagt Ulrich Ahle, Head of Industrie 4.0 bei Atos Deutschland. »Durch die Schnittstellen mit den Partnern im Industrial Data Space werden die relevanten Daten sicher ausgewertet und aufbereitet.«

Anhand dieser Beispiele wird deutlich, wie Unternehmen die Referenzarchitektur mit vergleichsweise geringem Aufwand an ihre persönlichen Bedürfnisse anpassen und im IDS auch neue Geschäftsmodelle entwickeln können. Gleichzeitig ist klar: Die digitale Transformation benötigt dringend einen funktions-tüchtigen »Industrial Data Space«.

## INFO

### HARDWARE FÜR DEN »INDUSTRIAL DATA SPACE«

Zwei Neuentwicklungen auf Hardwareebene öffnen die Tür zur selbststeuernden Logistik: So bietet Bosch mit dem »TraQ« ab 2017 einen intelligenten Behälter an. Dieser ist in der Lage, über das Internet mit cyberphysischen Systemen zu kommunizieren. Die integrierte Sensorplattform speichert und analysiert Umgebungsvariablen.

Auf der gleichen technischen Basis hat das Fraunhofer IML den autonomen Luftfrachtcontainer »iCon« entwickelt. Er verfügt über ein hochauflösendes ePaper-Display, versorgt sich mittels Solarzellen selbst mit Strom und kann auf seiner Reise jederzeit Auskunft über seinen Zustand sowie den jeweiligen Aufenthaltsort geben.

# MIT PRIVACY MANAGEMENT DATENHOHEIT BEHALTEN

Die Zukunft liegt in der Cloud. Nur so können zeitgemäße, kollaborative Logistikprozesse gemeistert werden. Über die Cloud bieten Provider Software und digitale Infrastruktur an, welche die Kommunikation und vor allem den Datenaustausch entlang der gesamten Supply Chain erleichtern. Durch die dynamisch an den Bedarf angepasste Nutzung und Abrechnung von IT-Dienstleistungen ist Cloud Computing besonders effizient. Mithilfe der »Collaborative-Business-Process-as-a-Service«-Plattform »PREStiGE« können Prozesse geplant, durchgeführt und überwacht werden. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf den individuellen Privacy-Bedürfnissen der Nutzer.

Ein Datenaustausch zwischen den Partnern ist für einen kollaborativen Prozess unerlässlich. Der verantwortungsvolle Umgang mit den Daten ist nicht nur in Teilen von der Gesetzgebung vorgegeben, sondern auch für potentielle und bestehende Kunden ein wichtiges Vertrauenskriterium. Die teilweise international agierenden Akteure müssen folglich unterschiedlichste unternehmensinterne und gesetzliche Anforderungen an die Privacy erfüllen. Dabei ist der juristische Rahmen des Cloud Computing selten eindeutig und klar definiert. Der internationale Charakter der verteilten Systeme steigert die Komplexität dieses juristisch noch recht jungen und umstrittenen Bereiches zusätzlich. Deshalb ist Privacy für Unternehmen verschiedenster Fachbereiche nicht nur in der Logistik ein essentielles Thema.

## Festlegung individueller Privacy-Regeln für die Cloud

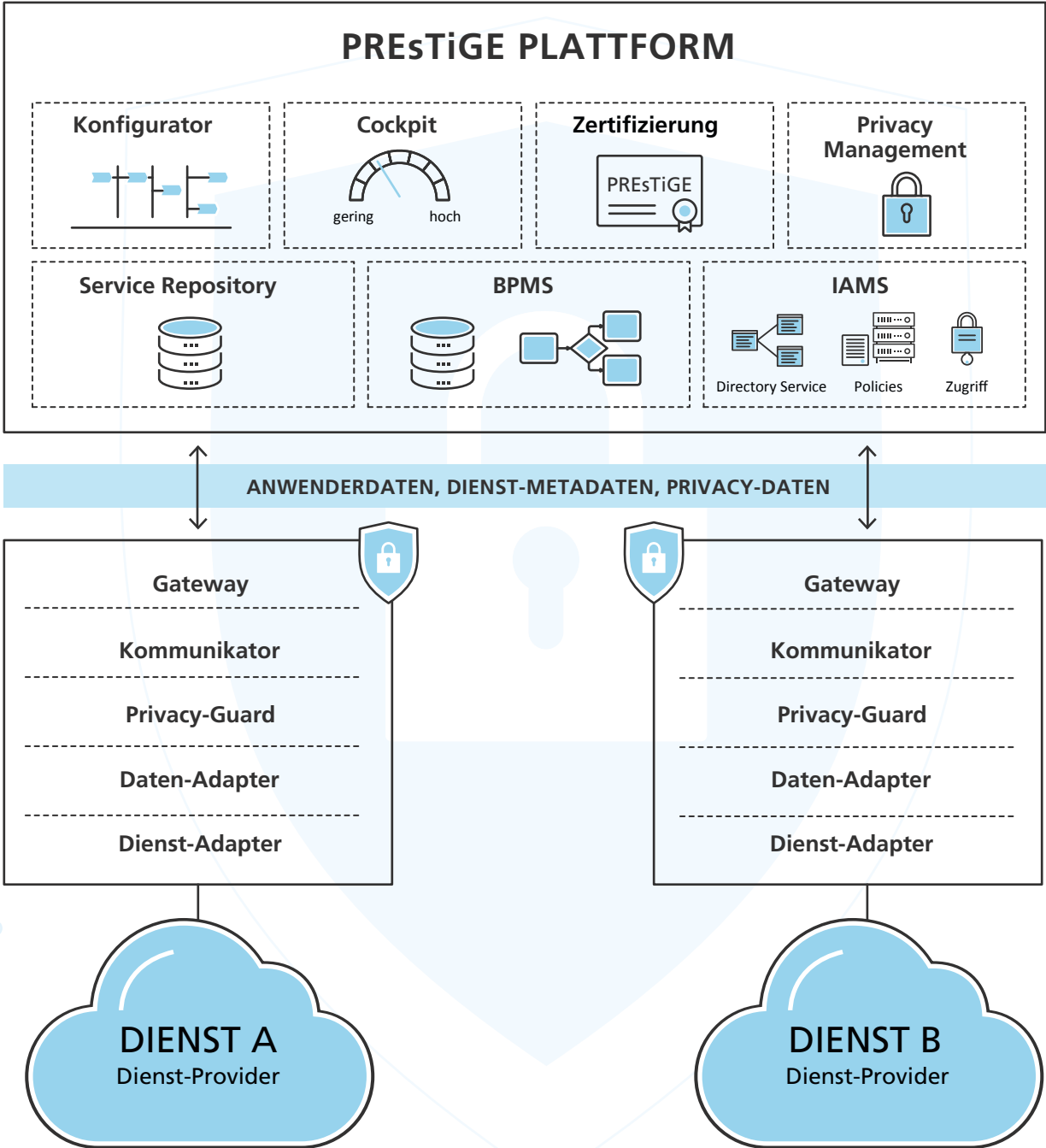
Diese Problematik ist Ausgangspunkt des Projektes »PREStiGE«, das am Fraunhofer IML vorangetrieben wird. Die Plattform führt sowohl Nutzer als auch Provider durch den gesamten Prozess: vom Anbieten und Anbinden eines Services über die Modellierung eines Geschäftsprozesses bis hin zur Kontrolle der Einhaltung der individuellen Privacy-Regeln. Dabei führt jeder Partner die im System integrierten Dienste in seiner Cloud-Umgebung aus und behält so die Kontrolle. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das Projekt. Provider können ihre Services aus ihrer jeweiligen Cloud-Plattform in die »PREStiGE«-Plattform zur Überprüfung und Verwaltung einpflegen. Dabei wird kontrolliert, ob die Dienste den vom Anbieter beschriebenen Privacy-Maßnahmen entsprechen. Anschließend

kann ein Nutzer bei der Modellierung seines Geschäftsprozesses die bereitgestellten Services abrufen und nutzen. Seine Anforderungen und Regeln lassen sich dabei mithilfe des Privacy-Managements für einzelne Prozesse definieren. Dabei kann der Zugriff auf die einzelnen Attribute für die verschiedenen Akteure gewährt oder verboten werden. Auch eine zeitliche Begrenzung des Zugriffs ist möglich. Existieren in dem Service-Repository von »PREStiGE« keine exakt auf die Anforderungen passenden Dienste, kann der Nutzer sich um die Aufnahme passender Dienste kümmern. Alternativ kann das System die vorhandenen Dienste zu einem Prozess zusammenfügen, der den gegebenen Anforderungen am ehesten gerecht wird. Im Anschluss können die modellierten Gesamtprozesse ausgeführt werden. Dabei stellen Gateways sicher, dass die zuvor festgelegten Privacy-Anforderungen eingehalten und alle Daten verschlüsselt übermittelt werden. Gleichzeitig stellt das Cockpit den aktuellen Stand eines Prozesses sowie eventuell entstandene Privacy-Verletzungen visuell dar. So haben alle beteiligten Akteure zu jedem Zeitpunkt den Überblick über alle Prozesse und die volle Kontrolle über ihre Daten.

### Ansprechpartner

Dipl.-Inf. FH Arkadius Schier  
arkadius.schier@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-481





# SMART OBJECTS & SMART FINANCE

## OPTIMIEREN PROZESSE IN SUPPLY-CHAIN-NETZWERKEN

Immer komplexere Produktions- und Logistiknetzwerke stellen eine erhebliche Herausforderung für die Prozessabwicklung dar. Im Forschungsprojekt »Planung und Steuerung von Wertschöpfungsnetzwerken durch die Integration von Smart Objects und Smart Finance Ansätzen (SOFiA)« soll diese durch die Integration von Smart Objects und digitalen B2B-Smart-Finance Ansätzen verbessert werden. Dazu entstehen neue, Industrie 4.0-basierte Managementansätze zur Selbststeuerung und Selbstorganisation in der Logistik sowie den zugehörigen Aufgaben zur Zahlungsabwicklung und dem Financial Supply Chain Management.

Heute kommt es innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerks oft zu Verzögerungen im Planungsablauf. Bei einer Seefrachtendung beispielsweise kann der Seefrachtcontainer das geplante Schiff nicht mehr erreichen. Dann muss kurzfristig eine neue Planung her. Es wird umgebucht und zusätzliche Kosten fallen an, die beglichen werden müssen. Dieses Szenario beschreibt den klassischen und sehr zeitintensiven Alltag in der Logistik- und Supply-Chain-Steuerung. Mit Hilfe innovativer »Smart Objects«- und »Smart Finance«-Technologien gehört dieses aufwändige Verfahren der Vergangenheit an. Zukünftig soll der Container selbst zum Disponenten werden. Als solcher erkennt er Verzögerungen, analysiert Handlungsalternativen und wählt die beste Transportroute aus. Anschließend beauftragt der Container einen Carrier (Logistikdienstleister) und wickelt die Bezahlung über mobile Business-to-Business-Payment-Technologien in Echtzeit ab. In Zukunft sind die logistischen Objekte also mit allen logistischen und finanziellen Informationen ausgestattet, um eine vollständig autonome dezentrale Entscheidung und Abwicklung zu ermöglichen. Neben diesem Anwendungsfall in der Seefracht wird im SOFiA-Projekt auch eine Flottensteuerung von Maschinen in der Landwirtschaft, also beispielsweise zur Ernte, zum Transport und zur Einlagerung von landwirtschaftlichen Rohstoffen, betrachtet.

### Verbesserung der Prozessabwicklung durch Industrie 4.0-basierte Managementansätze

Entsprechende neue Industrie 4.0-basierte Managementansätze zur Selbststeuerung und Selbstorganisation von Logistik, Produktion und den zugehörigen Aufgaben zur Zahlungsabwicklung und Supply Chain Finance werden daher mit dem Forschungsprojekt SOFiA im Rahmen der Fördermaßnahme »Dienstleistungsinnovation durch Digitalisierung« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung BMBF angegangen. Ziel dieses Projekts ist die Verbesserung der Prozessabwicklung in komplexen Produktions- und Logistiknetzwerken durch die Integration von Smart Objects und digitalen B2B-Smart-Finance-Ansätzen. Das Projekt wurde im November 2015 begonnen und hat eine Gesamtlaufzeit von drei Jahren. Das Projektkonsortium besteht aus dem Landmaschinenhersteller CLAAS E-Systems KGaA mbH & Co KG, dem Logistikdienstleister Ecologistik GmbH, dem Anbieter von IT-Lösungen und Dienstleistungen für Banken und Handelsunternehmen Diebold Nixdorf International GmbH sowie dem Fraunhofer IML.





Die auf das Projektziel ausgerichteten Teilvorhaben der einzelnen Konsortialpartner sind:

- Entwicklung von Managementverfahren für Industrie 4.0 basierend auf Entscheidungsfindungsmethoden für intelligente Logistikobjekte zur autonomen logistischen und finanziellen Steuerung in komplexen Wertschöpfungsnetzwerken (Fraunhofer IML)
- Intelligente Maschinenflottensteuerung mittels autonomer Logistikobjekte aus Sicht eines Herstellers (CLAAS)
- Intelligente Logistiksteuerung mittels autonomer Logistikobjekte aus Sicht der Transportdienstleister (Eko)
- Innovative dezentrale B2B-Bezahlmethoden für autonom agierende Logistikeinheiten in Wertschöpfungsnetzwerken (Diebold Nixdorf)

Interessierte Vertreter aus der Wirtschaft haben die Möglichkeit, sich der Unterstützergemeinschaft anzuschließen und an einem der nächsten Treffen teilzunehmen.

**Ansprechpartner**

Dr.-Ing. Markus Witthaut  
 markus.witthaut@iml.fraunhofer.de | 0231 9743-450





## »Zukunftskongress Logistik – 34. Dortmunder Gespräche«: Industrie 4.0 – Die Revolution einfach machen!

Wie Unternehmen die vierte industrielle Revolution meistern können, zeigte der vom Fraunhofer IML und dem EffizienzCluster LogistikRuhr veranstaltete »Zukunftskongress Logistik – 34. Dortmunder Gespräche« am 13. und 14. September 2016. Rund 500 Teilnehmer aus Wissenschaft und Wirtschaft diskutierten unter dem Motto »How to do the Revolution«.

In der vierten industriellen Revolution agieren Menschen und Maschinen in sozialen Netzwerken gemeinsam als gleichwertige Partner, so Prof. Dr. Michael ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IML. Es wird eine Social Networked Industry entstehen, in der die Devise gilt: Einfach machen! Lösungen müssen flott umgesetzt und ausgetestet werden. Nur so ließen sich Fehler schnell erkennen und korrigieren. Zudem werde der stille digitale Angriff mehr Veränderungen mit sich bringen, als die drei ersten industriellen Revolutionen zusammen. In der vierten industriellen Revolution werden sich Prognosen zu-

folge mehr als die Hälfte der Berufsbilder verändern und mehr als die Hälfte aller Unternehmen durch neue ersetzt werden. Deshalb müssen Unternehmen sich schnellstens fit für die Industrie 4.0 machen. »Dabei muss es nicht immer der große Wurf sein, auch kleine Projekte können schnell Vorteile bringen«, so ten Hompel. Dies belege beispielsweise der im Fraunhofer IML entwickelte »Brainbutton«. Mithilfe Dutzender dieser cyberphysischen Systeme in Größe einer Münze, Bluetooth-Verbindung und zum Preis von 3,70 Euro lassen sich beispielsweise Materialflüsse in Logistikzentren in Echtzeit und ohne GPS-Technologie analysieren.







# 35 Jahre Fraunhofer IML

Das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML ist 1981 aus dem Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen an der Technischen Universität Dortmund hervorgegangen. Zunächst als Fraunhofer-Institut für Transporttechnik und Warendistribution itw gestartet, hat das mittlerweile weltweit größte Logistik-Institut in den vergangenen 35 Jahren die angewandte Logistikforschung maßgeblich geprägt. Mit industriellen Kooperationspartnern aller Unternehmensgrößen gehen aus annähernd 700 Projekten jährlich innovative Pilotlösungen hervor.

2005



2005



2007



2008



2008

2010

STARTSCHUSS FÜR DEN EFFIZIENZCLUSTER LOGISTIKRUHR



2011

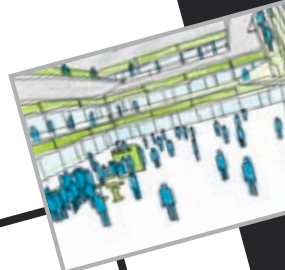


2010



2010

2012



2012



2013



2013



2013

Weitreichende Entwicklungen vom Internet der Dinge bis Industrie 4.0 hat das Institut entscheidend mitgeprägt. Die Spitzenforschung machen etwa 250 interdisziplinär arbeitende Wissenschaftler möglich. Nach den Institutsleitern Prof. Dr. Reinhardt Jünemann (1981 - 2000) und seinem Nachfolger Prof. Dr. Axel Kuhn (2000 - 2004) trägt seit 2004 Prof. Dr. Michael ten Hompel als geschäftsführender Institutsleiter die Verantwortung für das Fraunhofer IML. Prof. Dr. Michael Henke und Prof. Dr. Uwe Clausen vervollständigen heute die Institutsleitung. Durch diese Dreiteilung deckt das Institut das komplette Leistungsspektrum der Logistik ab – von der Intralogistik über die Unternehmenslogistik bis hin zum Bereich Transport, Verkehr und Umwelt.

Die Geschichte des Fraunhofer IML im Film:

<http://s.fhg.de/G6v>



1981

1981 GRÜNDUNG DES FRAUNHOFER IML



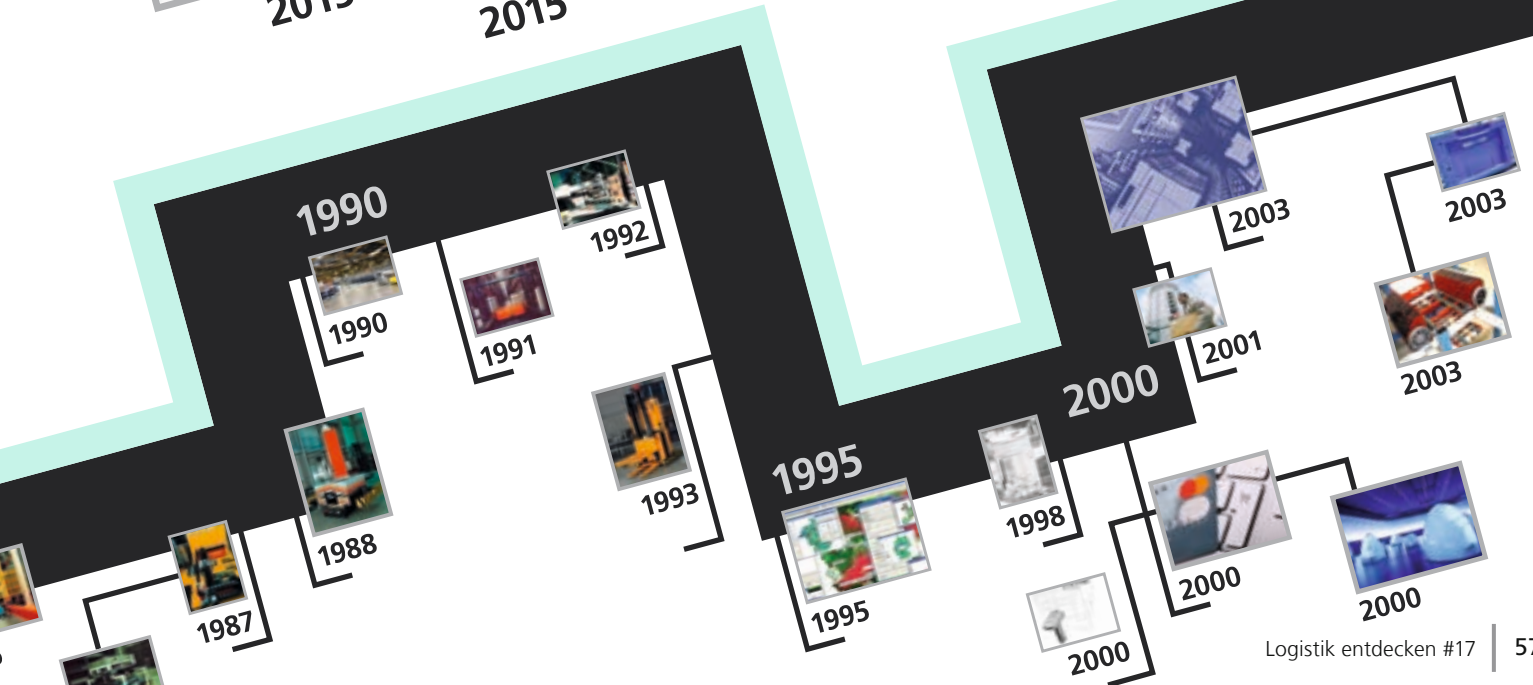
1986



# 2016



Der 2010 gebaute »LogistikCampus« mit Stiftungsprofessuren und einer Graduate School erweiterte das Spektrum der akademischen und berufsbegleitenden Bildung. Nach den bereits seit 1985 verfügbaren Werkstätten und Laboren, der 2005 eröffneten AutoID-Testumgebung »openID-center« und der 2011 eröffneten Forschungshalle für »Zellulare Fördertechnik«, machte das Fraunhofer IML im Juni 2016 den nächsten Schritt in Richtung Zukunft: die Eröffnung des neuesten Forschungslabors »Enterprise Lab Center«. Hier arbeiten die Wissenschaftler des Fraunhofer IML Hand in Hand mit Kooperationspartnern aus der Wirtschaft und können vom 3D-Druck bis zur Herstellung von Mikro-SMD-Schaltungen direkt vor Ort alle nötigen Fertigungsverfahren nutzen, um in Rekordzeit Prototypen zu entwickeln.



# FTS-FACHTAGUNG 2016

## FAHRERLOS AUF ERFOLGSKURS



Sie punkten vor allem mit ihrer Flexibilität: Fahrerlose Transportsysteme (FTS) sind im Kontext der vierten industriellen Revolution besonders gefragt. Darum fand die alle zwei Jahre vom Fraunhofer IML ausgerichtete FTS-Fachtagung in diesem Jahr unter dem Motto »FTS 4.0 – Fahrerlos auf Erfolgskurs« statt. Bei dem Branchentreffen konnten sich mehr als 220 Besucher und 29 Aussteller am 28. September 2016 über Best-Practice-Lösungen und Praxiserfahrungen rund um FTS informieren.

Das diesjährige Programm der seit 2012 vom Fraunhofer IML veranstalteten FTS-Fachtagung bot aufschlussreiche Einblicke in die FTS-Praxis: Anwender und Betreiber berichteten über ihre Erfahrungen mit Fahrerlosen Transportsystemen und stellten dabei auch technische Details der realisierten Lösungen vor – vom Distributionszentrum bis zum automatischen Käse-reifelager.

Den Auftakt zur Veranstaltung machte Prof. Dr. Michael ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IML, mit seinem Impulsvortrag »Schwärme(n) für die Logistik«. Dabei rückte er das Thema Software in den Fokus und gab sogleich die Richtung vor: Wer nicht selbst Software produziert, könne auch nicht innovativ mit diesem Werkstoff umgehen. Das gelte auch und vor allem für die Hersteller





von FTS, da es die Software sei, die die Fahrzeuge erst in Bewegung setze. Als Beispiel stellte ten Hompel die vom Fraunhofer IML entwickelte Stack Access Machine (SAM) vor (s. S. 20). Für solche Innovationen sei es unumgänglich, die notwendige Software selbst zu produzieren, appellierte ten Hompel.

Im Rahmen einer Podiumsdiskussion gingen Vertreter von Anbietern und das Publikum der Frage nach: »Die Zukunft des FTS – FTS der Zukunft: Was erwartet uns in den kommenden zehn Jahren?«. Die Teilnehmer waren sich einig, dass sich der FTS-Markt derzeit und in den nächsten Jahren so stark verändert wie nie zuvor. Ein besonderes Augenmerk lag dabei auch auf den Staplerherstellern: Angesichts des Trends zur Automatisierung sei es für diese ein Muss, beim Thema FTS ein Wort mitzureden. Wer das nicht tue, werde sich in zehn Jahren auf dem Markt schwer tun.

INFO

**WEITERE INFORMATIONEN UNTER:**  
<http://www.fts-fachtagung.org>





## Instandhaltung muss zur Smart Maintenance werden

Industrie 4.0 wird Geschäftsmodelle und Abläufe in Unternehmen stark verändern. Aus dem produktionsnahen Sektor getrieben, wird dabei meist ein entscheidender Aspekt übersehen: die industrielle Instandhaltung. Darum veranstaltet das Fraunhofer IML gemeinsam mit Vertretern aus der Forschung, von Unternehmen und Verbänden regelmäßig einen Runden Tisch zur Zukunft der Instandhaltung. Als strategisches Gremium



erstellt der Runde Tisch eine Roadmap für die Zukunft der Instandhaltung. Ziel ist es, den Industriestandort Deutschland fit für Industrie 4.0 zu machen und die Instandhaltung zur Smart Maintenance weiterzuentwickeln. Vor diesem Hintergrund kamen die Experten zu dem Ergebnis, erarbeitete Lösungsansätze künftig mit Hilfe von konkreten Anwendungsfällen umzusetzen, sogenannten Use Cases. So sollen einerseits Fälle entwickelt werden, um Produktionsanlagen für Industrie 4.0 aufzurüsten – und andererseits solche, die den Menschen für die Anforderungen der Smart Maintenance qualifizieren.



## Mobilitätsstudie für die Polizei Niedersachsen

Die Polizei Niedersachsen hat beim Fraunhofer IML eine Studie zur Mobilität der Polizei in Auftrag gegeben. Untersucht wird, wie sich die Rahmenbedingungen hierfür bis 2025 verändern werden, vor allem im Hinblick auf Kosten für Fahrzeuge und Kraftstoffe, neue Antriebstechnologien sowie Vernetzung und Digitalisierung. Die Studie identifiziert relevante Trends für die polizeiliche Mobilität, insbesondere die Fahrzeugflotte, und leitet daraus eine Prognose der Entwicklungen für Funkstreifenwagen in den kommenden zehn Jahren ab. Die Ergebnisse sollen der Polizei Niedersachsen als Grundlage für künftige Entscheidungen und Investitionsvorhaben im Hinblick auf einen zukunftsfähigen Fuhrpark dienen und weiteren Handlungsbedarf identifizieren. Erste Studienergebnisse liegen Anfang 2017 vor.



## Projekt »Leiser Hafen« gestartet

Möglichst leise und trotzdem logistisch effizient – das ist das Ziel des im Juni 2016 gestarteten Projekts »Leiser Hafen«. Dabei werden erstmals alle Prozesse und Lärmquellen am Hafenstandort Duisburg betrachtet. Am Ende soll eine stadtverträgliche Lösung stehen. Übergeordnetes Ziel des Projektes ist es, lärmvermeidende und -mindernde Maßnahmen unter Berücksichtigung der logistischen

Effizienz im Binnenhafen zu entwickeln und umzusetzen. So sollen Nutzungskonflikte minimiert, zukünftige Entwicklungspotentiale eröffnet und stadtverträgliche Lösungen für typische Konfliktthemen in der Hafen- und Stadtentwicklung aufgezeigt werden. Das Projekt wird aus Mitteln der EU-Kommission und des Programms ERFRE.NRW gefördert. Projektpartner des Fraunhofer IML sind der Duisburger Hafen, die Peutz Consult GmbH aus Düsseldorf sowie Schulten Stadt- und Raumentwicklung (SSR).

## Bedeutung der Logistik für das Land Nordrhein-Westfalen

Am 22. September 2016 ging es in einer Logistikfachtagung in Duisburg um »Die Bedeutung der Logistik für das Land Nordrhein-Westfalen«. Dort hat das Fraunhofer IML, vertreten durch Prof. Dr. Alex Vastag, gemeinsam mit Michael Groschek, NRW-Minister für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr, sowie NRW-Wirtschaftsminister Garrelt Duin und namhaften Vertretern des Ruhrgebiets diskutiert, wie sich eine bessere organisatorische und digitale Vernetzung der Verkehrsträger (Synchromodalität) in den kommenden Jahren als ein entscheidender Beitrag zur Verringerung der Verkehrsprobleme in NRW realisieren lässt. Hierbei wird das Fraunhofer IML wieder unterstützend tätig sein.



### Think Tank Einkauf 4.0

Das Fraunhofer IML und der BME e. V. haben gemeinsam den Think Tank »Einkauf 4.0« initiiert. Dem Fachgremium gehören neben Experten des Fraunhofer IML und des BME auch 15 CPOs namhafter deutscher Industrieunternehmen an. Darunter befinden sich unter anderem Firmenvertreter aus den Bereichen Automotive, Telekom, Luft- und Raumfahrt sowie dem Dienstleistungssektor. In Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft sollen ein anwendungsorientierter Handlungsrahmen sowie konkrete Maßnahmen und Hilfestellungen auf Basis zuvor identifizierter Handlungsfelder für den Einkauf erarbeitet werden. Dazu zählen »Technologie & Systeme« (u. a. Einsatz künstlicher Intelligenz, Chancen des 3D-Drucks für den Einkauf), »Organisation & Prozesse« (u. a. Einkauf als »information-powerhouse«), »Mensch & Management« (u. a. Einkauf als Schnittstelle im Unternehmen) und »Geschäftsmodelle« (u. a. Digitalisierung des Beschaffungsportfolios).

## Fraunhofer IML treibt Kooperationen in Irland voran

Die Expertise des Fraunhofer IML – insbesondere im Hinblick auf die Einführung von Industrie 4.0-Technologien – steht im Mittelpunkt weiterer Kooperationen mit Irland. Führende irische Forschungseinrichtungen planen, entsprechende Forschungsprojekte im Bereich Logistik und Produktion künftig gemeinsam mit dem Fraunhofer IML voranzutreiben. Für die nächste Runde des europäischen Forschungsrahmenprogramms Horizon 2020 ist unter anderem ein gemeinsamer Projektantrag geplant.







## Handbuch Industrie 4.0 Bd. 1

Mit der Neuauflage des erfolgreichen »Handbuch Industrie 4.0« wird die Geschichte der vierten industriellen Revolution fortgeschrieben und der Dynamik Rechnung getragen, mit der diese Vision in den vergangenen zwei bis drei Jahren weiterentwickelt und verwirklicht wurde. Mit einer guten Mischung aus wissenschaftlichen Erkenntnissen, Praxisbeispielen und Übersichtsbeiträgen beleuchtet das Buch verschiedene Facetten der Industrie 4.0 und schafft sowohl einen Überblick über den Stand der Technik als auch die Vision selbst. Thematisch reicht das Spektrum von Basistechnologien (z. B. cyberphysischen Systemen) über Integrations- und Migrationsansätze bis hin zu Geschäftsmodellen und Dienstleistungen. Zudem werden neben der Datensicherheit auch rechtliche Aspekte thematisiert. Die zweite Auflage wurde bearbeitet und erweitert, erscheint nun in 4 Bänden. Der erste Band umfasst die neuen und erneuerten Beiträge zur Industrie 4.0 in der Produktion.

► <http://s.fhg.de/WpS>

## Arbeiten in der digitalen Welt – Mensch - Organisation - Technik

Die mit der Digitalisierung der Arbeitswelt einhergehenden Herausforderungen und Chancen stehen im Mittelpunkt einer Publikation, die das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie sowie das Bundesministerium für Arbeit und Soziales gemeinsam zum Download zur Verfügung stellen. Digital vernetzte und autonom agierende Systeme drängen in die Arbeitswelt. Das verändert Prozessabläufe und Managementstrukturen und damit den Arbeitsplatz eines jeden Einzelnen. Neue Formen des Zusammenwirkens von Mensch und Technik stellen Herausforderungen, insbesondere für Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit dar. Es eröffnen sich neue Tätigkeitsfelder für die Beschäftigten – einschließlich erforderlicher Qualifikationsprofile. Zugleich ergeben sich vielfältige Perspektiven für Arbeitsorganisation und Arbeitsplatzgestaltung, die betrieblichen und sozialen Belangen gleichermaßen gerecht werden.



► <http://s.fhg.de/hxT>

## Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 – Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Der digitale Wandel kann und muss gestaltet werden. Die Qualifizierung der Mitarbeiter für die Industrie 4.0 spielt dabei eine entscheidende Rolle. In der Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 haben die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften acatech, das Fraunhofer IML und equeo zunächst den Status quo der Unternehmen bei der Umsetzung von Industrie 4.0 sowie die künftigen Kompetenz- und Qualifizierungsbedarfe der Betriebe erhoben – wobei vor allem die Bedarfe kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) im Fokus standen. Auf Basis dieser Befunde wurden Handlungsempfehlungen an Politik, Wirtschaft und Bildungsinstitutionen abgeleitet. Zudem wurde ein exemplarisches Konzept zur Kompetenzentwicklung erarbeitet, das Unternehmen eine Orientierung bietet und Optionen für die Qualifizierung aufzeigt.

► <http://s.fhg.de/kom>

## Technologie-Screening Handelslogistik – Perspektiven erkennen – Effizienz steigern

Welche Technologie eignet sich für welchen Prozess? Wie hoch werden die Nutzeneffekte eingeschätzt? Was sind die vielversprechendsten Ansätze? Das Buch »Technologie-Screening Handelslogistik« schafft eine pragmatische Grundlage für eine eigene Bewertung der Vor- und Nachteile von Technologien für den Einsatz in der Handelslogistik. Gleichzeitig sollen durch dieses Buch die Vorteile eines Einsatzes besser verdeutlicht und Hemmnisse beim Technologie-Einsatz abgebaut werden. Beleuchtet werden sowohl erprobte Technologien zur Effizienzsteigerung als auch innovative Technologien auf dem Weg zum Retail 4.0.

► <http://s.fhg.de/gn6>







12. – 13. SEPTEMBER 2017, DORTMUND

# ZUKUNFTSKONGRESS LOGISTIK

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



präsentiert von:



**Fraunhofer**

IML