

# LOGISTIKentdecken

Magazin des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund

#13



Topthema:

## INTERNET DER DINGE





Fraunhofer

IML

Joseph v. Fraunhofer Str. 2-4

Feuerwehrezufahrt



## 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,  
Mira Maria Fricke,  
Julian Jakubiak

Fotos:

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

Satz und Layout:

Julia Fischer

Druck und Verarbeitung:

Koffler+Kurz  
MedienManagement GmbH,  
Dortmund

# LIEBE FREUNDE DER LOGISTIK,

als die Vision von „denkenden Dingen“ und vom sich selbst steuernden Warenfluss auf den 22. Dortmunder Gesprächen erstmals detailliert vorgestellt wurde, klang dies nach Science-Fiction aus dem Elfenbeinturm der Wissenschaft. Heute, gut acht Jahre später, haben Regierungen und Unternehmen weltweit das „Internet der Dinge“ als einen zentralen Lösungsansatz für zukünftige Herausforderungen in der Versorgung von Menschen mit Waren des täglichen Bedarfs erkannt. In Europa, den USA und Asien wird mit Hochdruck an der Vision gearbeitet und Unternehmen sowie Forschungseinrichtungen, die sich dem Thema und seinen Teilaspekten verschrieben haben, werden massiv gefördert. Allein China will bis 2015 zehn industrielle Sonderzonen sowie 100 Unternehmen mit Kerntechnologien etablieren. Auch in der Medienlandschaft ist das Thema angekommen und gewinnt zusehends an Bedeutung in der öffentlichen Wahrnehmung. Alles in allem eine Entwicklung, die uns in Dortmund sehr hoffnungsvoll stimmt und uns natürlich auch ein klein wenig Stolz macht!

Bereits Ende der 1990er Jahre hat sich das Fraunhofer IML unter Federführung unseres Institutsleiters Prof. Dr. Michael ten Hompel klar dem Ziel verschrieben, die Vision vom „Internet der Dinge“ intensiv voranzutreiben. 2005 haben wir mit dem openID-center, einer Integrationsplattform für „Internet der Dinge“-Technologien – wie Radio-Frequenz-Identifikation (RFID), künstliche Intelligenz oder Energy Harvesting – den Grundstein dafür gelegt, diese Technologien in die Praxis zu bringen. Dies ist uns so erfolgreich gelungen, dass wir heute an der Spitze der „Internet der Dinge“-Forschung stehen. Grund genug, unsere Arbeit auf diesem Gebiet in unserer Kongressausgabe zum 30. Jubiläum der Dortmunder Gespräche genauer vorzustellen:

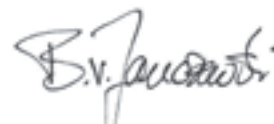
Von großen EU-Projekten wie „Internet of Things-Architecture“ (IoT-A) für grundlegende Standards in den verwendeten Technologien, über Forschungsprojekte mit Industriepartnern für mitdenkende Luftfrachtcontainer oder ganze Palettenkreisläufe bis hin zum ersten wirklich intelligenten Behälter „inBin“ – im Schwerpunkt „Internet der Dinge“ zeigen wir, wie es unseren Wissenschaftlern gelingt, die Dinge intelligenter zu machen und bereits komplette sich selbst steuernde Prozesse zu testen. Auch bei unserem Schwarmversuch gehen wir beispielsweise mit 3-D-Sensoren in die nächste Forschungsphase. Mitdenkende Dinge sind also längst keine Zukunftsvision mehr, und mit dem wachsenden Gebrauch von Smartphones im täglichen Leben ist das Internet bereits ständiger Begleiter in der Hosentasche. Die Grundlagen sind also gelegt. Jetzt wird es in der Arbeit an unserem Institut immer stärker darum gehen, die Technologien zusammenzuführen!

Dies gilt übrigens nicht nur für das Internet der Dinge! Das Zusammenführen von Technologien, Kompetenzen und Know-how aus allen Bereichen der Gesellschaft wird entscheidend sein für unsere Zukunft. Daher ist es natürlich auch kein Zufall, dass die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) auf dem „Zukunfts-

kongress Logistik – 30. Dortmunder Gespräche“ ihr Thesepapier „Menschen und Güter bewegen – Integrative Entwicklung von Mobilität und Logistik für mehr Lebensqualität und Wohlstand“ vorstellt, an dessen Erarbeitung das Fraunhofer IML maßgeblich beteiligt war. Zentrales Ziel war es, die entscheidenden Weichenstellungen zu identifizieren, die Politik und Wissenschaft dringend unternehmen müssen, um auch in Zukunft Mobilität und Individualität sicherzustellen und gleichzeitig Ressourcen zu sparen. Entstanden ist ein fundierter Maßnahmenkatalog, der hoffentlich ein entscheidender Impuls ist, die ökologischen und ökonomischen Chancen zu nutzen, die darin für uns alle und nicht zuletzt für den Wirtschaftsstandort Deutschland liegen. Einen ersten Einblick in die Zukunftsszenarien und Handlungsempfehlungen der renommierten Wissenschaftsakademie finden Sie im Themenschwerpunkt „Zukunft der Logistik“. Dort stellen wir zudem unsere Arbeit im Forum „Waterborne“ der Fraunhofer-Allianz Verkehr vor. Der Verbund aus unterschiedlichen Fraunhofer-Instituten arbeitet unter Vorsitz des Fraunhofer IML speziell an der Zukunft der maritimen Logistik – von Offshore-Projekten bis hin zur Rohstoffgewinnung am Meeresgrund. Ein weiterer Baustein, um für die Megatrends der Zukunft gerüstet zu sein.

Zukunftsthemen wie Energieeffizienz sowie mehr Lebensqualität stehen in dieser Ausgabe auch im Mittelpunkt der Schwerpunkte „Intralogistik“ und „Verkehrslogistik“. Neben Möglichkeiten zur Reduzierung von Lärmbelästigung im Eisenbahnverkehr und Energiesparpotenzialen in Logistik und Produktion stellen wir Ihnen hier auch Projekte zu mehr Sicherheit von Mensch und Ware vor. Ein weiteres spannendes Highlight bildet das Projekt „Elmo – Elektromobile Urbane Wirtschaftsverkehre“, das erst kürzlich von der Bundesregierung zum Leuchtturmprojekt ernannt wurde. Selbstverständlich werden uns diese Zukunftsthemen auch auf den Veranstaltungen „FTS-Fachtagung“ und dem „ISTA-Symposium“ im Herbst begleiten. Darüber hinaus arbeitet die Institutsleitung gemeinsam mit unseren Wissenschaftlern bereits an den nächsten Forschungsk Kooperationen und an neuen themengebundenen Labs in Zusammenarbeit mit Industriepartnern. Mehr dazu wird noch nicht verraten, aber eines ist sicher: Die Zukunft bleibt spannend!

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre der Kongressausgabe zum 30. Jubiläum der Dortmunder Gespräche.



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





# INHALT

## LOGISTIK ENTDECKEN #13

### ALLGEMEINES



VORWORT	3
IMPRESSUM	2
NOTIZEN	48

### TOPTHEMA: INTERNET DER DINGE



DAS INTERNET DER DINGE	6
EIN GEMEINSAMES FUNDAMENT	8
UNSERE FORSCHUNGSHALLEN	10
ZELLULARE FÖRDERTECHNIK 2.0	12
WELTWEIT UNTER KONTROLLE	14
PALETTEN IN DER CLOUD	16
DIE DINGE FANGEN AN ZU DENKEN	18
EIN FTF FÜR ALLE FÄLLE	20
LASTAUFNAHME FÜR SCHWARMSYSTEME	21

### ZUKUNFT DER LOGISTIK



MOBILITÄT UND LOGISTIK	22
LOGISTISCHE ZUKUNFTSTRÄUME	24



## INTRALOGISTIK



VOM AUTOMATISCHEN KLEINTEILELAGER IN DEN BRIEFKASTEN	26
FTS-FACHTAGUNG	28
WMS DATENBANK EROBERT EUROPA	30
360° IT-PROJEKTE – VON DER AUSSCHREIBUNG BIS ZUR VERTRAGSGESTALTUNG	32
ISTA-SYMPOSIUM IN NEUER „VERPACKUNG“	34
ENERGIESPAREN IN LOGISTIK UND PRODUKTION	36

## VERKEHRSLOGISTIK



TRANSPORTER UNTER STROM	38
SICHER ANS ZIEL	40
ZUKUNFT AUF LEISEN „SOHLEN“	42
ZUKUNFTSSTRATEGIE FÜR DEN DORTMUNDER HAFEN	44
WINDMESSUNG IM ABGASSTRAHL ROLLENDER FLUGZEUGE	46

## Das Internet der Dinge – die Zukunft und Gegenwart der Logistik

Eine riesige Auswahl an zum Teil sehr individuell gestalteten Produkten soll heute möglichst kostengünstig und mit kurzen Lieferzeiten den Weg zum Verbraucher finden. Daraus ergeben sich komplexe logistische Herausforderungen, die durch zunehmende internationale Verflechtung und steigende Einwohnerzahlen in Ballungsräumen immer vielschichtiger und schwerer koordinierbar werden. Ohne das Internet der Dinge werden Lieferketten daher in Zukunft nur schwer beherrschbar sein. Kein Wunder also, dass diese Vision derzeit weltweit an Fahrt aufnimmt.

Besonders an die Intralogistik werden damit besondere Ansprüche gestellt, die mit den heutigen Materialflusssystemen, die auf genaue Planung und eine zentrale Steuerung abzielen, nicht bewältigt werden können. Gefragt ist daher eine logistische Lösung, die flexibel und unmittelbar auf die Komplexität und die schneller werdende Dynamik der Welt reagieren kann. Das „Internet der Dinge“, der Warenfluss, der sich selbst steuert, könnte diese Lösung sein. Dies wird zusehends auch international erkannt. Allein China will bis 2015 zehn industrielle Sonderzonen sowie 100 Unternehmen mit Kerntechnologien rund um das Internet der Dinge etablieren. Auch die EU-Kommission treibt die Vision massiv als strategisches Thema voran.

Kaum etwas hat die Welt in den letzten Jahren so revolutioniert wie das Internet. Die Struktur des World Wide Web ist dabei von Grund auf dezentral. Informationen sind jederzeit von überall abrufbar, es existiert nahezu uneingeschränkte Kommunikation und die Datenpakete werden je nach Auslastung flexibel an ihr Ziel gebracht. Genau diese Prinzipien sollen auch im „Internet der Dinge“ gelten. Der einzige Unterschied: es werden reale Waren verschickt.

Die Basistechnologie zur Umsetzung ist nicht neu und zum Teil schon seit Jahren im Gebrauch. Radio-Frequenz-Identifikation (RFID) wird bereits in Zugangskarten großer Unternehmen, Wegfahrsperrern für Kraftfahrzeuge oder dem neuen Personalausweis eingesetzt. Dies geschieht über einen kleinen RFID-Tag, der am jeweiligen Gegenstand befestigt wird und Informationen zur Identifikation speichert. RFID hat den Materialfluss grundlegend verändert, indem es mehr als nur ID-Informationen der jeweiligen Ware speichert und damit jeden Gegenstand in der Supply Chain zu einem intelligenten Ding macht, das sich im „Internet der Dinge“ selbstständig seinen Weg suchen kann.

Der an der Ware mitgeführte RFID-Tag enthält dafür nicht nur Informationen zur Identifikation, sondern auch zur Feststellung des Zustands (z.B. Temperatur), des zurückgelegten Wegs, des Ziels und der jeweiligen Lieferpriorität. Zudem können die gespeicherten Informationen jederzeit angepasst werden, sollte sich das Ziel oder die Priorität ändern. Eine Ware könnte damit ihren Transport innerhalb des Unternehmens an einen Ort anfordern, wo eine bestimmte Aktion vorgenommen wird, und anschließend den Weitertransport an einen weiteren Ort. Agenten (Programme) in RFID-Readern, die an strategischen Punkten platziert sind, bewerten die Prioritäten, kommunizieren mit den Agenten in ihrer Umgebung und fällen auf Grundlage dieser Informationen autonom Entscheidungen. So können Vorfahrtsregeln umgesetzt, Reihenfolgen gebildet und Überlastungen durch Umleitungen vermieden werden. Warenstaus und Verzögerungen im Materialfluss sollen damit der Vergangenheit angehören. Ein weiterer Vorteil ist die hohe Robustheit einer solchen Anlage. Durch die Aufteilung in viele einzelne Module sind die Auswirkungen eines Ausfalls lokal begrenzt und Reparaturen verhältnismäßig einfach zu vollziehen.

### Flexibilität durch Kommunikation

Diese Vorteile will sich das „Internet der Dinge“ zu Nutze machen. Mithilfe der „intelligenten“ Dinge soll die Logistik weitgehend dezentral nach dem „Real World Awareness“-Prinzip funktionieren, d. h. das System folgt keiner vorgegebenen Prozesskette, sondern der logistische Prozess entsteht während der Laufzeit. Größtmögliche Flexibilität und Adaptabilität werden damit durch die Kooperation einer Vielzahl autonomer logistischer Objekte gewährleistet.

Am Ende der Vision steht der sich selbst steuernde Warenfluss, den der Verbraucher beispielsweise vom Sofa aus mit einer Bestellung über sein Smartphone auslöst.





Schon 2005 hat die Fraunhofer-Gesellschaft als führende Forschungsorganisation Europas das Thema RFID und „Internet der Dinge“ zu einem ihrer 12 Topthemen benannt, was die Relevanz, heute und in Zukunft, noch einmal unterstreicht. Federführend wird die Initiative vom Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML vorangetrieben, das die verschiedensten Komponenten dieser Vision bereits in zahlreichen Forschungsprojekten auf ihre Umsetzbarkeit untersucht hat und mit Hochdruck an innovativen Weiterentwicklungen arbeitet.

Dabei wird verstärkt an Projekten gearbeitet, die nicht nur die In-  
tralogistik von RFID und dem „Internet der Dinge“ profitieren lassen. In immer größerem Maßstab wird bereits an der Umsetzung von unternehmensübergreifenden, teilweise sogar internationalen, sich selbst steuernden Materialflüssen gearbeitet. Wurden bisher in der Praxis nur einzelne Prozessschritte an einem Standort automatisiert, werden nun alle am Objekt auftretenden Ereignisse strukturiert und integriert, um den gesamten Geschäftsprozess unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten automatisiert zu optimieren. Dabei werden Technologien für Unternehmensanwendungen entwickelt, welche die komplette Supply Chain von Anfang bis Ende über das „Internet der Dinge“ planen.

In Zukunft sollen intelligente und vernetzte Produkte ihre Erkenntnisse während der gesamten Lieferkette eigenständig kommunizieren, um sie gegebenenfalls an veränderte Bedingungen anzupassen. So könnte eine verspätete Lieferung auf ein anderes Flugzeug umgebucht oder ein Lkw entsprechend umgeleitet werden und einen anderen Flughafen ansteuern. Zudem entfallen durch die automatische RFID-Pulk-Erfassung arbeitsaufwendige Prozesse wie z.B. das Scannen der einzelnen Packstücke (vgl. in dieser Ausgabe die Projekte DyCoNet und SmarTI auf S.14 bzw. S.16)

Eine Herausforderung im „Internet der Dinge“ ist nach wie vor die Energieversorgung der RFID-, GSM/UMTS- oder GPS-Komponenten. Um eine ausdauernde und zuverlässige Energieversorgung zu gewährleisten, wird daher am Fraunhofer IML in verschiedenen Projekten intensiv an „Micro Energy Harvesting“ - Energie die direkt am Objekt erzeugt wird - gearbeitet. Ziel ist es, verschiedenste

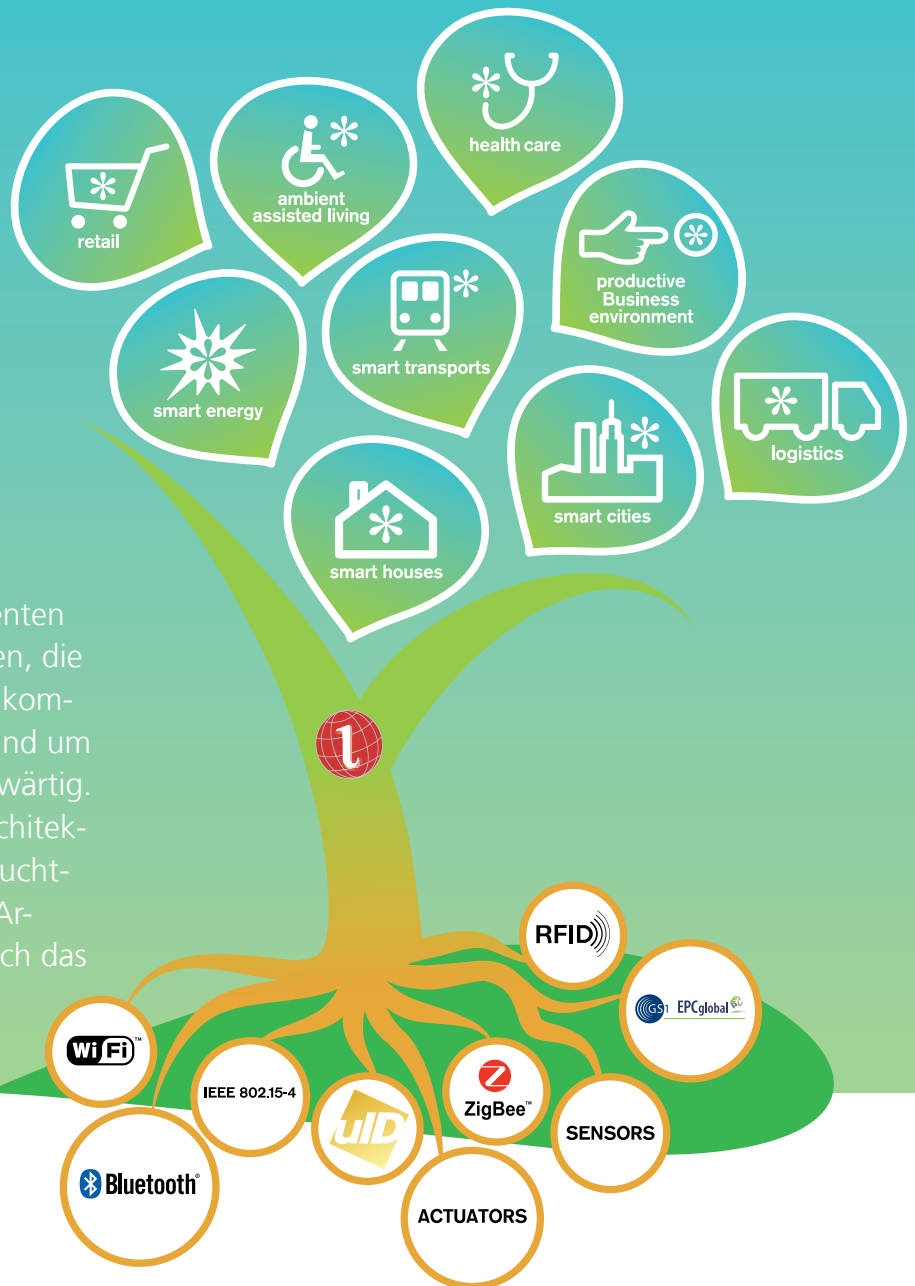
Umwelteinflüsse am Produkt in Energie umzuwandeln und für die entsprechenden Komponenten nutzbar zu machen. Quellen für die Energieumwandlung könnten z.B. kinetische Energie sein, die beim Zusammendrücken zweier Quarzmetallplatten am Träger entsteht, oder Vibrationen, die mit entsprechenden Materialien in elektrische Energie umgewandelt werden. Denkbar wäre zudem eine mit Solarenergie betriebene Komponente oder die Nutzung von Temperaturunterschieden während des Transports als Stromlieferant. Ebenso könnten elektromagnetische Wellen von WLAN-Verbindungen zur Energiegewinnung genutzt werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt in der Forschung ist die Datensicherheit. Um diese zu gewährleisten ist es dringend notwendig, dass Hersteller und Anwender enger zusammen arbeiten und gemeinsam Lösungen entwickeln. Die europäische Kommission hat ihrerseits ebenfalls eine Arbeitsgruppe ins Leben gerufen, die sich mit der Problematik auseinander setzen soll (Projekt IoT-A, s. S.8).

### Die Verbindung zweier Welten

In der konsequenten Weiterentwicklung der Vision „Internet der Dinge“ könnte zukünftig jeder Gegenstand des realen Lebens einen Kleinstcomputer mit Informationen und der Möglichkeit, sich Zugang zu einem Netzwerk wie beispielsweise dem Internet zu verschaffen, enthalten. Damit überwände das „Internet der Dinge“ den Bruch zwischen der realen und der digitalen Welt. Das Supermarktregal füllt sich eines Tages vielleicht selbstständig auf, indem es seinen Warenbestand überprüft und, wenn nötig, Bestellungen aufgibt. Überschüssige Waren im Lager gäbe es damit nicht mehr. Warenwege und Ursprungsort von Lebensmitteln könnten mithilfe des RFID-Tags genau bestimmt werden. Eine Möglichkeit, die besonders bei Lebensmittelskandalen eine Hilfe sein kann.

Das „Internet der Dinge“ wird in jedem Fall die gesamte Welt und nicht nur die Logistik nachhaltig verändern. Die laufenden wie abgeschlossenen Projekte des Fraunhofer IML, von denen diese Ausgabe einige vorstellt, zeigen ein enormes Potenzial und eine machbare Umsetzung. Das Fraunhofer IML wird auch weiterhin eine tragende Rolle in diesem Prozess übernehmen und die bereits realisierten Konzepte ständigen Weiterentwicklungen unterziehen.



Ein globales Netzwerk von intelligenten Geräten, Gegenständen und Dingen, die miteinander und mit ihrer Umwelt kommunizieren können – Forschung rund um das Internet der Dinge ist allgegenwärtig. Mit einer umfassenden Referenzarchitektur befasst sich das europäische Leuchtturmprojekt „Internet of Things – Architecture“ (IoT-A), an dem sich auch das Fraunhofer IML beteiligt.



## Ein gemeinsames Fundament

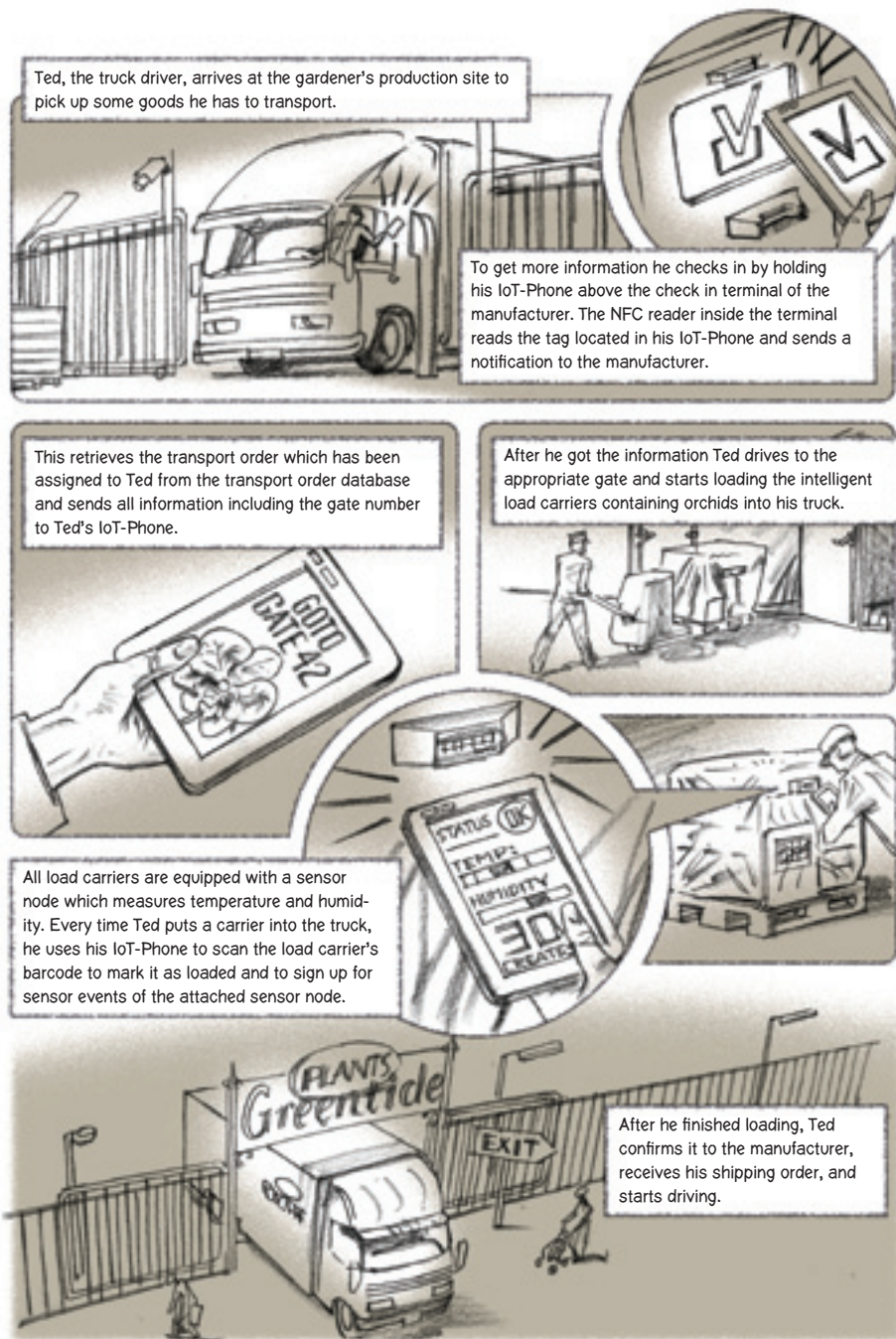
Das länderübergreifende Projekt IoT-A versucht mithilfe von Schlüsselbausteinen eine gemeinsame Grundlage zu schaffen, um Technologien und Lebensbereiche, in denen zukünftig das „Internet der Dinge“ zum Einsatz kommen soll, miteinander zu verknüpfen. Auf der Anwendungsseite stehen Bereiche wie „Smart Energy“, „Retail“, „Healthcare“ und „Logistics“. Auf der technologischen Seite stehen Standards zu Sensortechniken und RFID. Ziel des Projekts ist es, weg von Insellösungen hin zu einer gemeinsamen Referenzarchitektur für das „Internet der Dinge“ zu kommen.

In diesem Zusammenhang werden in verschiedenen Unterprojekten Leitfäden erstellt und mithilfe von Simulationen und Prototypen die Auswirkung des Technikdesigns untersucht. Wichtig für ein grenzenlos funktionierendes „Internet der Dinge“ ist die Kompatibilität sämtlicher Systeme und Technologien. Auch die

Objekte an sich müssen miteinander kommunizieren können, sodass Übersetzungsmechanismen nötig sind, um technologiespezifische Grenzen zu überwinden. Zudem sind Datensicherheit und Schutz von persönlichen Daten weitere Schwerpunktthemen in der Forschung.

Das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML ist eine der 19 Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen, die sich am Aufbau der grundlegenden Referenzarchitektur beteiligen. In Forschungsprojekten beschäftigen sich die Wissenschaftler des Instituts insbesondere mit den Bereichen „Logistics and Retail“ und „eHealth“. In einem ersten Schritt wurden Simulationen in Form von Anwendungsfällen aufgestellt. Diese sollen dazu dienen, Basiskomponenten auf technologischer Seite zu entwickeln.





und startet die Sensoraufzeichnung für den Transport. Am Supermarkt angekommen, übergibt Ted die aufgezeichneten Sensordaten zusammen mit dem Lieferschein an den Marktleiter. Der überprüft nun, ob die Ware auf dem Transport beispielsweise zu hohen Temperaturen oder anderen schädlichen Umwelteinflüssen ausgesetzt war, und passt eventuell den Verkaufspreis aufgrund niedriger Warenqualität an.

Roberts Tochter Salomé, die Kunde im Supermarkt ist, nutzt ihr IoT-Phone als Einkaufsassistent. Ihre vorherigen Einkäufe werden vom Smartphone aufgezeichnet und sie kann via Nahfeld-Kommunikation Informationen über die Waren im Supermarkt aufrufen, darunter auch die Sensorinformationen aus der Transportkette. Der Einkaufsassistent weist sie zudem auf Sonderangebote hin. Später erhält sie eine Nachricht, dass ihr Vater Robert ein Medikament benötigt, gleichzeitig wird der Standort der nächsten Apotheke eingeblendet. An der Apotheke angekommen, wird ihre HealthID ausgelesen, diese beinhaltet unter anderem die Erlaubnis, das Medikament für Robert zu erwerben.

### Internationaler Dialog

Auf der IoT-Week in Venedig vom 18. bis 22. Juni 2012 zeigte Fraunhofer IML-Projektleiter Dipl.-Inform. Martin Fiedler dem internationalen Fachpublikum aus Europa, China und den USA die ersten, auf Basis des IoT-A-Referenz-Modells erstellten Demonstratoren. In Zusammenarbeit mit SAP Research und IBM konnte das Fraunhofer IML so sein Know-how im Bereich intelligenter Ladungsträger darstellen. Mithilfe der intelligenten Container aus dem „Internet der Dinge“-Projekt DyCoNet (s. S.14) ist es beispielsweise möglich, über die gesamte Transportkette Sensordaten aufzuzeichnen, die von einem Verantwortlichen zum nächsten gegeben werden.

Das im September 2010 gestartete Projekt wird während seiner dreijährigen Laufzeit mit knapp zwölf Millionen Euro aus dem Siebten Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union gefördert. Das Gesamtvolumen des Projekts beträgt rd. 19 Millionen Euro. Die Projektleitung liegt bei der VDI/VDE Innovation und Technik GmbH aus Berlin. Als EU-Leuchtturmprojekt steht es bis zum Abschluss im Jahr 2013 im besonderen Fokus der EU-Kommission.

### Health-Monitoring per IoT-Phone

„Day in a Life“ nennen sich die Simulationen, die anhand einer fiktiven Geschichte die Anwendungsmöglichkeiten des „Internet der Dinge“ beschreiben. Da gibt es auf der „eHealth“-Seite zum Beispiel die Geschichte des Diabetikers Robert. Er besitzt ein sogenanntes IoT-Phone, ein Smartphone, das mit dem „Internet der Dinge“ verbunden ist. Jeden Morgen erinnert ihn sein IoT-Phone, verschiedene Messungen zu seinem Gesundheitszustand vorzunehmen, darunter beispielsweise eine Blutzuckeranalyse. Sein Insulinvorrat zuhause ist ebenfalls mit seinem Smartphone verknüpft. Sobald eine neue Bestellung in der Apotheke nötig wird, alarmiert es ihn und seine Tochter Salomé. Als Robert einen Autounfall hat, werden automatisch Personen nahe dem

Geschehen und das am nächsten liegende Krankenhaus alarmiert. Dort erfolgt dank Roberts IoT-Phone und der Daten über seinen allgemeinen Gesundheitszustand eine schnelle und an ihn angepasste Versorgung, die im Einklang mit seinen regelmäßig eingenommenen Medikamenten steht.

Im Anwendungsfall „Logistics and Retail“ benutzt der Lkw-Fahrer Ted sein IoT-Phone, um möglichst zeiteffizient seine Ladung bei einem Unternehmen aufzunehmen. Das IoT-Phone gibt ihm den Standort und die Art der Sendung durch, die diesmal aus drei Paletten Orangen besteht. Beim Verladen scannt er mit dem Smartphone die aufgeladene Palette und bekommt dadurch Kontakt zur an der Ladungseinheit verbauten Sensorik. Er registriert die Ware als verladen



# Internet der Dinge

Die Keimzelle des Internet der Dinge am Fraunhofer IML  
Unsere Forschungshallen



## OpenID-Center

Mit dem OpenID-Center stellt das Fraunhofer IML schon seit April 2005 eine offene Plattform zur Verfügung, auf der Materialflusssysteme, Identifikations- und Lokalisierungssysteme sowie Software entwickelt und getestet werden. Auf über 1.500 Quadratmetern stehen dazu 15 Exponate zu Forschungszwecken bereit, die alle einem Ziel dienen: die Vision vom Internet der Dinge Wirklichkeit werden zu lassen. An förder- und lagertechnischen Anlagen wird der Einsatz unterschiedlichster RFID-Komponenten für den innerbetrieblichen, automatisierten Materialfluss unter Realbedingungen getestet. In Industrieprojekten steht neben Leistungstests und der Umsetzung der RFID-Hardware auch die Systemintegration von Software im Fokus. Das OpenID-Center entstand über fünf Jahre in einem gleichnamigen Forschungsprojekt mit der Unterstützung von über 50 Partnerinstitutionen und -unternehmen. Unter der Leitung von Dipl.-Inform. Alexander Hille arbeiten ca. 15 Mitarbeiter aus drei Abteilungen im OpenID-Center. Im Juli 2011 ist die Forschungshalle im Rahmen des Wettbewerbs „365 Orte im Land der Ideen“ als ausgewählter Ort ausgezeichnet worden.

### Zahlen / Daten / Fakten

**Leiter:** Alexander Hille

**Größe / Grundfläche:** 1.500 m<sup>2</sup>

**Anzahl der Exponate / Fahrzeuge:** Rund 15 Exponate, Fahrzeuge und Innovationen

**Anzahl der beschäftigten Mitarbeiter:** Ca. 15 Mitarbeiter aus 3 Abteilungen

**Eröffnung:** 2005 (Modernisierung: 2011)

**Besonderheiten:** Die einzige offene Integrationsplattform für AutoID-Technologien







# ZFT-Halle

## Zahlen / Daten / Fakten

**Leiter:** Andreas Kamagaew, stellv. Jonas Stenzel

**Größe / Grundfläche:** 1.000 m<sup>2</sup>

**Anzahl der Exponate / Fahrzeuge:** 50 Fahrzeuge + 2 bis 5 Experimentierfahrzeuge

**Anzahl der beschäftigten Mitarbeiter:** Ca. 10 Mitarbeiter aus 2 Abteilungen

**Eröffnung:** 22. Juni 2011

**Besonderheiten:** Europaweit größtes Experiment künstlicher Intelligenz in der Intralogistik

Seit Juni 1 steht dem Fraunhofer IML die 1.000 Quadratmeter große Forschungshalle für „Zellulare Fördertechnik“ (ZFT) zur Verfügung. In den kommenden Jahren soll hier erforscht werden, inwieweit „Schwarmintelligenz“ in der Logistik genutzt werden kann. Die Halle simuliert dazu ein komplettes Lagerzentrum, in dem sich rund 50 Fahrerlose Transportfahrzeuge autonom bewegen und damit massiv aufgebaute Stetigfördertechnik ersetzen. Die intelligenten und miteinander vernetzten Fahrzeuge führen Transporte von einem Hochregallager zu Arbeitsstationen aus. Sie suchen sich dabei eigenständig ihre Tätigkeiten und Routen, sodass Aufgaben optimal verteilt werden. Durch die Koordination untereinander und die völlig freie Beweglichkeit im Raum ist der Materialfluss in höchstem Maße flexibel. So kann auch auf unvorhersehbare Ereignisse bestmöglich reagiert werden und logistische Prozesse können energiesparend und effizient angepasst werden. Das Forschungsprojekt rund um die ZFT-Halle ist das europaweit größte Experiment zu künstlicher Intelligenz in der Logistik.

Unter der Leitung von Dipl.-Ing. Andreas Kamagaew arbeiten rund zehn Mitarbeiter aus zwei Abteilungen in der ZFT-Halle. Im Juni 2012 wurde das Forschungsprojekt „Schwarmintelligenz für die Fördertechnik“ im bundesweiten Wettbewerb „365 Orte im Land der Ideen“ als ausgewählter Ort ausgezeichnet.





## Zellulare Fördertechnik 2.0

Die preisgekrönte Zellulare Fördertechnik und das Prinzip der Schwarmintelligenz werden die Intralogistik revolutionieren. Das ist sicher. Doch jetzt statten die Forscher des Fraunhofer IML die fahrerlosen Transportfahrzeuge mit 3-D-Sensoren aus – und wagen damit bereits den nächsten Schritt in die Zukunft. Ihr Ziel: die Zellulare Fördertechnik 2.0.

„Von Ameisen lernen.“ Seit über einem Jahr begleitet dieser Leitsatz die Wissenschaftler des Fraunhofer IML bei ihrer täglichen Arbeit. Seitdem versuchen sie, das genial einfache Konzept der Schwarmintelligenz aus dem Tierreich auf die Logistik zu übertragen. Insgesamt 50 fahrerlose Transportfahrzeuge suchen sich selbständig ihre Aufgaben und ihren Weg durch die 1000 Quadratmeter große Forschungshalle für Zellulare Fördertechnik (ZFT), die ein komplettes Lagerzentrum simuliert. Logistische Versorgungsketten sollen damit möglichst flexibel und energiesparend gestaltet werden – so wie es die kleinen Insekten vormachen.

Die Technologie befindet sich noch in den Schuhen der Forschungsphase. Trotzdem denkt das Forscherteam „Automation und eingebettete Systeme“ unter der Leitung von Dipl.-Ing. Andreas Kamagaew bereits an den nächsten Schritt in die Zukunft der künstlichen Intelligenz: den Einsatz von 3-D-Sensoren für die fahrerlosen Transportfahrzeuge, den sie im Forschungsprojekt „Netzwerkbasierter Sensorfusion für einen Fahrzeugswarm in der Intralogistik“ (NetSensLog) bereits erprobt haben.

Bisher basiert die Technologie auf 2-D-Laserscannern. Das Erfassen der Umgebung in nur zwei Dimensionen birgt jedoch viele Probleme. 2-D-Sensoren verfügen nur über eine eingeschränkte

vertikale Sicht und können somit nicht den ganzen Raum erschließen. „Mit der 2-D-Technologie sind nicht alle Objekte unterscheidbar. Aufgrund der fehlenden Tiefensicht kann sie zum Beispiel nicht zwischen einem Tisch und einem Menschen unterscheiden“, erklärt Jonas Stenzel, einer der Betreuer des Projektes. Desweiteren erfasse der Laserscanner seine Umgebung nur in einer Höhe, sodass er etwa das Bein eines Menschen als Hindernis identifiziert, ihm dann aber theoretisch über den Fuß fahren könnte.

### Kameras aus der Xbox

Derartige Probleme sollen die 3-D-Sensoren nun endlich beseitigen. Dazu setzen die Forscher zwei verschiedene Kameras ein: Die von Microsoft speziell für die Xbox 360 entwickelte Kinect ist aufgrund ihres niedrigen Preises ideal für die Forschungsphase. Für den industriellen Einsatz ist sie allerdings nicht zugelassen. Darum erprobt das Team um Kamagaew zusätzlich den Einsatz von „Photomischdetektor“ (PMD)-Kameras, die zwar teurer, dafür aber für den industriellen Einsatz zugelassen sind. PMD-Kameras leuchten Messobjekte in ihrer Umgebung mit Lichtimpulsen an und messen dann die Signallaufzeit, aus der sie wiederum die Entfernung zwischen Kamera und Objekt errechnen.

Die zusätzliche Dimension der Kameras ist nicht der einzige Vorteil.



Denn im Gegensatz zu 2-D-Laserscannern können sie Farb- und Tiefenbilder produzieren. Mithilfe der Farbbilder ist es nun etwa möglich, ein Objekt nicht nur als „Kiste“ zu identifizieren, sondern auch zwischen roten und blauen Kisten zu unterscheiden – ein großer Vorteil, wenn etwa die unterschiedlichen Farben der Kisten für verschiedene Produkte stehen, die sie beinhalten.

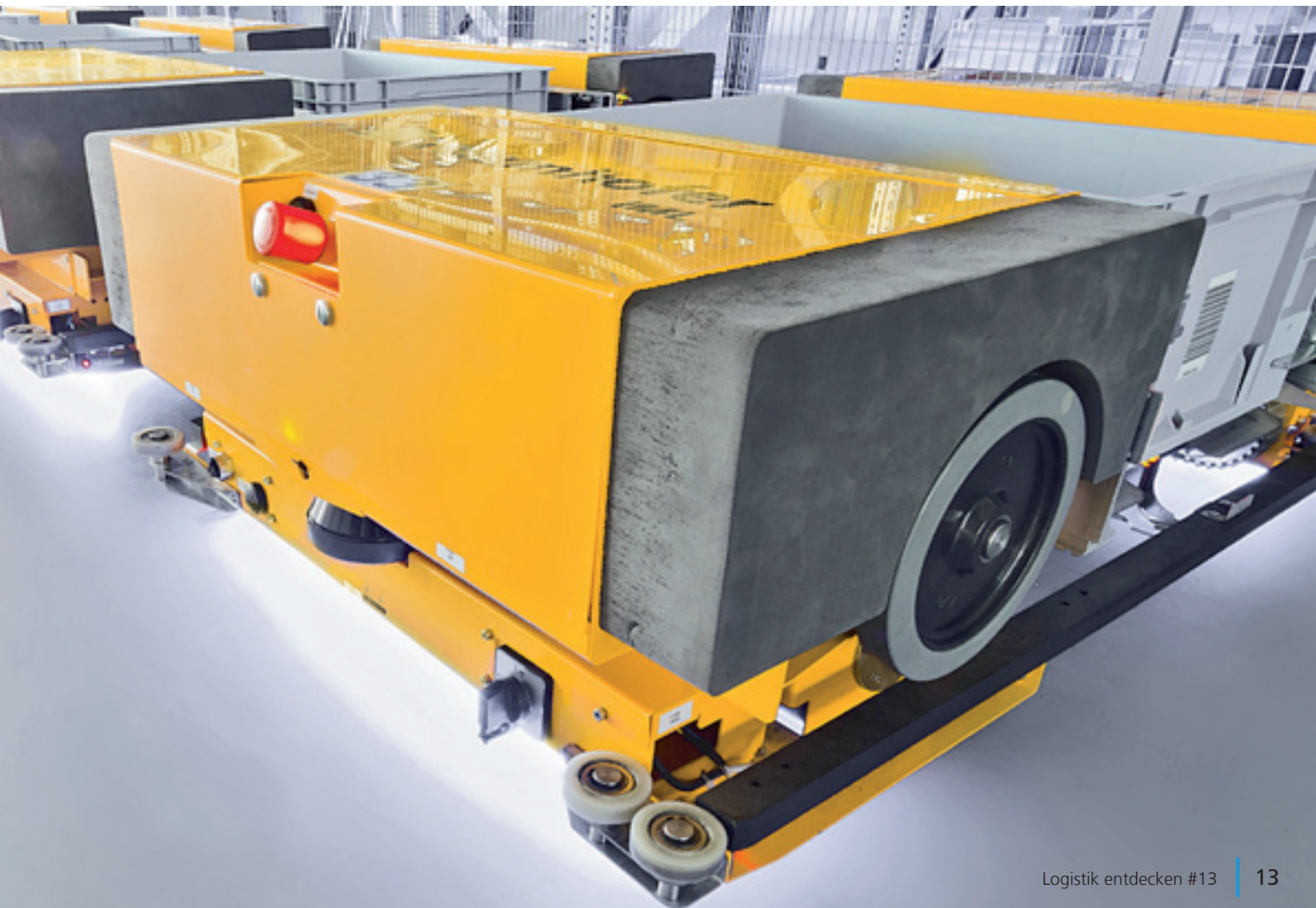
Doch wie identifiziert das fahrerlose Transportfahrzeug ein Objekt als statisches Hindernis, als bewegliches Hindernis, als seinen Zielpunkt? Bei den Ameisen sind es die Pheromone. Die Logistik arbeitet nicht mit Sexuallockstoffen – sondern mit Punktwolken und Clustersignaturen. Zunächst verarbeiten die Sensoren der Kameras die Informationen aus ihrer Umgebung zu Punktwolken. Je nach Objekt können die schon mal einem Fußabdruck von Big Foot ähneln – bestehend aus vielen kleinen Pixeln. In der Regel werden „Big Foots Fuß“ dann aber einzelne Zehen oder die Hacke abgeschnitten. Der Vorgang nennt sich Clipping: Ist der Abstand zwischen Kamera und Objekt größer als fünf Meter, gilt die Messung als ungenau; die Punkte aus diesem Bereich werden entfernt.

### Clustersignatur als Fingerabdruck

Im Anschluss folgt die sogenannte Clusterextraktion. Hierbei werden einzelne Gruppen von Pixeln in der Punktwolke getrennt, sodass sie als ein bestimmtes Objekt klassifiziert werden können. Jedes Objekt verfügt am Ende über eine eigene Clustersignatur – und die Fahrzeuge über eine angelernte Signatur-Datenbank. „Bei der Klassifikation errechnet das Fahrzeug die prozentuale Übereinstimmung der erfassten Daten mit denen aus seiner Datenbank und ordnet Objekte somit völlig selbständig ein. Die Clustersignatur können wir also als den Fingerabdruck eines 3-D-Objektes begreifen“, sagt Jonas Stenzel.

Die Verwendung von Clustersignaturen zur Objekt-Klassifikation bietet viele Vorteile. Zum einen sind sie tolerant gegenüber verrauschten – also ungenauen – Daten. Zum anderen sind sie robust gegenüber Teilverdeckungen von Objekten; ein kleiner Teil eines Hindernisses im von der Kamera erfassten Bereich reicht meist aus, um es klassifizieren zu können. Darüber hinaus erkennt die Kamera sofort die Pose, in der sich das Objekt befindet. Und der Berechnungsaufwand für die eingebauten Rechner ist dabei äußerst gering.

Im Forschungsprojekt NetSensLog haben die Wissenschaftler vom Fraunhofer IML Tests für den Einsatz der 3-D-Sensoren durchgeführt und ausgewertet. Das Ergebnis: Die Kamera kann Fahrzeuge in einer Entfernung zwischen zehn Zentimetern und vier Metern problemlos unterscheiden. Und die Pose eines mit einer Kiste beladenen Fahrzeugs erkennt sie aus einer Entfernung von 1,5 Metern in 78 Prozent der Fälle korrekt. Bei einer Entfernung von 3,3 Metern ist das nur noch in 30 Prozent der Fälle so. Es ist also noch einiges zu tun. „Das liegt aber nicht an unserem Konzept der Datenverarbeitung, sondern nur daran, dass die Technologie der 3-D-Sensoren noch nicht so weit ausgereift ist. In spätestens drei Jahren wird sie aber soweit sein, dass wir sie einsetzen können“, ist sich Stenzel sicher. Innerhalb dieses Zeitraums wollen die Forscher nicht nur die Klassifikation von Objekten perfektionieren, auch die Kameras werden dann über einen deutlich breiteren Blickwinkel verfügen. „Die Sensorik wird auch in der Automobilbranche Einzug halten. Automatische Umgebungsscanner können dann nicht nur Hindernisse erkennen, sondern genau zwischen Autos, Fußgängern und Tieren unterscheiden.“ Und spätestens dann hat die Zellulare Fördertechnik die Schwarmintelligenz der Ameisen überholt.



# Weltweit unter Kontrolle

Produkte aus der Lebensmittel-, Pharmazie- oder Textilbranche, müssen weltweit zur richtigen Zeit am richtigen Ort sein. Die Luftfracht ist meist der schnellste Weg, solche Waren ans Ziel zu bringen. Um auch in Zukunft wachsende globale Warenströme bewältigen zu können, muss der Informationsfluss durch ein effektives Kommunikationskonzept verbessert werden.



Damit sich Waren künftig selbst ihren optimalen Weg durch die Lieferkette suchen können, werden im Rahmen des Forschungsprojekts „Dynamische Container Netzwerke“ (DyCoNet) intelligente Ladungsträger für den Luftverkehr entwickelt. Das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML forscht und entwickelt mit insgesamt fünf Partnern aus der Praxis an der Umsetzung.

Die umfassende Verfügbarkeit von Logistikdaten über die Unternehmensgrenzen hinaus und damit verbunden ein möglichst autonomer Materialfluss, werden in Zukunft für einen reibungslosen Ablauf von Distributionsketten von zentraler Bedeutung sein. Oberstes Ziel ist es in diesem Zusammenhang, die Objekte miteinander kommunizieren zu lassen. Vielfach wird dazu bereits RFID-Technologie verwendet. Die Grenzen liegen jedoch beim Aufbau der Infrastrukturen mit Readern und Zwischenkomponenten. Ohne diese Systeme sind die Objekte von ihrer Umwelt abgeschnitten. Gerade im Luftfrachtverkehr erscheint RFID als alleinige Technologie zur Automatischen Identifizierung (Auto-ID) daher nicht geeignet. „DyCoNet“ geht am Beispiel von Luftfrachtcontainern, sogenannten ULDs (Unit Load Device), einen neuen Weg. Das Projekt will zur grenzenlosen Vernetzung der Objekte überall verfügbare Technologien wie GSM/UMTS und GPS nutzen.

Ziel des Projekts ist es Container zu entwickeln, die ohne betriebliche Infrastruktur mit dezentralen, energieautarken Funk-Sensor-Knoten ausgestattet sind und so mit einem übergreifenden Netzwerk interagieren können. Das bedeutet, die smarten Container sollen in der Lage sein, sich selbst zu orten, ihren Inhalt zu bestimmen, über spezielle Sensoren ihre Umgebung wahrzunehmen und mit anderen Containern in ihrer Umgebung zu kommunizieren. Via GSM Mobilfunknetz erfolgt letztendlich die Datenübermittlung an ein übergeordnetes System. Zudem verfügen die smartULDs über ein neues Energiemanagement. Durch Energiegewinnung aus

der Umgebung („Energy Harvesting“) sollen die Container ihren Energiebedarf weitestgehend autonom decken können.

Der im Projekt verwendete „LD3“ Luftfrachtcontainer besteht aus einem speziellen Kompositmaterial und ist damit 15 Prozent leichter als herkömmliche Aluminiumcontainer, was zu deutlichen Kerosin-Einsparungen führt. Um diese Vorteile des „Lightweight“-Containers nicht zu beeinträchtigen und die Ladungsfläche nicht zu verkleinern, können nur begrenzt energiespeichernde Systeme verbaut werden. Da die Container für ihren Datenaustausch allerdings ständig Energie benötigen, soll diese hauptsächlich durch „Energy Harvesting“ direkt am Objekt erzeugt werden. Auf diese Weise möchten die Wissenschaftler eine Laufzeit der Systeme für mindestens ein Jahr ohne Wartungs- oder Aufladungsunterbrechungen garantieren. „Das war aus technischer Sicht eine große Herausforderung, die zunächst batteriegestützte Variante durch ein energieautarkes System zu ersetzen“, erklärt Alexander Hille, Leiter des OpenID-Center am Fraunhofer IML. Der am Projekt beteiligten Firma EnOcean ist es aber gelungen, dass nun hauptsächlich durch ein Solarmodul Energie direkt am Container erzeugt wird. Um zu analysieren, inwieweit auch Vibrationen während des Flugs zum Energy Harvesting genutzt werden können, führten die Experten zudem drei Testflüge mit am Container befestigten Datenloggern durch. Die Ergebnisse werden derzeit ausgewertet.

### Smarte Container kennen ihre Position

Die ersten Prototypen von Smart ULDs existieren bereits. Die erste Generation intelligenter Container kennt ihre eigene Kennzeichnungsnummer und kann diese an andere Container oder an Systeme im Hub weitergeben. Die zweite Generation ist zudem in der Lage, über Sensoren die eigene Temperatur im Inneren wahrzunehmen. Eine dritte Variante soll darüber hinaus die Informationen der beiden erstgenannten Container abfragen können,



sich selbst und damit indirekt auch seine Nachbarn lokalisieren und außerdem noch diese Informationen auch an überlagerte Systeme versenden können. Zurzeit steht Prototyp drei kurz vor Abschluss der Realisierung, inklusive der Darstellung der Intelligenz in einem überlagerten Verwaltungssystem.

Die Container kommunizieren untereinander mithilfe eines sehr energiesparsamen Nahfeldfunks im Bereich 868 MHz, das für einen lebenslangen energieautarken Betrieb ausgelegt ist. Dieser Kompromiss zwischen intelligenter Kommunikation und Batterieunabhängigkeit stellt die Forscher vor erhebliche Herausforderungen. Die beschränkte Reichweite eignet sich hauptsächlich, um eine Abstimmung von zusammenstehenden Containern zu ermöglichen. Auf diesem Weg können z. B. Zusammenlagerungsverbote bestimmter Güter durchgesetzt werden. Meldungen und Alarme an ein übergeordnetes System erfolgen hingegen über GSM. Diese Datenübermittlung ist allerdings wesentlich energieaufwändiger. „Hat ein Container zu wenig Energie, kann daher ein benachbarter Container stellvertretend wichtige Daten übertragen“, erläutert Hille die Pläne der Wissenschaftler. Dadurch ist die Kommunikation mit dem übergeordneten System stets gesichert.

Da aktivsendende Funksysteme den Flugverkehr gefährden können, wird in „DyCoNet“ ein zusätzliches technisches Feature benötigt, um die aktivsendenden Komponenten während des Flugs abzuschalten. Lufthansa Cargo arbeitet als Konsortialführer des Projekts an einem Gerät, das die Flugphasen erkennt und alle sendenden Module in dieser Zeit ausschaltet. Damit wäre erstmals eine gefahrlose Nutzung von GSM im Flugverkehr möglich.

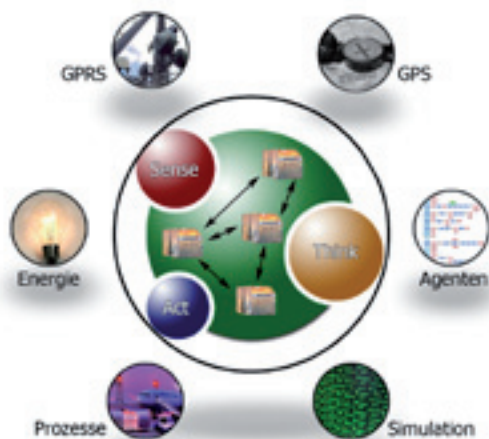
### Transparenz für mehr Sicherheit

Da GSM Mobilfunk an jedem Flughafen verfügbar ist, wird es möglich sein, von einem zentralen Unternehmensrechner alle Container auf dem gesamten Globus zu überwachen und den jeweiligen Standort festzustellen. „Der Kundennutzen liegt darin, dass die Transparenz in der logistischen Kette steigt. Der Kunde weiß, wo und in welchem Zustand sich seine Waren auch in fernen Ländern mit teilweise wesentlich unsichereren Infrastrukturen als in Deutschland befinden“, betont Hille.

Sollte ein Container mit empfindlichen Lebensmitteln oder Medikamenten beispielsweise schadhafte Temperaturen ausgesetzt sein, würde dieser Alarm schlagen. Auch zur Rückverfolgung von Diebstählen eignet sich das System. Spezielle Türöffnungssensoren registrieren eine Öffnung des Containers sowie den entsprechenden Ort und die Zeit. Die Art und Anzahl der jeweils angebrachten Sensoren ist flexibel und individuell gestaltbar. Je nach vorrangiger Ladung könnten diese modifiziert werden. Für ein Unternehmen ergeben sich dadurch bedeutende Kosteneinsparungen: „Die Kosten sinken insgesamt durch Laufzeitenminimierung, Schwundvermeidung und bessere Nachvollziehbarkeit von Transportschäden.“

In einem nächsten Schritt soll in einer computergestützten Simulation die Kompatibilität der Geräte und Software-Systeme unter möglichst „realen“ Bedingungen erprobt werden. Bis zum tatsächlichen Einsatz im Flugverkehr wird wohl noch einige Zeit vergehen. Vorher ist es nötig, sämtliche Elektronik-Komponenten der Container für den Flugbetrieb zu zertifizieren.

Unter der wissenschaftlichen Leitung des Fraunhofer IML sind neben der Lufthansa Cargo AG noch die Jettainer GmbH, die InnoTEC Data GmbH und Co. KG, die EnOcean GmbH und die PalNet GmbH an dem Projekt beteiligt. Die finanzielle Förderung erfolgt durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Bis September 2013 soll das Projekt abgeschlossen sein. Im Anschluss hofft, man die Erfahrungen auf andere Bereiche übertragen zu können.





## Paletten in der Cloud

Die Gegenwart zeichnet sich durch vernetzte Strukturen und steigende Komplexität aus. Vor allem in der Logistik wird diese Situation deutlich. Die Bananen kommen aus Venezuela, die Turnschuhe aus China und die Rohstoffe aus dem Nahen Osten. Um die wachsenden Warenströme zukünftig besser bewältigen zu können, sollen sich Waren im „Internet der Dinge“ selbst steuern.

Um die Vision vom „Internet der Dinge“ wahr werden zu lassen, müssen „Dinge“ intelligent werden, beispielsweise durch RFID-Tags. Kein Prozess in der Lieferkette läuft ohne Ladungsträger ab, er begleitet die Ware von der Produktion über Distributionszentren bis zum Einzelhändler. Das Projekt „Smart Reusable Transport Items“ (smaRTI) nutzt in diesem Zusammenhang die Palette als intelligentes „Ding“ in der Supply Chain. Ziel ist es, im Rahmen dieses Pilotprojekts ein unternehmensübergreifendes Cloud-System aufzubauen, das individuell identifizierbare RTIs mit Echtzeitsteuerung verbindet. Unter der wissenschaftlichen Federführung des Fraunhofer IML gehört smaRTI zu den großen Forschungs- und Entwicklungsprojekten im EffizienzCluster LogistikRuhr.

Seit August 2011 zirkulieren rund 400 intelligente Paletten zwischen zwei Standorten des Pooling-Dienstleisters CHEP, dem Konsumgüterproduzenten Mars und der REWE Group. Dazu hat die CHEP Deutschland GmbH Ladungsträger mit einem Hybrid-Label entwickelt, das sowohl Barcode- als auch RFID-kompatibel ist. Bei Mars Petfood in Verden werden die Paletten des Pilotprojekts mit Hundefutter beladen und anschließend durch Informationsübertragung auf die Hybrid-Labels mit der Ware verknüpft. Ein Lesegerät sendet die „Verheiratung“ von Ware und Ladungsträger in Echtzeit an eine Cloud-Lösung, eine webbasierte Informationsplattform. Bevor die Paletten sich auf den Weg in das REWE Distributionszentrum machen, werden sie beim Verladen automatisch an RFID-Gates ausgelesen. Über die Cloud können so die Informationen zu Aufenthaltsort und -zeit, Ladung sowie dem jeweiligen Aktionsschritt abgerufen werden.

„Alle Partner wissen, wo sich zu welcher Zeit welche Ware und welcher Ladungsträger befindet“, erklärt Dipl.-Wirt.-Ing. Björn Anderseck, Leiter AutoID-Technologien am Fraunhofer IML. „Auch bei Einlagerung, Kommissionierung und Ausgang der Ware im REWE-Distributionszentrum werden diese Daten erfasst. Damit erreicht REWE nicht nur schnellere Prozesse und eine höhere Transparenz, sondern auch eine bessere Organisation der Lieferverkehre“. Ein kleines „Internet der Dinge“ ist damit schon Wirklichkeit geworden. Die Ladungsträger stellen ausreichend Informationen zur Verfügung, um Teilprozesse selbststeuernd zu automatisieren. Sie wissen, wo sie sich befinden, wie viele sie sind und was ihr Ziel ist. Das Besondere bei smaRTI ist, dass nicht nur der Weg von der Produktion in den Verkauf intelligent gesteuert wird, sondern auch der Rücktransport der RTIs. Damit entsteht ein geschlossener Kreislauf, gesteuert durch die intelligenten, wiederverwendbaren Ladungsträger.

### Echtzeit-Reaktion anstatt Vorhersagen

Die Koordination der Warenströme bildet eine Herausforderung, der bis jetzt mit komplizierten mathematischen Algorithmen und Rechenkapazität begegnet wurde. Lieferungen werden durch zentrale Steuerungen koordiniert. In der dynamischen Realität verliert das mathematische Optimum allerdings seine Bedeutung, denn sobald theoretisch geplante Abläufe unterbrochen werden, sind schnelle Entscheidungen gefragt. Hier sind intelligente Ladungsträger die Lösung. Über die RFID-Tags kann der Warenstrom flexibel angepasst werden und die Reaktion auf unerwartete Ereignisse in Echtzeit ist möglich. Die intelligenten Ladungsträger finden ihr Ziel autonom und wählen in Engpasssituationen Alternativrouten.



Die Palette wird nicht der einzige smarte Ladungsträger bleiben, der die Basis für die Logistik von morgen legt. In zwei weiteren Arbeitsbereichen werden Postbehälter und Luftfrachtpaletten intelligent aufgerüstet und damit in einer zukunftsfähigen Supply Chain einsatzfähig sein. Die Lufthansa Cargo, ein weiterer Partner des Projekts, hat erst kürzlich einen Prototypen der intelligenten Luftfrachtpalette vorgestellt, der nicht nur mit RFID-Lokalisierungssystemen zusammenarbeitet, sondern auch per Nahfeld-Kommunikation (NFC) eine Abstimmung mit dem Personal ermöglicht.

### Die Palette als Informationsträger

Die Faktoren Zeit- und Kostenersparnis spielen in der Logistik eine große Rolle. Reibungslose, planbare Durchläufe und eine Reduzierung der Wartezeiten sind die obersten Ziele jedes Logistikprozesses. Kleinste Zeitfenster müssen heute eingehalten werden und weltweite Lieferungen werden just in time erwartet. Der globale Handel und damit auch die Warenströme wachsen dabei stetig. Ob der Transport auf der Palette oder im Behälter: Ladungsträger sind eine der wichtigsten Ressourcen in der Logistik. Sie fassen einzelne Packstücke zu einer Einheit zusammen und ermöglichen eine verbesserte Konsolidierung. Der Nutzen einer optimalen Zusammenstellung kann jedoch nur unter Berücksichtigung der Schnittstellen generiert werden. „Häufig werden Ladungsträger auf ihrem Weg zwischen den Partnern zu einer „Black-Box“, die ihren Inhalt erst nach dem Öffnen preisgibt. Durch mehr Transparenz könnte dies vermieden werden“, sagt Björn Anderseck. Mit Technologie zur Automatischen Identifizierung (Auto-ID) ist genau das möglich. Alle an der Lieferkette beteiligten Partner wissen jederzeit, was sich in oder auf dem Ladungsträger befindet. „Es ist an der Zeit, den Ladungsträger neben seiner physischen Funktion im Materialfluss auch als Datenträger im Informationsfluss zu nutzen.“

In dem Verbundprojekt smaRTI entwickelt das Fraunhofer IML gemeinsam mit seinen Partner der Deutschen Post AG, der REWE-

Informations-Systeme GmbH, der Mars Services GmbH, der CHEP Deutschland GmbH, der Lufthansa Cargo AG, der Infineon Technologies AG und der TU Dortmund einen branchenübergreifenden Ansatz für einen intelligenten Materialfluss. Mithilfe von standardisierten Entwicklungsarchitekturen für AutoID-Technologien und IT-Diensten soll die Implementierung stark vereinfacht werden. Als Ergebnis erhofft man sich Verbesserungen der Technologien und Standards zur Identifizierung und Lokalisierung von Ladungsträgern. Andererseits möchte man die Entwicklung plattformunabhängiger Module erreichen, die eine spätere Realisierung erleichtern. Ein Architekturmodell soll zudem die Integration der neuen Ladungsträger in bestehende Lagertechnologien unterstützen.

Zurzeit wird intensiv an der Entwicklung eines „Modellers“ zur Echtzeitkonfiguration der Supply Chain gearbeitet. Er stellt die Verknüpfung zwischen der virtuellen Prozesswelt und den real existierenden Informationspunkten (I-Punkte) in der Lieferkette dar. Prozesse in der Lieferkette verändern sich, sodass auch die virtuellen Prozesse ständig angepasst werden müssen. Bisher war diese Konfiguration nur durch aufwendige Arbeit an verschiedenen Systemen möglich. In Zukunft soll der Anwender dies mithilfe des Modellers selbst bewerkstelligen können. Dazu kann er in einem ersten Schritt über eine Internetplattform den Materialfluss modellieren. Dies geschieht mit einer bekannten Beschreibungssprache von Logistikprozessen. Anschließend wird der Informationsfluss angeglichen. Darin enthalten sind auch die I-Punkte (z. B. RFID-Gates oder Handheld-Scanner). Das Besondere dabei ist die Echtzeitkonfiguration: Mit jeder Änderung werden automatisch alle in der Supply Chain integrierten Geräte über das Internet konfiguriert. Sogar die Eingabemasken auf Handhelds werden dynamisch an die neuen Prozesse angepasst.

8,4 Millionen Euro stehen den neun Projektpartnern aus insgesamt drei Branchen für das gemeinsame Projekt zur Verfügung.





## Die Dinge fangen an zu denken

Mit dem „inBin“ präsentieren das Fraunhofer IML und der Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen der TU Dortmund einen weiteren entscheidenden Schritt auf dem Weg ins Internet der Dinge. Der erste wirklich intelligente Behälter kommuniziert mit Menschen und Maschinen, trifft eigenständig Entscheidungen, überwacht seine Umgebungsbedingungen und steuert Logistikprozesse. Damit wandelt sich der Ladungsträger zum „Mitdenker“.



Die Dinge sollten denken lernen. Dieser lang gehegte Traum vom Internet der Dinge wird nun Wirklichkeit! Seit einiger Zeit sind endlich innovative Komponenten wie Energiepuffer, Energy Harvester sowie Micro-Prozessoren mit 16 oder 32 Bit mit einigen Megahertz Taktfrequenz und Speicher von einigen hundert Kilobytes verfügbar, die den ersten wirklich „intelligenten“ Behälter ermöglichen: den „inBin“. Er ist in der Lage, den gesamten Kommissioniervorgang zu leiten und zu kontrollieren. Alle Schritte – von der Artikelanzeige über die Bestätigung bis hin zur Fehlermeldung – erfolgen dabei direkt am Behälter. Was nach futuristischer und teurer Technik klingt, wurde auch auf der Hardware-Seite speziell auf die Anforderungen der Logistik zugeschnitten: kostengünstige Komponenten, robuste Bauweise und wartungsfreier Betrieb. Stolz präsentierten die Wissenschaftler vom Fraunhofer IML den intelligenten Behälter erstmals auf der LogiMAT im März 2012.

Dank Energy Harvesting ist der „inBin“ energieautark, d.h. er holt sich die erforderliche Energie aus der Umgebung, ohne eine



zusätzliche Stromquelle zu benötigen. Schon bei schummerigen 400 Lux springen spezielle Solarzellen an und der intelligente Ladungsträger „wacht auf“. Der „inBin“ ist also in jeder Umgebung einsatzbereit, in der Menschen arbeiten. Alternativ können aber auch Beschleunigung, Vibrationen oder starke Schwankungen in der Umgebungstemperatur als Energiequellen genutzt werden.

### Modernste Energiespeicher

Energie zu erzeugen allein reicht natürlich nicht aus. Damit sich der „inBin“ auch melden kann, wenn er unbewegt in absoluter Dunkelheit steht, muss sie auch gespeichert werden. Hierbei geht der intelligente Behälter noch über die Visionen der letzten Jahre hinaus. Niedrigste Ladespannungen und Ströme können von innovativen Energiespeichern gespeichert werden. Eine Selbstentladung von weniger als 2 Prozent pro Jahr sorgt für Energie, wenn man sie braucht. Im Dunkeln abgestellt, kann sich der Behälter noch bis zu 7 000-mal melden, bevor er wieder neue Energie benötigt. Dann genügt es, das Licht einzuschalten, und der „inBin“ ist wieder einsatzbereit. Damit ist der Behälter wartungsfrei und erfordert keinerlei manuelle Eingriffe.

Zudem ermöglicht ein neues, zum Patent angemeldetes Verfahren einfachste Ortung: „Invertierte“ Lichtschranken versetzen den Behälter in die Lage, seine Position genau zu lokalisieren und somit in Echtzeit Steuerbefehle z. B. an die Fördertechnik zu geben. Zusätzlich kann der intelligente Behälter durch den Einsatz von Sensorik auch Umgebungsparameter erfassen und sich so melden, wenn er sich in einem Raum mit der falschen Temperatur befindet.

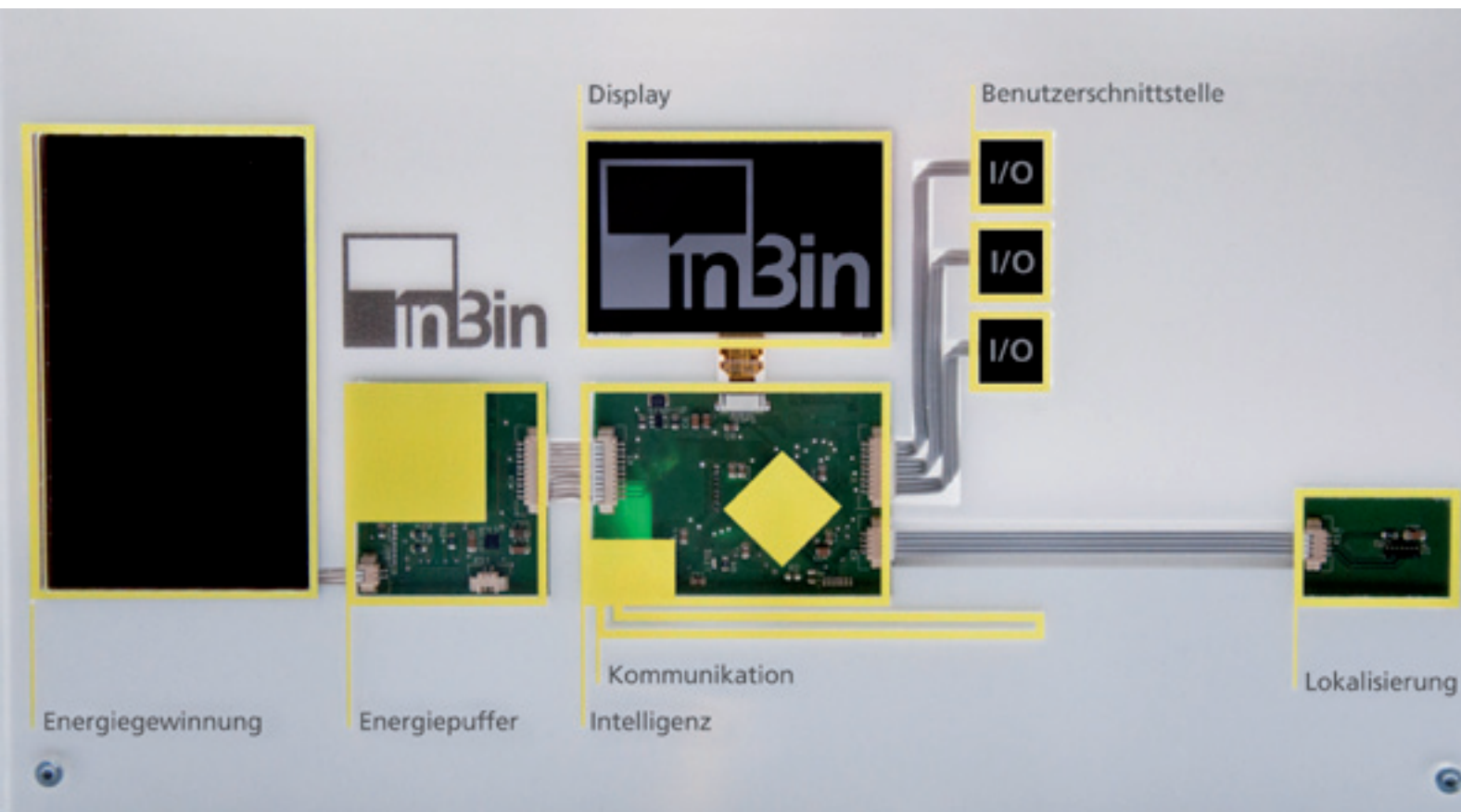
„inBins“ können sich nicht nur untereinander unterhalten und Reihenfolgen bilden, sondern auch direkt Kontakt mit dem Menschen aufnehmen. Damit schafft der intelligente Behälter die lange vermisste Verbindung zwischen dem Menschen und dem Internet der Dinge. Mithilfe eines Grafikdisplays (beispielsweise

LCD oder e-Ink) oder Schnittstellen zu externen Systemen, wie Pick-by-light- oder Pick-by-voice, kommuniziert der „inBin“ mit dem Kommissionierer. Für eine nahtlose Integration in nahezu jede bestehende Kommunikationsinfrastruktur im Unternehmen spricht der Behälter viele „Sprachen“: Er beherrscht beispielsweise alle gängigen Funkfrequenzen (wie 433 MHz, 868 MHz, 2,4 GHz) und Protokolle (wie IPv6/6LoWPAN).

Ob Energiequelle, Funkfrequenz, Protokoll, Verschlüsselung oder weitere Funktionen, dank seines modularen Aufbaus kann der intelligente Behälter individuell an fast alle logistischen Prozesse angepasst werden. Sogar sein „IQ“ ist flexibel: Je nach gewünschtem Grad der Dezentralität kann die „Intelligenz“ des Behälters mittels variabler Speichergrößen und Rechenkapazitäten stufenweise angepasst werden. In Kombination mit weiteren dezentralen Systemen, wie zellulärer Fördertechnik, lässt sich so künftig eine ortsvariable Kommissionierung realisieren. Dann veranlassen die Behälter autonome Transportfahrzeuge dazu, spontan Kommissionierbereiche zu bilden und wieder aufzulösen – ein Höchstmaß an Flexibilität.

### Im Verbund sicher

Auch das Thema Datensicherheit kommt beim „inBin“ nicht zu kurz. Alle Daten können durch eine asynchrone Verschlüsselung mit öffentlichen und privaten Schlüsseln mit einem Passwort geschützt werden. Dies ermöglicht ein eigener Kryptographie-Prozessor, der nur wenige Mikroampere Strom verbraucht und mit einer Breite von 256 Bit hohe Sicherheitsstandards erreicht. Zudem hat jeder Behälter eine eindeutige Identifikationsnummer, über die er weltweit identifizierbar und nachverfolgbar wird. Für noch mehr Transportsicherheit sorgt der „inBin“ durch die Fähigkeit, spontan einen Verbund mit anderen Behältern zu bilden. So entsteht eine virtuelle Palette, welche den Verlust einzelner Pakete sofort bemerkt und meldet.





## Ein FTF für alle Fälle

Mit dem „Low Cost Automated Guided Vehicle“ (LOCATIVE) hat das Fraunhofer IML einen neuen Prototyp eines Kleinstflurförderzeuges entwickelt. Die Anschaffungskosten sind gering und das Fahrerlose Transportfahrzeug (FTF) ist nach dem Baukastenprinzip konstruiert. Ein weiterer Schritt für die umfangreiche Erforschung und den Einsatz von „Fahrzeugschwärmen“.

Ob in der Kommunikation, im Antrieb oder in der Energieversorgung – das LOCATIVE ist flexibel. Sowohl im Aufbau als auch in der Anwendung können die Nutzer das neue Kleinstflurförderzeug je nach Bedarf mit den verschiedensten Bausteinen ausstatten. Auf der LogiMAT im März dieses Jahres haben die Wissenschaftler vom Fraunhofer IML es erstmals der Öffentlichkeit präsentiert.

Durch ein selbsttragendes, einfach aufgebautes Chassis lässt sich das Gehäuse des FTF als Spritzguss- oder Tiefziehbauteil ausführen. Das LOCATIVE verfügt über ein Lastaufnahmemittel mit den Maßen 30 x 40 Zentimeter und ist damit auf Kleinladungsträger ausgelegt. Da die Bausteine des FTF austauschbar sind, lassen sich auch Grundplatten anderer Größen anbringen.

Über einen 32-Bit-Mikrocontroller gesteuert kann das LOCATIVE problemlos alle einfachen Transportaufgaben in der Intralogistik bewältigen. Infrarot-Sensoren messen den Abstand zu Umgebungsgegenständen und vermeiden so Kollisionen – ein wichtiger Schritt auf dem Weg zum Internet der Dinge. Die Steuerung ist erweiterbar und funktioniert sowohl mit als auch ohne echtzeitbasiertes Betriebssystem.

### In jeder Hinsicht flexibel

Die Kommunikation kann durch Erweiterungsmodule über unterschiedlichste Funkanbindungen realisiert werden. Von WLAN über Bluetooth bis ZigBee – auf Basis von allen erdenklichen Architekturen (Star, Tree oder Mesh). Die Fahrzeuge können dabei nicht nur mit Menschen kommunizieren, sondern auch untereinander

Informationen austauschen. Ein FTF lernt also von anderen. Sie entwickeln sich hin zu dezentralen, vollautonomen und interagierenden Instanzen, wie es die Vision des Internet der Dinge vorlebt. Sein robustes optisches System versetzt das Kleinstflurförderzeug in die Lage, einer sich farblich von der Umgebung abhebenden Leitlinie zu folgen; gleichwohl können auch andere Ortungs- und Navigationssysteme angebunden werden – per Bus oder durch digitale und analoge Eingangs- und Ausgangsbaugruppen.

Das LOCATIVE bietet zudem den Vorteil, verschiedene Akkumulatoren als Energiequelle nutzen zu können: Lithium-Polymer (LiPo), Lithium-Eisen-Phosphat (LiFePO<sub>4</sub>), Blei-Gel-Akkumulatoren oder Doppelschichtkondensatoren (UltraCaps oder PowerCaps) können, abhängig von Nutzungsdauer, Standzeiten und Ladezyklen, in das Fahrzeug integriert werden. Je nach Bedarf können so Zwischenladungen an Arbeitsstationen mit schnellladefähigen Systemen oder preiswerte Ladungen über Nacht vorgenommen werden.

Geeignet ist das LOCATIVE vor allem für geringe oder mittlere Distanzen. So kann es z.B. Produktions- und Montagearbeitsplätze beliefern. Die einfachen Spurführungssysteme ermöglichen schnelle Topologiewechsel und bieten so zusätzlich eine hohe Flexibilität im Hinblick auf die Anordnung von Maschinen und Arbeitsplätzen. Dennoch soll das Fahrzeug vor allem der Forschung dienen: Durch die geringen Anschaffungskosten wird es wissenschaftlichen Einrichtungen und Entwicklern Fahrerloser Transportsysteme ermöglicht, eine Vielzahl von Fahrzeugen zu erwerben – und so kostengünstig das Gebiet der zellularen Intralogistik zu erforschen.



# Lastaufnahme für Schwarmssysteme

Auf dem Weg ins Internet der Dinge werden einzelne Transportfahrzeuge immer stärker eine Alternative zu herkömmlicher, massiver Fördertechnik. Die Vorteile: Durch Anpassung der Fahrzeugzahl ist etwa die Leistung leicht skalierbar, zudem können sie ohne umfangreiche Anpassungen von Mechanik und Steuerung in unterschiedlichsten Anwendungsfällen eingesetzt werden. Für den Transport durch die Fahrzeuge hat das Fraunhofer IML nun ein neues Lastaufnahmemittel entwickelt: Dank Kamm-LAM müssen sie beim Be- und Entladen künftig nicht einmal mehr anhalten.

„Kamm-LAM“ eignet sich ideal für den Einsatz auf frei fahrenden FTS-Fahrzeugen, kann aber auch in anderen Bereichen eingesetzt werden, z.B. auf schienengebundenen Systemen. Das System besteht aus einem kammartigen Aufsatz auf dem FTS, welches den Behälter transportiert – in Kombination mit einem speziellen, unten geschlitzten Rollenbahnsegment. Das Fahrzeug kann so die Lastübergabestation durchkämmen ohne anzuhalten und führt dabei in kürzester Zeit ein Doppelspiel von Ladungsabgabe und -aufnahme durch.

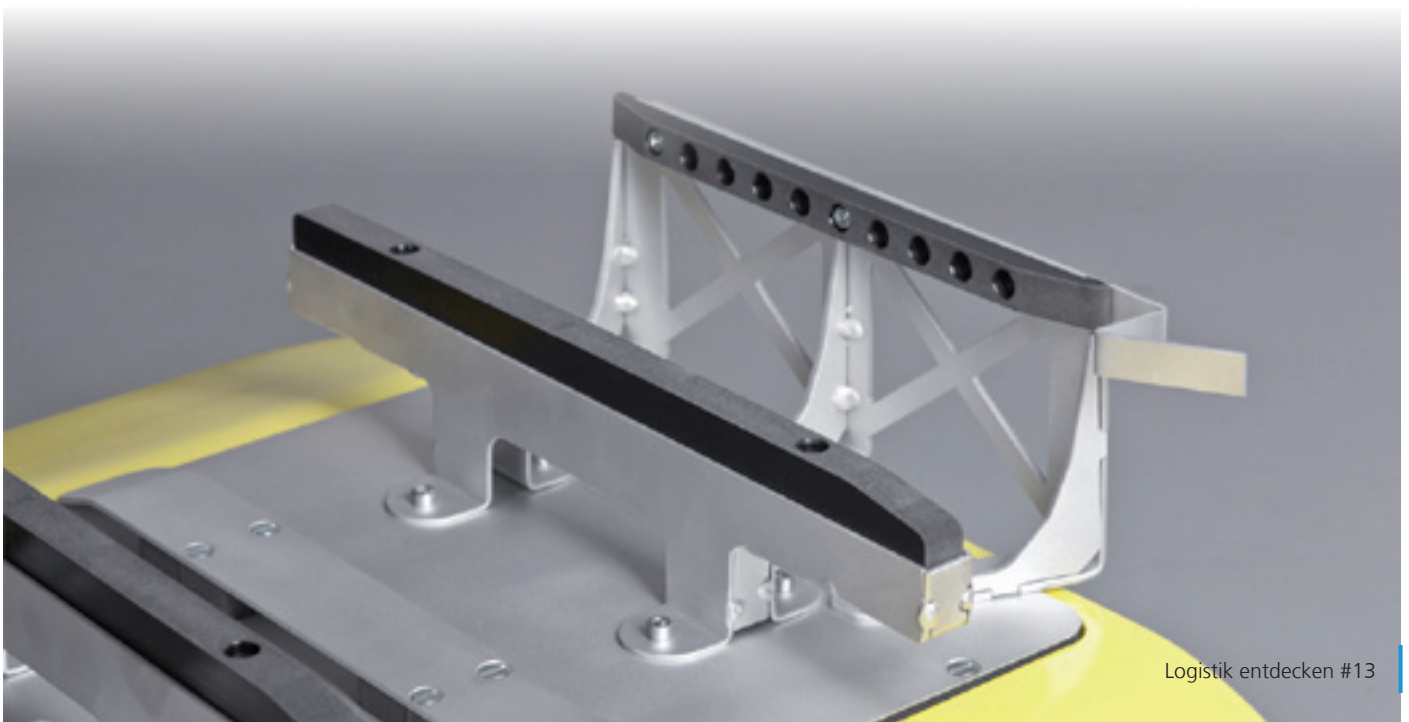
Lastaufnahme und Lastabgabeeinrichtungen für automatische Fahrzeuge werden in unterschiedlichsten Ausführungen gebaut. Gebräuchlich sind Rollenbahn- oder Kettenförderersegmente auf einem Fahrzeug, die Fördererlemente an einer Übergabestation abgeben. Allen Verfahren ist gemeinsam, dass sie sequenziell arbeiten. Das Fahrzeug muss erst anhalten, dann das Lastaufnahmemittel betätigen und schließlich wieder abfahren. Die Übergabe-Leistung in Ladeinheiten pro Zeiteinheit ist aufgrund dieser Arbeitsweise begrenzt. Das neue Lastaufnahmemittel ist hier eine radikale Vereinfachung, da es eine schnelle Lastübergabe ermöglicht und so verhindert, dass andere Fahrzeuge, die die gleiche Übergabestation anfahren, ausgebremst oder blockiert werden.

## Fließender Wechsel

Das extrem schnelle Lastübergabespiel hat nicht nur den Vorteil, dass ein Kommissionierarbeitsplatz oder eine angeschlossene Fertigungsmaschine in hohem Takt arbeiten können, sondern es benötigt gegenüber FTS-Fahrzeugen mit herkömmlichen Lastaufnahmemitteln auch weniger Fahrzeuge. Über 700 Behälterdoppel-

spiele bzw. ein Pick-Takt von 5 Sekunden sind realisierbar. Die Abstände der Kammzinken am „Kamm-LAM“ sind so bemessen, dass sie in eine geschlitzte Rollenbahn eintauchen können. Die Fläche, auf der das Ladegut während der Fahrt auf dem Kamm transportiert wird, liegt etwas oberhalb der Oberfläche des Rollenbahnsegments. Vor und hinter der Ladegutaufgabe- und -abgabe-Fläche ist der Kamm abgeschrägt. Über die hintere Schräge wird ein mitgeführter Behälter auf die Rollenbahn abgesenkt, nachdem er mit der vorderen Breitseite gegen den festen Anschlag gestoßen ist. Im gleichen Zug wird über die vordere Schräge ein dort bereitstehender Behälter von der Rollenbahn abgehoben und mitgenommen. Damit der zu transportierende Behälter anschließend nicht undefiniert auf der Ladefläche des Fahrzeugs steht, befindet sich an dessen Vorderkante ein Rückhalte- und Rückhaltemechanismus, der den Behälter erst dann freigibt, wenn er zentral auf dem Fahrzeug steht. Das Fahrzeug streift also im Vorbeifahren ohne anzuhalten – lediglich mit reduzierter Geschwindigkeit – seine mitgeführte Last ab und nimmt im gleichen Zug einen anderen Behälter mit. Es entsteht also ein fließender Übergang. Nachfolgende Fahrzeuge werden nicht ausgebremst, sondern können kontinuierlich weiter fließen.

Mit dieser genial einfachen Idee der Fraunhofer-Wissenschaftler führt der Weg bei der Lastaufnahme weg vom Stop-and-Go, hin zum Drive-through. Eine Revolution, denn eine Verbesserung der Infrastruktur hin zu einem ungehinderten Fluss ist eine Grundvoraussetzung für die Verwirklichung der Vision des Internet der Dinge. Zumindest im Hinblick auf das Be- und Entladen der autonomen, intelligenten Fahrzeuge ist dieser Schritt nun vollzogen.





# Mobilität und Logistik – Menschen und Güter bewegen

Energieeinsparung, Ressourcen-, Umwelt- und Klimaschutz stellen neue Anforderungen an Mobilität und Logistik. Darum hat die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) unter Federführung von Prof. Dr. Michael ten Hompel nun Position zu den zukünftigen Aufgaben von Wissenschaft und Politik bezogen. Das Ergebnis: Sowohl im technologischen als auch im gesellschaftspolitischen Bereich besteht dringender Handlungsbedarf.

Mobilität und Logistik schaffen Wohlstand und Lebensqualität. In der gesellschaftlichen Wahrnehmung finden das menschliche Grundbedürfnis (Mobilität) und der drittstärkste Wirtschaftszweig Deutschlands (Logistik) jedoch kaum Beachtung. Ihre Bedeutung scheint so existenziell, dass all die Planungen und Prozesse aus diesen Bereichen im Hintergrund ablaufen und scheinbar als selbstverständliche Grundvoraussetzungen menschlichen Daseins wahrgenommen werden.

Mobilität ermöglicht Unabhängigkeit und Individualität und lässt die Menschen erst am gesellschaftlichen Leben und sozialen Miteinander teilhaben. Sie ist zum Beispiel notwendig, um Einkäufe zu tätigen, und ist damit die Voraussetzung für den Handel und die Versorgung der Menschen mit Waren. Der Gütertausch wird dabei durch logistische Prozesse ermöglicht.

Diese Prozesse sehen sich gegenwärtig jedoch mit neuen Herausforderungen konfrontiert wie der Forderung nach Einsparung von Energie oder nach der Schonung von Ressourcen, Umwelt und Klima. Auf der anderen Seite verändern sich die Rahmenbedingungen stark: Der elektronische Handel und die globale Arbeitsteilung dehnen sich aus, die Teilnahme und der Konsum werden individueller. Das führt beispielsweise dazu, dass der Personen- und Güterverkehr in Deutschland seit Jahren zunimmt. Trends wie die Urbanisierung oder der wachsende globale Handel haben ihre Spuren hinterlassen – und der stark vermehrte elektronische Handel resultiert zudem in einem immensen Transportaufkommen individueller Warenlieferungen.

Als physische Realisierung von Mobilität und Gütertausch ist jedoch ein reibungsloser Verkehr von existenzieller Bedeutung.



Doch die neuen Voraussetzungen erschweren diesen – und stehen zudem der Nachhaltigkeit im Wege. Um auch in Zukunft eine zuverlässige und nachhaltige Versorgung und Mobilität der Menschen sicherzustellen, besteht also sowohl technologischer als auch politischer Handlungsbedarf. Darum hat die acatech unter Projektleitung von Prof. Dr. Michael ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IML, nun Position bezogen, wie diese zukunftsweisenden Fragestellungen anzugehen sind. Im Hinblick auf den technologischen Handlungsbedarf stellen die Prinzipien des Internets der Dinge und der Dienste den Schlüssel für eine nachhaltig sinnvolle Entwicklung dar. Sie stehen für die Abkehr von zentral gesteuerten Prozessen und für die Hinwendung zu dezentralisierten Strukturen, die notwendig sind, um eine größere Effizienz in der Abwicklung individueller Aufträge, Lieferbeziehungen und Mobilitätsangebote zu erwirken. Nur so lassen sich die immer größer und komplexer werdenden Systeme in der Logistik und insbesondere auch im Individual- und Wirtschaftsverkehr steuern. Ein Beispiel für diese dezentralisierten Strukturen stellen etwa Systeme wie „smart logistics“ oder „smart mobility“ dar, die die effiziente und zuverlässige Organisation der Transportvorgänge zwischen Tätigkeitsstandorten und über den Lebenszyklus von Gütern hinweg ermöglichen.

Doch dezentralisierte Strukturen allein reichen nicht aus, um den neuen Anforderungen gerecht zu werden. Sie müssen mit neuen, ressourcenschonenden Transporttechnologien wie dem elektrifizierten Verkehr im urbanen Raum kombiniert werden. Weitere Ansatzpunkte sind die gemeinschaftliche Nutzung von Verkehrs- und Logistikinfrastrukturen (zum Beispiel Umschlagflächen, Verteilerverkehre, Warenübergabesysteme) durch Unternehmen und Dienstleister sowie eine effektivere Verkehrslenkung.

Darüber hinaus müssen logistische Systeme flexibler und robuster gegenüber Störungseffekten gemacht werden. Eine größere Flexibilität ist Grundvoraussetzung für eine energieeffiziente Logistik – und kann mithilfe von skalierbarer Förder- und Lagertechnik erreicht werden. Der Schlüssel für eine größere Robustheit liegt in echtzeitfähigen Systemen mit ihren Möglichkeiten zur Ereignis- und Zustandserfassung über AutoID- und Sensortechnologien. Problemlos können sie so systemseitige Störungen frühzeitig erfassen, lokalisieren und darauf reagieren.

Von politischer Seite muss es oberstes Ziel sein, die Entwicklung von Personen- und Güterverkehr in enger Abstimmung mit der Stadt- und Raumentwicklung sowie der Standortentwicklung von Industrie, Gewerbe, Handel, Freizeitanlagen und Einrichtungen der sozialen Infrastruktur zu planen. Nur so können wirtschaftliche Austauschprozesse mit reduzierter Beanspruchung von Ressourcen und reduzierten Umweltbelastungen gesichert werden und die Menschen an dieser Struktur teilhaben. Auch untereinander dürfen Personen- und Güterverkehr nicht mehr getrennt betrachtet werden: Für eine zukunftssichere Verkehrsplanung sind ganzheitliche Modelle notwendig, welche die kompletten Strukturen beider Verkehrsformen abbilden.

Denn momentan konkurrieren Personen- und Güterverkehr um knappe Kapazitäten, wobei es bei Überlastungen zu Staus und Behinderungen kommt. Diese schlagen sich im Straßenverkehr bei den privaten Akteuren in Reisezeitverlusten, Betriebskostenerhöhungen, Unfällen und unfallbedingten Störungen des Verkehrsablaufs nieder. Im Falle des Eisenbahnverkehrs schlägt sich die Konkurrenz zwischen Personen- und Güterverkehr bei der Trassenzuweisung im Schienennetz nieder – und führt zu erheblichen Mehrkosten für den Güterverkehr. Denn vertaktete Personenver-

kehre – sowohl im Nahverkehr als auch im Fernverkehr – sind nach gesetzlichen Vorgaben vorrangig zu behandeln. Damit bleiben für den Güterverkehr auf den vom Personenverkehr belegten Strecken nur eingeschränkt Trassen übrig. In der Folge werden die Güterzüge auf Schwachlastzeiten bzw. Güterverkehrsstrecken verdrängt. Ein ganzheitliches Verkehrsmodell hätte somit den Vorteil, dass die kostspielige Priorisierung des Personenverkehrs abgeschwächt würde – ohne dabei Einbußen für diesen hinnehmen zu müssen.

acatech regt darüber hinaus die Entwicklung eines neuen Erhebungs- und Analyseinstrumentariums zur ganzheitlichen Bewertung der Logistik und Mobilität in Städten und Regionen an: den Logistik- und Mobilitätsatlas. Unterschiedliche räumliche Strukturen erfordern unterschiedliche logistische Systeme, Dienstleistungen und Infrastrukturen. Deshalb sind die Versorgungsqualität, das logistische Dienstleistungsangebot, die Mobilitätsangebote sowie die Infrastrukturen der Logistik und des Verkehrs für jeden Standort zu analysieren, um zu erkennen, wie sie weiter gestaltet und verbessert werden können. Für diesen Zweck fehlt eine öffentlich zugängliche oder zumindest öffentlich verwaltete Datenplattform als Grundlage für die Gestaltung von Logistik- und Mobilitätsstrukturen – eine Lücke, die der Logistik- und Mobilitätsatlas schließen könnte.

Um die notwendigen Entwicklungen realisieren zu können, müssen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft schnell handeln. Dazu hat die acatech vier zentrale Handlungsempfehlungen im Hinblick auf die Forschungsförderung und Technologieentwicklung formuliert. Erstens sollten Unternehmen der Logistikwirtschaft einen wesentlichen und messbaren Beitrag zur internen und externen Forschung und Entwicklung leisten und eine aktive Forschungs- und Entwicklungsstrategie verfolgen. Zweitens sollten „smart logistics“ und „smart mobility“ in der staatlichen Forschungsförderung stärkere Berücksichtigung finden. Notwendig seien die zügige Entwicklung der Schlüsseltechnologien, der Integrations- und Interoperabilitätsstandards sowie die Qualifizierung der erforderlichen Fach- und Führungskräfte. Drittens sei die Entwicklung und Harmonisierung von Standards für Informations- und Kommunikationsprozesse sowie die Normung technischer Komponenten in Logistik- und Reiseketten voranzutreiben. Und viertens sollten Modellprojekte für innovative Lösungen in der Logistik und Mobilität mit hoher Strahlkraft initiiert werden. Nur so könne das Ziel erreicht werden, die gesellschaftliche Wahrnehmung von Mobilität und Logistik in den Vordergrund zu rücken.





## Logistische Zukunftsvisionen

Automatisierte und emissionsarme Schiffe, minimalinvasive Rohstoffförderfabriken am Meeresboden, das sind die „Visionen 2030“ der Arbeitsgruppe Waterborne in der Fraunhofer-Allianz Verkehr. Auf dem jährlichen „Forum Waterborne“ stellten sie die Zukunftsprojekte der maritimen Logistik vor.

Europa besitzt eine Küstenlänge von 117.000 Kilometern, 22 Mitgliedsstaaten verfügen über einen eigenen Seezugang, ideale Voraussetzungen für Logistik über den Seeweg. Trotzdem werden noch immer 44 % des europäischen Binnenhandels über die Straße geregelt. Die Folge sind stark überlastete Verkehrswege an Land und eine hohe Konzentration an umweltschädlichen Emissionen in bestimmten Ballungsräumen. Mit einem stärkeren Fokus auf die Schifffahrt könnte sich das ändern: Intermodale Transportketten, basierend auf Kurzstreckenverkehr zu Wasser und an Land, bieten die Chance wachsende Transportaufkommen zu bewältigen, Umweltauflagen zu erfüllen und insbesondere Randgebiete von Europa schneller zu erreichen.

### Gebündelte Kompetenzen für die Zukunft

Die Arbeitsgruppe „Waterborne“ (zu deutsch: auf dem Wasser), der Fraunhofer-Allianz Verkehr widmet sich den Herausforderungen des maritimen Sektors und diskutiert neben den Möglichkeiten durch vorhandene Kompetenzen auch die Visionen der Zukunft. Die enge und themenbezogene Arbeit von acht Fraunhofer-Einrichtungen ermöglicht durch den Transfer von Know-how bedarfsgerechte und ganzheitliche Lösungen, auch in neuen Anwendungsbereichen. Auf dem zweiten „Forum Waterborne“

in Hamburg trafen sich in diesem Jahr Experten, um die Ziele bis 2030 vorzustellen.

Die „Vision Seaway 2030“ ist eines davon. Den Herausforderungen durch wachsenden Welthandel und steigende Emissionen will man mit automatisiertem Schiffsverkehr und Hafenbetrieb sowie Antrieben aus erneuerbaren Energien begegnen. Einen emissionsarmen Seetransport zu ermöglichen, neue Hafenkapazitäten zu schaffen, Arbeitsplätze von Offshore nach Onshore zu verlagern und dabei die allgemeinen Kosten zu senken sind die zentralen Absichten. Die automatisierten, emissionsarmen Schiffe sollen beim Antrieb durch segelförmige Tragflügel, Drachen oder Flettner-Rotoren von der Windenergie profitieren. Flettner-Rotoren sind große Zylinder, die durch einen Motor zur Rotation gebracht werden und dadurch bei Wind eine Kraft quer zur Anströmung erzeugen, die das Schiff vorwärts treibt, auch bekannt als Magnus-Effekt. Einzelne Versuche mit entsprechenden Antrieben sind bereits im Einsatz, seit 2011 ist beispielsweise das „E Ship 1“ mit Flettner-Rotoren unterwegs. Entwicklungs- und Forschungsbedarf besteht jedoch noch beim hohen Platzbedarf und Wartungsaufwand der Anlagen sowie den eingeschränkten Einsatzzeiten abhängig vom Wind. Zur Automatisierung setzt man auf intelli-



gente Steuerungssysteme, die eine ständige Routenoptimierung per GNSS/GPS vornehmen und eine Echtzeitanpassung an die besten Windbedingungen vornehmen. In Küstennähe oder bei der Anfahrt konventioneller Häfen sollen Boarding Crews die Steuerung der Schiffe übernehmen.

Ebenfalls geplant sind Automatisierungen und Teilautomatisierungen von Häfen. Um die Hafenkapazitäten dem wachsenden Handel anzupassen, stellt man sich automatisierte Hafenplattformen vor der Küste vor. Damit wären gleich mehrere Probleme gelöst: Entsprechende Plattformen sind flexibel beweglich, die Kapazitäten nahezu uneingeschränkt erweiterbar und es bestehen keinerlei Einschränkungen beim Tiefgang. Von Vorteil sind solche Offshore-Häfen insbesondere als Umschlagort für die Binnenschifffahrt. Der Energiebedarf entsprechender Anlagen soll direkt vor Ort über erneuerbare Energien gedeckt werden. In Betracht kämen dafür besonders Offshore Windanlagen.

### Rohstoffgewinnung spielt eine zentrale Rolle

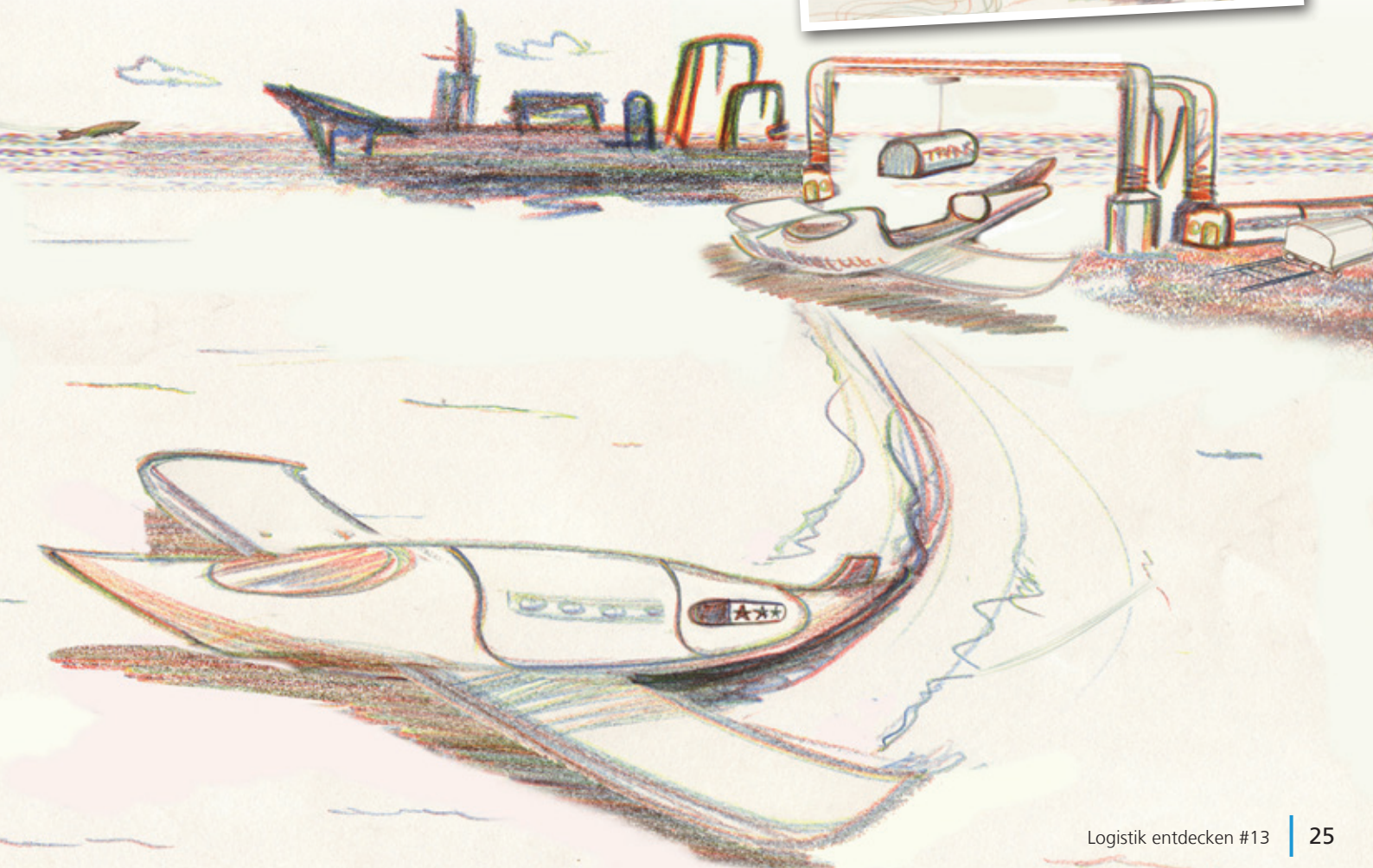
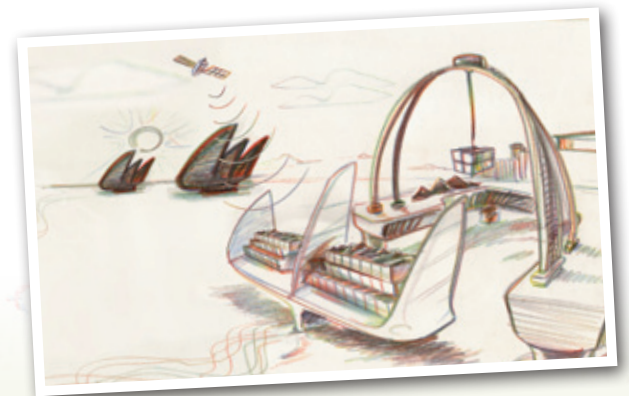
Eine weitere Vision ist die „Maritime Mining Factory“. Knappe Rohstoffe bei gleichzeitig steigendem Bedarf, die strategische Bedeutung der Wirtschaftlichkeit von Rohstoffgewinnung und die zunehmende Sensibilisierung für den Umweltschutz führten zu der Idee. Die „Maritime Mining Factory“ besteht aus mehreren autonom arbeitenden Förderfahrzeugen, die mit „minimalinvasiven“ Eingriffen Rohstoffe aus dem Meeresboden fördern sollen. Anschließend erfolgt die Löschung der Ladung an Schiffen, die den Abtransport regeln. Auf diese Weise sollen maritime Ressourcen nutzbar werden, ohne zu große Eingriffe im Ökosystem vornehmen zu müssen. Doch auch bei dieser Vision besteht noch erheblicher Bedarf an Forschung und Entwicklung.

Beim Schiffsbau werden robuste Bauformen und druckneutrale Systeme benötigt sowie spezielle Konzepte für Explorations- und

Förderschiffe. Von der Meerestechnik erhofft man sich Techniken zum Auffinden lohnender Fördergebiete, zur Unterwassernavigation der autonomen Fördereinheiten und zum minimalinvasiven Abbau der Rohstoffe. Ebenso erörtert werden muss die Wartung und Überwachung der Fördereinheiten und deren Transport von einem Fördergebiet zum nächsten.

In jedem Fall werden umfassende Kompetenzen und interdisziplinäre Forschung benötigt, um den Visionen 2030 näher zu kommen. Neben den Kompetenzfeldern Schiffsbau, Meerestechnik und Logistik spielt auch die maritime Politik eine entscheidende Rolle. Juristische Fragen der Bodennutzung und Regularien zum Bergbau am Meeresboden und für die automatisierte Schifffahrt müssen erarbeitet werden. Zudem ist die Sicherheit der Güter und Anlagen von hoher Priorität, nicht zuletzt um Piraterie zu verhindern.

Auch wenn in den Visionen insgesamt noch viel Zukunftsmusik steckt, zu den meisten Ansätzen existieren bereits erste Umsetzungen in der Praxis, wie das Beispiel des „E Ship 1“ zeigt. Zudem findet sich ein Konzept zu autonomen Schiffen auch im Siebten EU-Forschungsrahmenprogramm wieder.



# Vom Automatischen Kleinteilelager in den Briefkasten

Die FernUniversität Hagen zählt über 74 000 Studenten – und alle erhalten sie per Post individuell ihre Vorlesungsskripte, Übungsblätter und Leistungsnachweise. Das bedeutet mehr als 6 000 Sendungen pro Tag. Die Paletten für die Bereitstellung stapeln sich auf dem Boden des Logistikzentrums, die Platzverhältnisse sind beengt. Mithilfe des Fraunhofer IML wird dem jetzt Abhilfe geschaffen: Ein Automatisches Kleinteilelager soll die Warenbereitstellung vereinfachen.

Die Zahl der Studenten an der FernUniversität Hagen ist in den letzten Jahren stark angewachsen – und damit die Herausforderungen für ihr Logistikzentrum. Um die Kommissionierung und Verpackung von täglich tausenden individuell zusammengestellten Studienunterlagen bewältigen zu können, sah sich die FernUniversität gezwungen, nach neuen Systemen für die Sendungszusammenstellung zu suchen. Also soll die gegenwärtig überwiegend palettenbasierte Warenbereitstellung für ein ausgewähltes Artikelspektrum zukünftig mit einem Automatischen Kleinteilelager kombiniert werden, welches die manuellen Kommissionierarbeitsplätze über eine Fördertechnik versorgen wird.

Das neue System bringt mehrere Vorteile mit sich: Zum einen werden die Laufwege der Mitarbeiter deutlich verringert und durch den Wegfall der rein palettenbasierten Bereitstellung die Platzverhältnisse deutlich verbessert. „Darüber hinaus soll insbesondere zu Semesterbeginn die Kommissionierleistung erhöht werden, um auch bei weiter steigender Anzahl der Studierenden die Materialien termingerecht zustellen zu können“, sagt Semhar Kinne, wissenschaftliche Mitarbeiterin des Fraunhofer IML.

### Erprobte Ergonomie

Um die Prozessabläufe an den Kommissionierstationen möglichst ergonomisch zu gestalten, beauftragte die FernUniversität das Fraunhofer IML mit der Entwicklung eines Versuchsstandes, an dem die Arbeitsabläufe nachgestellt und erprobt werden können. Dazu wurde ein exemplarischer Kommissionier-Aufbau in den bestehenden Förderkreislauf der Energieeffizienzanlage im openID-center des Fraunhofer IML geplant.

„Dabei war es dem Auftraggeber wichtig, eine hohe Akzeptanz unter den eigenen Mitarbeitern für die Umgestaltung zu schaffen, da sich deren zukünftiger Arbeitsplatz wesentlich verändern wird“, erklärt Kinne. Um die Mitarbeiter dabei möglichst früh



miteinzubeziehen, wurde in der Versuchsreihe nicht nur die ergonomische Gestaltung im Hinblick auf Arbeitshöhe, Anordnung der Anzeige- und Bedienelemente sowie Zugriffswinkel individuell nach Größen- und Geschlechterverteilung erprobt. Ein wichtiger Bestandteil waren ebenso Interviews, in denen sich die Mitarbeiter zu organisatorischen Aspekten äußern konnten. „Die so gewonnenen Erkenntnisse über Verbesserungspotenziale im Prozessablauf des Kommissionierbahnhofes fließen gleichermaßen in die Planung ein wie auch die Ergebnisse der ergonomischen Tests“, so Kinne. Weitere Aufgabenschwerpunkte lagen neben der Konstruktion selbst in der Softwareentwicklung, der Behälteridentifizierung mittels RFID-Technologie sowie in der Einbindung von Pick-by-Light-Modulen.

Im November 2011 konnte der Kommissionierbahnhof schließlich erfolgreich im openID-center in Betrieb genommen werden. Eine dreitägige Versuchsreihe mit knapp 30 Mitarbeitern der FernUniversität Hagen zeigte, dass für nahezu alle Probanden ergonomisch angenehme Einstellungen gefunden werden konnten. Weiterhin lieferte die abschließende Auswertung wichtige Erkenntnisse für die Planung des zukünftigen Arbeitsplatzes und des Prozessablaufs. Die gewonnenen Erkenntnisse bilden nun die Grundlage für eine Ausschreibung durch die FernUniversität zur Realisierung der Kommissionierarbeitsplätze.

Der Versuchsstand des Kommissionierbahnhofes bleibt übrigens auch nach Projektabschluss im Fraunhofer IML bestehen. Denn der modulare Aufbau ermöglicht Anpassungen an andere Kommissioniertätigkeiten und kann somit für weitere Versuchsreihen verwendet werden.



## FTS Fachtagung an neuer Wirkungsstätte



Unter dem Motto „Vielfalt und Effizienz – Best-Practice-Lösungen mit FTS“ findet die renommierte FTS-Fachtagung in diesem Jahr, am 20. September, erstmals am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund statt.

Die FTS-Fachtagung wird jedes zweite Jahr veranstaltet und hat sich im Laufe ihrer 20-jährigen Tradition zum wichtigsten Branchentreffen in diesem Bereich entwickelt. Zu den Teilnehmern und Zielgruppen gehören Personen und Unternehmen, die sich bereits mit Fahrerlosen Transportsystemen beschäftigen oder zukünftig an solchen interessiert sind. Darunter FTS-Hersteller und Komponentenhersteller, Planer und Berater aus dem Bereich Intralogistik sowie verschiedene Forschungsinstitute. Fachlicher Träger ist das Forum-FTS und der VDI-Fachausschuss FTS, der die Veranstaltung ursprünglich ins Leben gerufen hat. 2012 organisiert zum ersten Mal das Fraunhofer IML in Dortmund die Fachtagung. Von 1991 bis 2000 war die Universität Duisburg, von 2002 bis 2010 die Universität Hannover Veranstaltungsort.

Das Vortragsprogramm steht in diesem Jahr unter dem Motto „Vielfalt und Effizienz – Best-Practice-Lösungen mit FTS“. Anwender und Betreiber aus den unterschiedlichsten Branchen werden im Rahmen der Tagung über ihre Erfahrungen mit FTS berichten und bieten somit interessante Einblicke in die Praxis. In den Vorträgen sind die Bereiche Krankenhauslogistik, Kommissionierung und Versandhandel ebenso vertreten wie die Automobil- und Lebensmittelindustrie. Dabei werden Planung, Wahl und Beschaffung der FTS ebenso betrachtet wie Inbetriebnahme und Modernisierung.

Neben den Fachvorträgen haben auf der begleitenden Ausstellung Fahrzeughersteller ebenso wie Komponenten- und Zulieferer die Möglichkeit, sich den Tagungsteilnehmern vorzustellen. Insbesondere über neue Entwicklungen und die Leistungsfähigkeit der Branche werden die ca. 15 ausstellenden Unternehmen informiert. Das Tagungsprogramm ist so gestaltet, dass es ausreichend Gelegenheit gibt, die Fachausstellung zu besuchen. Darüber hinaus besteht für alle Teilnehmer bereits bei der traditionellen Vorabendveranstaltung am Mittwoch, 19. September, um 19 Uhr im Foyer des Fraunhofer IML die Gelegenheit zu einem ersten Kennenlernen und Networking.

Die Anmeldung zu der Veranstaltung sowie weiterführende Informationen zur Tagung und der Fachausstellung sind unter [www.fts-fachtagung.org](http://www.fts-fachtagung.org) verfügbar.  
Termin: Donnerstag, 20. September 2012, 8.00 – 17.30 Uhr, Vorabendveranstaltung Mittwoch, 19. September 2012, 19.00 Uhr.  
Veranstaltungsort: Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund

### Kontakt

Fraunhofer IML  
Dipl.-Ing. Thomas Albrecht  
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2 - 4  
44227 Dortmund  
Telefon. +49 231 9743 423  
E-Mail: [thomas.albrecht@iml.fraunhofer.de](mailto:thomas.albrecht@iml.fraunhofer.de)

Forum-FTS  
Dr. Günter Ullrich  
Kronprinzenstraße 64  
46562 Voerde  
Telefon: +49 2855 303 79 45  
E-Mail: [info@forum-fts.com](mailto:info@forum-fts.com)



08:00 Uhr	<b>Registrierung und Ausgabe der Tagungsunterlagen</b>
08:30 Uhr	<b>Beginn der Fachausstellung</b>
09:00 Uhr	<b>Eröffnung der Tagung</b> durch Dr.-Ing. Günter Ullrich
09:10 Uhr	<b>Begrüßung und Impulsvortrag</b> Innovationen in der Intralogistik Prof. Dr. Michael ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik, Dortmund
09:30 -10:00 Uhr	<b>Kliniklogistik mit Fahrerlosen Transportfahrzeugen</b> Projekt- und Betriebserfahrungen seit Anfang 2011 Mag. (FH) Harald Keckeis, Leiter Finanzen und Controlling, FTS-Projektbeauftragter Voralberger Krankenhaus-Betriebsgesellschaft, Feldkirch, Österreich
10:00 -10:30 Uhr	<b>Ver- und Entsorgung von Druckmaschinen mit FTS</b> Erfahrungsbericht über 10 Jahre Anlagenbetrieb Michael Jansen, TSB Tiefdruck Schwann-Bagel, Mönchengladbach
10:30 Uhr	<b>Besichtigung der Fachausstellung und Gelegenheit für Fachgespräche</b> Kaffee und Kaltgetränke
11:15 -11:45 Uhr	<b>Laser Guided AGV to Improve Productivity in Traktors Assembly</b> AGVs deliver parts to assembly areas and support order picking Sami Savolainen, Development Engineer, Valtra Oy, Suolahti (FI)
11:45 -12:15 Uhr	<b>Präzision in 10 m Höhe – Vollautomatische Schmalgangstapler im Kakaolager</b> Ausrüstung der Geräte, Betriebserfahrungen, Betriebs- und Wartungskonzept Marcel Blomjous, Site Manager für das Gesamtsystem bei DSV Solutions BV, Amsterdam
12:15 Uhr	<b>Mittagsbuffet</b> Besichtigung der Fachausstellung und Gelegenheit für Fachgespräche
13:45 -14:15 Uhr	<b>Elektrische Energiespeicher für den Einsatz in Fahrerlosen Transportfahrzeugen</b> Möglichkeiten und Grenzen, insbesondere auch der neuen Speichertechnologien Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Dirk Uwe Sauer Lehr- und Forschungsgebiet Elektrochemische Energiewandlung und Speichersystemtechnik Institut für Stromrichtertechnik und Elektrische Antriebe ISEA, RWTH Aachen
14:15 -14:45 Uhr	<b>Fahrerlose Transportfahrzeuge verbinden Produktions- und Lagerbereiche</b> Lasergeführte automatisierte Gabelfahrzeuge in der Gummibären-Produktion Sven Richter, Logistikleiter der Trolli GmbH in Hagenow
14:45 Uhr	<b>Besichtigung der Fachausstellung und Gelegenheit für Fachgespräche</b> Kaffee und Kaltgetränke
15:45 -16:15 Uhr	<b>Dynamische Kommissionierung mit Fahrerlosen Transportfahrzeugen</b> Innovative Logistikköslung im Versandzentrum Ohrdruf der OTTO-Group Jürgen Dietsch, Leiter Projektteam Logistik Systementwicklung, Hermes Logistik, Ohrdruf
16:15 -16:45 Uhr	<b>Automatisierte Schubmaststapler im »schmalen« Breitgang</b> Seriengeräte als Basis für FTF - Erfahrungen aus Inbetriebnahme- und Betrieb Michael Sievers, Leiter Logistik der Heideblume Molkerei Elsdorf-Rotenburg AG
16:45 Uhr	<b>Schlusswort durch Dr.-Ing. Günter Ullrich</b>
17:30 Uhr	<b>Ende der Fachausstellung</b>

## WMS Datenbank erobert Europa

Seit über zehn Jahren unterstützt das Fraunhofer IML mit der WMS-Datenbank auf [www.warehouse-logistics.com](http://www.warehouse-logistics.com) Anwender und Anbieter bei der Auswahl und Vermarktung von Warehouse-Management-Systemen. Nach dem Erfolg in Deutschland ist nun auch eine französische Version online.

Die Datenbank auf [www.warehouse-logistics.com](http://www.warehouse-logistics.com) ist mit knapp 90 Prozent der relevanten Anbieter von Warehouse-Management-Systemen (WMS) die weltweit umfangreichste Plattform dieser Art. Sie kategorisiert Leistungen und Produkte nach umfassenden und aussagekräftigen Kriterien und bereitet die entscheidenden Informationen für Anwender, Anbieter und Berater auf. Anwender haben mithilfe eines Assistenzsystems – der WMS-Online-Auswahl – die Möglichkeit, aus mittlerweile über 95 verschiedenen Systemen die für sie geeignetste Lösung ausfindig zu machen. Ein umfassender Fragebogen, der alle relevanten Aspekte berücksichtigt, dient als Grundlage der Auswahlhilfe. WMS-Anbieter und -Anwender werden mithilfe der Plattform passgenau zusammengeführt, so dass sich für beide Seiten entscheidende Vorteile ergeben.

Die in der Datenbank gelisteten Systeme werden von den Experten des Fraunhofer IML validiert. Auf Grundlage der abgefragten Daten erfolgt anschließend selbständig die Auswahl durch den Kunden beziehungsweise das Benchmarking durch den Hersteller. Bei der Erstvalidierung eines WMS werden alle Herstellerangaben überprüft, darunter sämtliche in der WMS-Online-Auswahl selektierbaren Kriterien. Um eine gleichbleibend hohe Qualität zu gewährleisten, erfolgt jährlich eine Folgevalidierung der Systeme sowie eine Aktualisierung des Fragebogens. „Mit unserer Unabhängigkeit und der Zertifizierung des Validierungsverfahrens nach DIN EN ISO 9001 verfügt die Datenbank über zwei außergewöhnliche Alleinstellungsmerkmale“, betont Tim Geißen, Projektleiter Internationalisierung des Team warehouse logistics am Fraunhofer IML.

### Landerspezifische Lösungen öffnen Türen

Der WMS-Markt wird zunehmend internationaler und ein Großteil der WMS-Anbieter folgt seinen weltweit tätigen Kunden. Der WMS Marktreport 2010 bestätigt, dass 21 Prozent der WMS-Anbieter in Deutschland bis zu 100 internationale Kunden betreuen. 17 Prozent haben sogar bis zu 200 Kunden weltweit und zehn Prozent über 500. Diesem Trend folgend war auch für die WMS-Datenbank von Anfang an neben der deutschen eine englische und eine niederländische Sprachversion verfügbar. Seit 2011 existiert zudem eine italienische Übersetzung.

Für das Team warehouse logistics ist die Internationalisierung ein wichtiger Aspekt. Aus diesem Grund wurde auch intensiv an der Umsetzung einer eigens auf den französischen Markt zugeschnittenen WMS-Datenbank gearbeitet. Der französische WMS-Markt bietet auf Grund der geografischen Nähe großes Potenzial für Anbieter, die sich neben dem weitgehend gesättigten deutschen Markt neue Kundenkreise erschließen wollen. Gleichzeitig ist der Markt in Frankreich eine Herausforderung, da er sich in mancherlei Hinsicht deutlich von anderen europäischen Märkten unterscheidet. Eine einfache Übersetzung der Website erschien deshalb als unzureichend, und eine neue Plattform, die unter [www.warehouse-logistics.fr](http://www.warehouse-logistics.fr) zu erreichen ist, wurde ins Leben gerufen.

Die Unterschiede zwischen dem deutschen und dem französischen WMS-Markt werden auch im Rahmen des zurzeit erarbeiteten Marktreports für Frankreich thematisiert. Aus diesem geht





beispielsweise hervor, dass in französischen Unternehmen bei der Lagerverwaltung noch vielfach individuelle Lösungen verwendet werden, da Prozesse auf manuellen Abläufen basieren. In Deutschland haben sich hingegen industrieweite Standardisierungen von Prozessen weitgehend durchgesetzt. Der Marktreport zeigt ebenso, dass in Frankreich bisher wenige internationale WMS-Anbieter aktiv sind. Besonders in ausgewählten Branchen, für die ein WMS-Anbieter aus dem Ausland spezifisches Know-how anbietet, besteht daher die Möglichkeit Fuß zu fassen. Die endgültige Version des Marktreports Frankreich wird voraussichtlich im September 2012 erscheinen.

Bei der Erstellung des Marktreports und beim Aufbau der Plattform für Frankreich kooperiert das Fraunhofer IML mit Experten vor Ort. Das Institute Francais de Mécanique Avancée (IFMA) in Clermont-Ferrand ist eine Ingenieursschule, die Logistikforschung und -ausbildung kombiniert. Bereits seit mehreren Jahren besteht zwischen dem Fraunhofer IML und dem IFMA eine Kooperation zum Studentenaustausch, sodass die bisherige Partnerschaft nun ausgebaut werden konnte.

Die Erfahrungen der letzten Jahre auch aus anderen europäischen Ländern zeigen, dass die Sprachbarriere und kulturelle Unterschiede viele Unternehmen davon abhalten, ein WMS von einem ausländischen Anbieter zu beziehen. Das Anbieten der Datenbank in verschiedenen Sprachen und nun auch in einer eigens auf den französischen Markt zugeschnittenen Version soll diese Barrieren abbauen und Anwender und Anbieter über Landesgrenzen hinweg zusammenführen. In diesem Zusammenhang sind auch die regionalen Kooperationspartner im Ausland von zentraler Bedeutung. Sie übernehmen die beratenden Dienstleistungen und validieren die WMS der Anbieter vor Ort. Für Italien wird diese Aufgabe von der Trevi S.p.A. in Cesena/Italien übernommen, unterstützt von der in Dortmund sitzenden Induvation GmbH, einem Spin-off des Fraunhofer IML. Trevi S.p.A. ist der größte italienische Vertragspartner der Linde Material Handling GmbH und fokussiert neben dem Verkauf von Staplersystemen auch die Ausarbeitung von Komplettlösungen im Bereich Logistik. Für die Benelux-Staaten wird voraussichtlich im September 2012 der regionale Kooperationspartner vorgestellt werden. In Frankreich sucht man im Zuge des Datenbank-Aufbaus noch nach einem geeigneten Partner.

## Selbst vergleichen oder vergleichen lassen

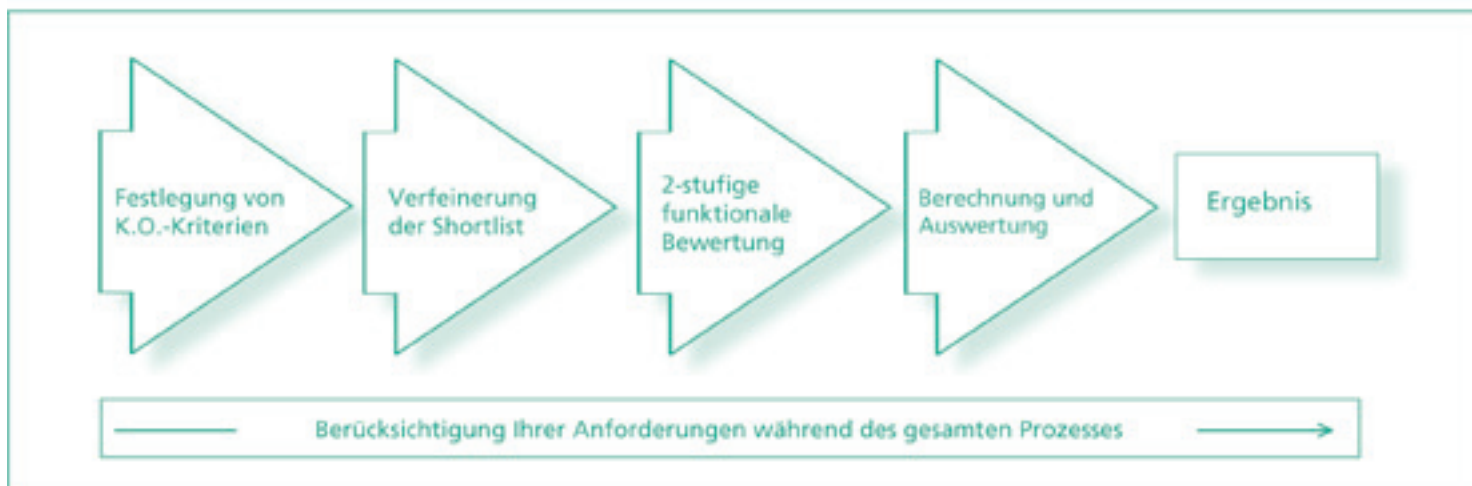
Neben der Online-Plattform bietet das Team warehouse logistics auch umfassende Beratungsdienstleistungen an. In Interviews und Workshops werden betriebliche Abläufe, projektspezifische Kennzahlen, Strukturen und Schnittstellen aufgenommen und durch planungsrelevante Rahmenbedingungen und Vorgaben ergänzt. Basierend auf der Ist-Analyse und zukünftigen Anforderungen wird dann ein Sollkonzept erstellt. Hierbei wird ein breites Spektrum planerischer, organisatorischer und technischer Aspekte berücksichtigt, aus denen abschließend die Ausschreibung resultiert. Auf Wunsch begleitet das Team warehouse logistics die Unternehmen bis zur Inbetriebnahme des Systems.

Hinter der Plattform und den Services für WMS-Anwender, -Anbieter und -Berater steht ein 15-köpfiges Team aus erfahrenen Ingenieuren, Informatikern, Logistikern und Marketing-Experten des Fraunhofer IML. Auslöser für die Entstehung der Plattform im Jahre 2000 waren immer wiederkehrende Probleme bei der IT-Auswahl, mit denen sich die Experten im Rahmen von Planungsprojekten konfrontiert sahen. „Wir mussten im Grunde in jedem Projekt wieder einen umfassenden Vergleich anstellen, um ein geeignetes WMS zu finden. Das war im Rahmen der Projektlaufzeit gar nicht realisierbar“, berichtet Geißen.

Daher entschloss sich das Team, eine Vergleichsplattform aufzubauen, die ebenso im Beratungsprozess zum Einsatz kommen wie auch selbstständig von Kunden genutzt werden kann. Das Team konzentrierte sich darauf, mit neuen Technologien und kreativen Konzepten mehr Transparenz in den dynamischen und komplexen WMS-Markt zu bringen. Ziel ist nach wie vor, die Marktteilnehmer zu vernetzen, um mit ihnen ganzheitliche Lösungen für intralogistische Herausforderungen zu entwickeln und ihre Leistungsfähigkeit zu optimieren.

Im Jahre 2012 wurden die Angebote vom Team warehouse logistics gleich zweimal ausgezeichnet: Das Team erhielt den „Industrie Preis“ des Huber Verlag für Neue Medien GmbH und den „Innovationspreis IT“ im Bereich „Industrie und Logistik“ der „Initiative Mittelstand“.

## Vier Schritte bis zum passenden WMS



## 360° IT-Projekte – Von der Ausschreibung bis zur Vertragsgestaltung

Die richtige Planung der eigenen Ressourcen ist für Unternehmen jeder Größe von zentraler Bedeutung. Meist werden dafür Enterprise-Resource-Planning-Systeme (ERP) eingesetzt, die in Form komplexer Software in der Lage sind, administrative wie operative Prozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette im Unternehmen abzubilden. Die Wahl des richtigen ERP-Systems gestaltet sich bei über 100 Produkten allein auf dem deutschen Markt jedoch häufig als echte Herausforderung. Zudem werden beim Vertragsabschluss die juristischen Aspekte häufig nicht ausreichend beleuchtet.

In Kooperation mit der auf IT-Recht spezialisierten Anwaltskanzlei Hoffman Liebs Fritsch & Partner bietet das Fraunhofer IML umfassende Unterstützung bei der Wahl und der Einführung des richtigen ERP-Systems. „Viele Unternehmen verwenden noch alte IT-Systeme aus den 1990er Jahren. Wenn ihr IT-Admin dann irgendwann nicht mehr erreichbar ist oder die Prozesse im Unternehmen zu komplex werden, entscheiden sich viele für ein modernes ERP-System“, erklärt Dipl.-Ing. Simon Werner, Projektleiter ERP-Auswahl des Fraunhofer IML. An dieser Stelle kommt die Beratung der Fraunhofer-Wissenschaftler ins Spiel. Sie unterstützt Unternehmen, spezifische Lösungen zu finden, um in Zukunft flexibel auf unternehmerische Anforderungen reagieren zu können und durch die Freisetzung ungenutzter Potenziale Wettbewerbsvorteile zu erzielen. Beraten werden Unternehmen aus nahezu allen Branchen, nicht nur aus dem Bereich Logistik.

### Individuelle Beratung in jeder Phase

Die meisten ERP-Systeme bieten vorkonfigurierte Prozesse, die die Geschäftsabläufe unterstützen sollen. Die größte Herausforderung für die Anwender ist im ersten Schritt, diese mit den eigenen Anforderungen abzugleichen. Dafür ist es wichtig, die Schwachstellen im eigenen Prozessablauf auffindig zu machen und diese in Soll-Konzepten zu berücksichtigen. Nur dann können alle Optimierungspotenziale genutzt und das ERP-System entsprechend angepasst werden. Das Ziel ist es, möglichst viele Workflows in

einem zentralen System zu vereinen, das macht den Betriebsablauf später einfacher.

Bei der ausführlichen Analyse vor Ort in Form von Workshops durch die Experten des Fraunhofer IML wird darauf geachtet, den regulären Betriebsablauf weitestgehend nicht zu beeinträchtigen. In der anschließenden Ausschreibungsphase und während der Vertragsverhandlungen mit den Software-Anbietern empfiehlt das Fraunhofer IML juristische Unterstützung durch eine spezialisierte Anwaltskanzlei. Seit 2011 besteht daher eine Kooperation mit der Kanzlei Hoffman Liebs Fritsch & Partner. Diese übernimmt die Vertragsausgestaltungen, damit im Anschluss keine Aspekte gegenüber dem Softwarehersteller ungeklärt bleiben. „Ein üblicher Fehler ist, dass Unternehmen einen reinen Dienstleistungsvertrag abschließen, dann hat man später keine rechtlichen Mittel, falls das System nicht läuft“, erklärt Werner. Besser sei es daher, neben einem Hauptvertrag verschiedene Unterverträge abzuschließen. In einer qualifizierten Beratung würde das berücksichtigt.

Die methodische ERP-Auswahl:

- Analyse und Optimierung des Betriebsablaufs. In Workshops werden die betrieblichen Abläufe analysiert und Lösungen für Schwachstellen ermittelt. Die Ergebnisse werden abschließend in Sollprozessen dokumentiert.
- Lastenhefterstellung. Die spezifischen Systemanforderungen







## ISTA-Symposium in neuer „Verpackung“

Das vierte European Packaging Symposium findet in diesem Jahr erstmals auf deutschem Boden statt. Die Veranstaltung wird von der ISTA Europe und dem Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML organisiert. Termin ist der 6. und 7. November 2012 am Fraunhofer IML in Dortmund.

Das Symposium bietet Unternehmen vielfältige Gelegenheiten zur Optimierung der eigenen Verpackungslogistik. Zu den Themenfeldern gehören die Reduzierung von Verpackungsschäden und Kosten sowie die Vermeidung von überflüssigen oder unwirtschaftlichen Verpackungsmaterialien. Betrachtet werden weiterhin Verbesserungen im Kundenservice durch optimierte und zuverlässige Verpackungen.

Die Vorträge haben intensiven praktischen Bezug und vermitteln Einblicke in ökonomische wie auch umwelttechnologische Verbesserungen von Verpackungssystemen für die verschiedenen Distributionsstrukturen. Aktuellste Test- und Prüfverfahren werden vorgestellt und ermöglichen es bereits im Vorfeld, Produkt, Verpackung und Logistik optimal aufeinander abzustimmen.

Das Symposium richtet sich sowohl an den Hersteller, Händler von Verpackungssystemen wie auch an den Anwender und andere Teilnehmer von Verpackungslogistik-Strukturen.

Die International Safe Transit Association (ISTA) ist eine Organisation, die sich auf die spezifischen Belange von Transportverpackungen spezialisiert hat. Ihr Bestreben ist es, Standards zu entwickeln sowie Instrumente zu liefern, welche die ökologische und ökonomische Verbesserung von Verpackungssystemen anstreben. Seit über 60 Jahren entwickelt die ISTA Testverfahren und zertifiziert

Verpackungen. Zudem ist sie Vorreiter, wenn es um verantwortungsvolles Verpacken geht. Mitglied der ISTA sind Speditionen, Unternehmen für Verpackungsmaterial sowie Testlabore.

Die Anmeldung zu dem Symposium erfolgt über die Internetseite der Veranstaltung. Dort sind zudem weitere Informationen über das Programm und die Referenten abrufbar.  
[www.iml.fraunhofer.de/ista](http://www.iml.fraunhofer.de/ista) oder [www.ista-europe.org](http://www.ista-europe.org)

### Termin:

**Dienstag, 6. November & Mittwoch 7. November 2012, jeweils 8.00 – 17.00 Uhr.**

**Veranstaltungsort:** Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund

### Kontakt:

Gerrit Hasselmann  
Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik  
Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2-4  
44227 Dortmund  
Telefon +49 231 9743-302  
E-Mail: [gerrit.hasselmann@iml.fraunhofer.de](mailto:gerrit.hasselmann@iml.fraunhofer.de)



## Dienstag 6. November

08:00-09:00	<i>Kaffee und Croissants</i>
09:00-09:20	<b>Welcome to Fraunhofer IML &amp; General introductions</b>
09:20-09:30	<b>Welcome from ISTA</b>
09:30-09:45	<b>Benefits of ISTA Package Testing to the End Users</b> , Matt Houghton, Sealed Air
09:45-10:00	<b>Meet your fellow attendees</b>
10:00-10:30	<b>A Mix of Case Studies</b> , Mats Lundgren, Ericsson AB
10:30-11:00	<b>New Opportunities and Challenges within the Intercontinental Packaging</b> , Marcelo Di Benedetto, CHEP Deutschland GmbH Automotive & Industrial Solutions
11:00-11:30	<i>Pause</i>
11:30-12:00	<b>Transport of Cool Chain Packaging</b> , Judith Kreyenschmidt, University Bonn, Cold-Chain Management Group
12:00-12:30	<b>PRC-PSD Study Update - Pursuing the development of a China National Random Vibration Standard</b> , Eric Joneson, Lansmont Corporation
12:30-13:00	<b>Sustainability of Packaging</b> , Barbara Tišler - Slovenian Packaging Institute
13:00-14:15	<i>Mittagspause</i>
14:15-14:30	15-min session
14:30-15:00	<b>Modern Unit Load Devices – A Cornerstone of Transport and Information Interface</b> , Niko Hossain, Lufthansa Cargo
15:00-15:30	<b>Packaging's Contribution to Sustainable Product Supply Chains</b> , Jane Bickerstaffe, INCPEN - the Industry Council for Packaging & the Environment
15:30-15:45	<i>Pause</i>
15:45-16:15	<b>Packaging Tests Aiming at Transport Damage Reduction</b> , Marc Juwet, KAHO
16:15-16:45	<b>Close to reality – Tailoring Tests to Cover Additional Demands</b> , Christoph Rohr, Bosch and Siemens Home Appliances
16:45- 17:00	Day 1 wrap-up

## Abendveranstaltung

## Mittwoch 7. November

08:00-09:00	<i>Kaffee und Croissants</i>
09:00-09:30	<b>How to Optimize for Airfreight</b> , Stefan Wenner, Hewlett Packard
09:30-10:00	Professor Dr. Sadlowsky, BFSV
10:00-10:30	<b>Optimization of Packaging Spectra with the Help of a Software Tool</b> , Sebastian Schnier & Andreas Hörskén, DHL & Fraunhofer IML
10:30-11:00	<i>Pause</i>
11:00-11:30	<b>Correlation Studies on Vibration Tests</b> , David Shires, Smithers Pira
11:30-12:00	Matt Houghton, Sealed Air
12:00-12:30	<b>Packaging Forensics and its Role to Reduce Liability and Risk from Transport Packaging</b> , Dr. S. Paul Singh, Packaging Forensics Assoc. Inc.
12:30-13:45	<i>Pause</i>
13:45-14:00	<b>Top Three Packaging Issues</b> - Discussion
14:00-14:30	<b>Risk for Packaging by Load Securing Measures</b> , Gerrit Hasselmann, Fraunhofer Institute Materialflow and Logistics
14:30-15:00	<b>New Approaches to Vibration Simulation</b> , Mark Chomiczewski/ Jordan Van Baren, Vibration Research Corporation
15:00-15:30	To be determined
15:30-15:45	<i>Pause</i>
15:45-16:15	<b>Q&amp;A Session</b>
16:15-17:00	Facility Tour



## Energiesparen in Logistik und Produktion

Die Verknappung der Rohstoffe und der hieraus resultierende Kostendruck zwingen Unternehmen zu einer ressourceneffizienteren Produktion, um langfristig am Markt wettbewerbsfähig zu sein. Wie durch eine Abstimmung von Logistiknetzwerken und Produktionsumfeld eine bessere Energieeffizienz zu erreichen ist, untersucht das Forschungsprojekt »E<sup>2</sup>Log – Energieeffizienz in Logistik und Produktion«.

Neben den klassischen Zielgrößen der Logistik wird zukünftig der Energieverbrauch von entscheidender Bedeutung für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens sein. Laut einer Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung entfallen rund 40 Prozent des Primärenergieverbrauchs auf das Produktionsumfeld. Die Logistik steuert und gestaltet die Prozesse entlang der Wertschöpfungskette und beeinflusst damit auch in erheblichem Maße die effiziente Nutzung von Energie. Bisherige Ansätze zur Verbesserung der Ressourceneffizienz in Wirtschaft und Forschung beschränken sich auf die reinen Herstellprozesse und auf das einzelne Unternehmen. In Anbetracht internationalisierter Handelsbeziehungen und Warenströme wird es jedoch zunehmend wichtiger, die Logistik – sowohl innerbetrieblich als auch außerbetrieblich – einer energetischen Optimierung zu unterziehen.

### Energieeffizienz rückt in den Fokus von Produktionsnetzwerken

Eine Optimierung des Produktionsumfeldes wird auch in Zukunft nicht alleine auf eine maximale Energieeffizienz ausgerichtet erfolgen. Vielmehr muss Energieeffizienz als das Verhältnis aus Leistung und Kosten des Produktions- und Logistiksystems gesetzt werden. Um eine verbesserte Energieeffizienz zu erreichen, benötigen Unternehmen daher möglichst umfangreiche Informationen, welche Auswirkungen eine Maßnahme auf die klassischen Zielgrößen wie Bestandsentwicklung, Termintreue und Kapazitätsauslastung einer-

seits und die neue Dimension Energie andererseits hat. Nur mit der Kenntnis dieser Wirkzusammenhänge wird eine ökonomische und gleichzeitig an Energieeffizienz orientierte Neugestaltung eines Produktionsnetzwerkes möglich sein.

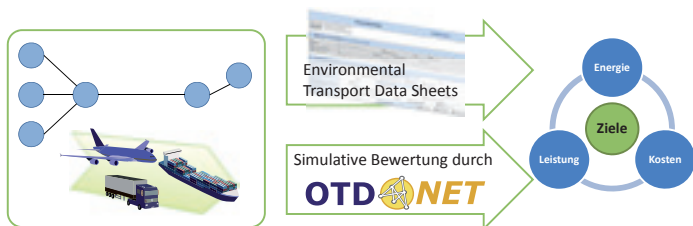
Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Projekts „E<sup>2</sup>Log“ soll durch eine energieeffiziente Gestaltung der Logistik und des Produktionsumfeldes der Energieverbrauch des Wertschöpfungsprozesses verringert werden. An dem Projekt sind neben dem Fraunhofer IML acht Partner aus Industrie und Forschung beteiligt. „Ziel des Projekts E<sup>2</sup>Log ist es, eine verbesserte Gesamteffizienz zu erreichen, bei der auch die Kosten und die Anforderungen der Produktion in den Logistiknetzwerken berücksichtigt werden“, erklärt Dr.-Ing. Frank Ellerkmann, Projektleiter am Fraunhofer IML. Dazu werden Methoden und Instrumente zur Planung und Gestaltung des Produktionsumfeldes unter Berücksichtigung energetischer Aspekte entwickelt. Die Energieverbraucher in Logistik und Produktion sollen erfassbar und in dynamischen, simulationsfähigen Modellen abbildbar gemacht werden. Der Einsatz dieser Modelle bietet dann die Grundlage für die Ableitung von Gestaltungsempfehlungen in Produktions- und Logistiknetzwerken.

### Simulation als Entscheidungshilfe

Zur Bewertung der Energieeffizienz einer Supply Chain werden im Wesentlichen zwei Simulationswerkzeuge verwendet:

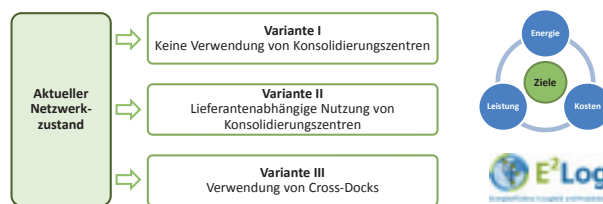


**Bild 1: Bewertung von Transportprozessen im Anwendungsfall „Globale Lieferkette“**



**Erläuterung:** Die Transportprozesse im globalen Liefernetzwerk werden anhand von Energiebedarf, logistischer Leistung und Kosten bewertet. Im realen Netzwerk finden dazu Messungen mithilfe der ETDS statt, während die Gestaltungsvarianten mithilfe des Werkzeugs OTD-NET simulativ bewertet werden.

**Bild 2: Ableitung von Gestaltungsvarianten**



**Erläuterung:** Aus dem aktuellen Netzwerkzustand sind drei Gestaltungsvarianten als Grundlage für simulationsbasierte Experimente abgeleitet worden, mit denen die Auswirkungen von Gestaltungsmaßnahmen auf die drei Zielgrößen untersucht werden.

„OTD-NETECO“ ermöglicht über eine Vielzahl an Parametern eine langfristige Gestaltung und Bewertung von Produktionsnetzwerken in ihrer vollen Komplexität. Der modellgestützte Ansatz von „OTD-NETECO“, der auf dem am Fraunhofer IML entwickelten Simulationswerkzeug „OTD-NET“ basiert, stellt Unternehmen Methoden zur Verfügung, um logistische Lösungskonzepte im Produktionsumfeld Szenario-bezogen zu bewerten, zu vergleichen und damit zu verbessern. „Ecoleano“ ist speziell auf die Bedürfnisse von kleineren und mittleren Unternehmen (kmU) zugeschnitten. Es nutzt auf der überbetrieblichen Ebene die technischen Funktionalitäten von „OTD-NETECO“, stellt dabei aber durch eine geringere Komplexität die Anwendbarkeit für kmU-spezifische Problemstellungen in den Vordergrund.

Die Simulationsmodelle helfen bei der Entscheidungsfindung, indem sie Handlungsalternativen nach energetischen, ökonomischen und leistungsbezogenen Zielgrößen integrativ bewerten. „Mit den Simulationen ist es möglich festzustellen, wie sich die Änderung eines bestimmten Prozesses kurzfristig, aber auch langfristig auf die Energieeffizienz auswirkt“, sagt Dipl.-Logist. Dipl.-Kfm. Jan Cirullies vom Fraunhofer IML. „Auf dieser Grundlage lässt sich für das Gesamtsystem die bestmögliche Entscheidung fällen.“

Beispielsweise wäre denkbar, dass für ein Unternehmen aus ökonomischer Sicht vier Umschlagszentren geplant sind, aus energetischer Sicht jedoch sieben Zentren optimal wären. Die Modelle helfen nun, eine Lösung unter Berücksichtigung der Zusammenhänge zwischen sämtlichen Prozessabschnitten zu erarbeiten. In insgesamt drei Anwendungsfällen wird zurzeit die Praxistauglichkeit der Simulationen und deren Nutzen überprüft:

- Energieeffizienz in der globalen Lieferkette
- Energieeffizienz im Produktionsverbund
- kmU-Anwenderforum

Die in das Projekt involvierten Unternehmen repräsentieren mit den Bereichen Automotive, Maschinenbau und Logistik drei wichtige und zukunftsweisende Branchen in Deutschland. Neben den konkreten Anwendungsfällen nimmt das kmU-Anwenderforum eine wichtige Rolle für die Demonstration und Validierung gewonnener Erkenntnisse ein.

### Fallstudien in globalen Ketten und Verbänden

In der Fallstudie „Energieeffizienz in der globalen Lieferkette“ wird am Beispiel der Produktion des Volkswagen Amarok in

Argentinien nach Verbesserungsmöglichkeiten beim Zusammenspiel einer hochkomplexen und globalen Lieferkette gesucht. Der Pick-Up Amarok wird in Pacheco in der Nähe von Buenos Aires gebaut, die Zulieferer sind jedoch über den gesamten Globus verteilt. Rund 1000 Teile, Komponenten und Module werden allein über Logistikzentren in Deutschland konsolidiert, hauptsächlich über das Logistikzentrum Wedemark. Üblicherweise erfolgt der Hauptlauf von Europa nach Argentinien per Schiffverkehr, der Vor- und Nachlauf per Lkw und Schienenverkehr. Beteiligt sind in diesem Anwendungsfall neben dem Fraunhofer IML und Volkswagen Nutzfahrzeuge die Logistikdienstleister DB Schenker und Kühne + Nagel.

„Da wir stetig an der Verbesserung der Energieeffizienz unseres Produktionsnetzwerks arbeiten, ist für uns die Teilnahme an dem Forschungsprojekt E²Log von hohem Interesse“, begründet Karl-Heinz Hüninghake, Logistikleiter der Marke Volkswagen Nutzfahrzeuge, das Engagement seines Unternehmens. Um möglichst genaue Simulationsdaten in die Modelle von OTD-NET einfließen zu lassen, werden Datenblätter, sogenannte „Environmental Transport Data Sheets“ (ETDS), erstellt. Eine erste Datenerhebung mithilfe der ETDS erfolgt zurzeit beim Projektpartner DB Schenker in Bamberg.

Untersuchungsschwerpunkt der Fallstudie „Energieeffizienz im Produktionsverbund“ ist die Lieferantenintegration und Bewertung des Herstellprozesses für Spritzgussteile hinsichtlich energetischer Effizienz bei WILLO, einem Pumpenhersteller in Dortmund. Verbunden mit einem modularen Mehrwegbehälter-Konzept findet eine Optimierung von Losgrößen statt, die die Wertschöpfungskette von den Zulieferern Volkert und Klingele bis hin zur Produktion berücksichtigt. Ziel ist es, im regionalen Produktionsverbund ein optimales Zulieferkonzept zu erarbeiten.

Ausgehend von einer energetischen Analyse des Produktionsumfelds und der Intralogistik des Leichtmetallproduzenten UniWheels wird die Grundlage geschaffen, innerhalb des Projekts weitere produzierende Unternehmen im Rahmen eines kmU-Anwenderforums zu integrieren.

Neben dem Fraunhofer IML ist das Wuppertaler Institut für Klima, Umwelt und Energie wissenschaftlicher Partner des Projekts. Die Projektlaufzeit ist bis Dezember 2013 festgelegt. Das Fördervolumen durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie umfasst eine Million Euro.

# Transporter unter Strom



Rasant steigende Kraftstoffpreise lassen jeden Einzelnen spüren, was die Endlichkeit der fossilen Rohstoffe bedeutet. In Kombination mit einem zunehmenden Umweltbewusstsein werden daher die Forderungen nach nachhaltigen Antriebstechnologien lauter. Das Projekt „Elmo – Elektromobile urbane Wirtschaftsverkehre“ greift diesen Trend auf, indem es Unternehmen bei der Einführung von Elektrofahrzeugen unterstützt.

In Zukunft wird gerade in urbanen Ballungsräumen die effiziente und ökonomisch sinnvolle Belieferung mit Waren und Dienstleistungen ein Problem darstellen. Kunden wünschen sich ein ständiges, umfangreiches Angebot an frischen Waren, das häufige, aber kleine Lieferungen mit sich bringt. Gleichzeitig sollen Auslieferungen möglichst emissionsfrei und leise erfolgen, um die Lebensqualität in den Städten nicht zu beeinträchtigen. Zudem herrscht Unsicherheit über zukünftige Verkehrsbeschränkungen für konventionelle Fahrzeuge in Umweltzonen oder das Einführen einer „City-Maut“. All dies verdeutlicht die Bedeutung von Alternativen zu herkömmlichen Transportfahrzeugen und Lieferkonzepten. Die Verkehrslogistiker des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik (IML) haben daher in Zusammenarbeit mit fünf Partnern das Projekt „Elmo“ ins Leben gerufen, um die Leistungsfähigkeit von elektrisch betriebenen Nutzfahrzeugen in Städten zu testen und diese effizienter zu machen. Damit entwickelt „Elmo“ zukunftsorientierte Lösungen für die Probleme moderner Großstädte.

### eNutzfahrzeuge sind bereits einsatzbereit

„eNutzfahrzeuge sind für Innenstadtverkehre bestens geeignet, da hier keine großen Reichweiten zurückgelegt werden müssen“, sagt Henning Schaumann, Projektleiter am Fraunhofer IML. Hinzu kommt, dass die Touren nur geringe Reichweiten und niedrige

Durchschnittsgeschwindigkeiten aufweisen, sodass schon heute verfügbare Fahrzeuge mit Reichweiten von knapp über 100 Kilometern problemlos für Kurzstreckenverteilerverkehre eingesetzt werden können. Ferner gilt es, Mitarbeiter im Umgang mit der Technik zu schulen und ein Netzwerk von qualifizierten Servicekräften aufzubauen, um das Risiko von Ausfallzeiten zu minimieren. Hierfür sollen im Projekt konkrete Lösungen erarbeitet werden, von denen andere Unternehmen später profitieren werden.

Zentrales Ziel des Projekts ist es, den Unternehmen den Einstieg in die Elektromobilität so einfach wie möglich zu machen und insgesamt vorherrschende „Berührungspunkte“ abzubauen. Das Fraunhofer IML unterstützt die Projektpartner daher beim Erwerb sowie der Einsatzplanung und hilft, Schwierigkeiten mit den neuen Fahrzeugen zu überwinden. Um die Akzeptanz zu erhöhen, sollen zudem die Lieferprozesse nur minimal geändert werden. Das Projektteam hofft, die entwickelten Konzepte später auch auf andere Unternehmen übertragen zu können und somit einen umfassenden Beitrag zur Einführung elektrisch betriebener Nutzfahrzeuge zu leisten. Langfristig wird die frühzeitige Umstellung und effiziente Nutzung von Elektrofahrzeugen einen Wettbewerbsvorteil gegenüber Konkurrenten bieten, da konventionelle Fahrzeuge zukünftig einer Reihe von Restriktionen unterworfen sein werden.





### Konkreter Praxiseinsatz bei den Projektpartnern

Die vier anwendenden Projektpartner verfügen über unterschiedliche Fahrzeuge, die zu verschiedenen Zwecken im Einsatz sind: ABB Busch-Jaeger Elektro hat beispielsweise ein Fahrzeug für Botenfahrten und den Zwischenwerksverkehr im Einsatz. Dieses wird mithilfe eines Schnellladungsverfahrens ständig einsatzbereit gehalten. Der Schwerpunkt der Erprobung liegt hier auf der Praktikabilität und Lebensdauer dieses Schnellladesystems.

UPS Deutschland hat sechs der unternehmenseigenen Lieferfahrzeuge im Rahmen des Projektes umgebaut. Hierzu erfolgt zunächst eine Aufarbeitung am Fahrzeuggestell, wodurch eine Lebensdauerverlängerung von über zehn Jahren erwartet wird. Seit Juli 2012 sind bereits drei Fahrzeuge mit einer Reichweite von 100 Kilometern in Betrieb, drei weitere mit einer Reichweite von bis zu 160 Kilometern werden folgen.

CWS-boco hat ebenfalls seit Juli 2012 zwei 7,5 Tonnen-Lkw im Gebrauch, die eine Reichweite von 130 Kilometern aufweisen. Der Spezialist für Arbeits- und Berufsbekleidung im Mietservice sowie für Waschromhygiene benutzte bis dato 5-Tonnen-Lkw, durch das höhere Gewicht der Batterien für den Elektroantrieb wurde jedoch eine größere Klasse notwendig.

TEDi Logistik hat sich dazu entschieden, zunächst ein Fahrzeug zu erwerben und nach einjähriger Projektlaufzeit ein zweites zu beschaffen. Der MAN-Laster mit 12 Tonnen Gesamtgewicht wird zurzeit von einem niederländischen Unternehmen zum Elektrofahrzeug umgebaut. Mit einem Zwischenstopp zum Aufladen soll das Fahrzeug in Zukunft zwei Touren täglich von insgesamt 240 km zurücklegen. „Bis jetzt sind wir sehr zufrieden mit den Ergebnissen. Keines der Fahrzeuge hat an typischen Kinderkrankheiten gelitten“, sagt Schaumann. Einzig über die Installation eines Dauerwarnsignals werde nachgedacht. Die Fahrzeuge seien so leise, dass die Projektpartner teilweise Sorge vor Unfällen mit Fußgängern hätten.

### Ein Leuchtturm für den Fortschritt

Im Juni 2012 wurde „Elmo“ zum Leuchtturmprojekt der Bundesregierung ausgewählt. Mit der Auszeichnung werden herausragende Projekte geehrt, die zum technischen Fortschritt und zur Kostensenkung in der Elektromobilität beitragen. Die Projektförderung durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung im Rahmen des Programms „Modellregion Elektromobilität“ umfasst 1,6 Millionen Euro und läuft bis August 2013. Weitere 1,2 Millionen Euro bringen die vier Anwendungspartner mit in das Projekt ein.





# Sicher ans Ziel

Zur Bekämpfung des Terrorismus fordern die USA, ab Juli 2014 sämtliche Transportcontainer vor der Verschiffung zu durchleuchten. Vor dem Hintergrund dieser nahezu unerfüllbaren und kostenaufwändigen Anforderung hat ein Team aus Wissenschaft und Praxis nun alternative Lösungen für die Sicherung von Transportketten insgesamt diskutiert. Durch das Projekt „SefLog“ soll sichere und effiziente Logistik möglich werden.

Terrorismus und globalisierte Kriminalität zwingen die Logistikwirtschaft, die Sicherheit der Lieferkette zu verbessern. Der Wettbewerb in der Logistik wird überwiegend über den Preis geführt. Daher haben kostenintensive Anforderungen der Sicherheit sofort wettbewerbliche Auswirkungen, insbesondere wenn diese einzelne und nicht alle Unternehmen oder Verkehrsträger gleichermaßen treffen. Daher sind beispielsweise auch Maßnahmen einzelner Staaten problematisch, wie die der USA. Das Projekt „SefLog“ folgt daher dem zentralen Gedanken, die wirtschaftlichen Möglichkeiten der global ausgerichteten Logistikbranche mit den Aspekten der Sicherheit in Balance zu bringen.

## Besonder gefährdete Prozessschritte

Das Fraunhofer IML untersucht im Rahmen des Projekts mit acht Partnern aus Wissenschaft und Praxis potenziell durch kriminelle Eingriffe gefährdete Momente in der Lieferkette. Dazu erstellten die Experten in der ersten Phase eine SWOT-Analyse der Containerprozessketten im Binnen-, EU- und Überseeverkehr. Aus der Vielzahl möglicher Transportketten wurden immer wiederkehrende und in jeder Transportkette potenziell vorkommende Prozessschritte herausgearbeitet. Entscheidend für die Sicherheit ist nach Ansicht der Experten allein der Prozessschritt an sich, unabhängig in

welcher Transportrelation dieser vorkommt. „Potenziell gefährdete Prozesse sind das Be- und Entladen oder unplanmäßige Unterbrechungen der Transportkette, wie bei einem Zughalt. Aber auch kurze Zwischenstopps auf ungesichertem Gelände, wie einem Rastplatz, sind Risikofaktoren“, erklärt Dipl.-Ing. Joachim Kochsiek, Projektleiter am Fraunhofer IML. Ein weiterer Schritt war die Entwicklung einer sogenannten Abwehrmatrix. Mit dieser kann, unter Einbezug der potenziellen Gefährdung und der vorhandenen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr, das Bedrohungsrisiko wissenschaftlich bewertet werden.

Den Abschluss der ersten Phase bildete eine Bedarfsanalyse für weiter zu untersuchende Prozesse sowie eine Beschreibung von Bedrohungen in Szenarien.

## Verzögerungen vermeiden

In der zweiten Phase des Projekts wird nun mit den Projektpartnern an der Prävention und Detektion von Bedrohungen in der Praxis gearbeitet. Nicht die Erarbeitung von neuen technischen Komponenten oder Produkten, sondern prozessgeleitete Maßnahmen personeller und organisatorischer Art stehen im Fokus des Projektes. Das Fraunhofer IML bewertet dabei, inwieweit die Integ-





## Ergebnisse

### Gefährdete Prozesse:

- Be- und Entladen
- Unplanmäßige Unterbrechungen der Transportkette, z.B. Übernachtungshalt auf dem Lkw
- Zwischenstopps auf ungesichertem Gelände

### Lösungsansätze:

- Organisation der Transportkette ohne Zwischenstopp
- Schulung des Personals
- Transportwege und -güter nicht preisgeben

### Projektpartner:

Kühne und Nagel  
Duisburger Hafen AG (duisport)  
CSB-Technologies (Container Security Box)  
Hamburger Logistik Institut (HLI)  
Technische Universität Hamburg Harburg  
Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM)  
Studiengesellschaft für den Kombinierten Verkehr (SGKV)  
In Kooperation mit Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik (BME) e.V.

ration solcher Maßnahmen in die Containertransportkette möglich ist, ohne die Effizienz zu beeinträchtigen.

Schon einfache organisatorische und personelle Verbesserungen können einen positiven Effekt haben. „Indem man Prozessketten so organisiert, dass keine Verzögerungen auftreten, und das Personal gezielt schult, kann man Risiken einfach und kostengünstig minimieren“, sagt Kochsiek. „Das fängt schon damit an, dass Mitarbeiter sensibilisiert werden, von allen Personen auf einem Verladegelände das Vorzeigen eines Ausweises zu fordern. Theoretisch sollte das schon jetzt der Fall sein, die Praxis sieht aber anders aus.“ Des Weiteren wird von allen Logistikbeteiligten Stillschwei-

gen über ihre Transportgüter und -wege gefordert. Die öffentliche Kommunikation solcher Details als Marketingmaßnahme, nach dem Motto: „Wir transportieren unsere hochwertigen Güter jetzt umweltfreundlich mit der Bahn von x nach y“, sei mitunter geradezu eine Einladung für kriminelle Machenschaften. „Letztlich wird man Sicherheit nicht ausschließlich kontrollieren können, sondern wird sie produzieren müssen“, betont Kochsiek.

Das Projekt läuft noch bis Ende November 2013 und wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen „Forschung für die zivile Sicherheit“ gefördert.

## Zukunft auf leisen „Sohlen“

Der größte Nachteil des Schienengüterverkehrs ist der Lärm, den er verursacht. Das Europaparlament hat daher das Fraunhofer IML beauftragt, eine Studie über die Verbreitung, Ursachen und Vermeidungsstrategien von Eisenbahnlärm zu erstellen. Mit dem Ergebnis: Direkt an der Quelle lässt sich Lärm am effizientesten bekämpfen.

Im Zusammenhang mit wachsenden Transportaufkommen und -weiten wird dem Schienenverkehr eine steigende Bedeutung zugeschrieben. Der großen Umweltfreundlichkeit dieses Verkehrsträgers in Bezug auf Schadstoffemissionen, Energie- und Platzverbrauch steht jedoch der gravierende Nachteil einer hohen Lärmbelastung entgegen. Die aktuelle Diskussion zeigt wachsenden Widerstand gegen den Ausbau des ansonsten umweltfreundlichen und zukunftsfähigen Verkehrsträgers. Daher werden derzeit zwei Aspekte diskutiert: Technologien zur Lärmvermeidung sowie administrative Förderungen zum Lärmschutz und zur Lärmreduzierung.

### Aktuelle Lärmsituation in der EU

Die Abteilung Verkehrslogistik des Fraunhofer IML analysierte im ersten Teil der vom Europaparlament beauftragten Studie zunächst die aktuelle Eisenbahnlärmsituation der EU-Mitgliedstaaten sowie der Schweiz. Dazu wurde auf vorhandene systematische Kartierungen von Lärmzonen (und Angaben zu betroffenen Personenzahlen) der einbezogenen Staaten zurückgegriffen. Demnach kann darauf geschlossen werden, dass die Eisenbahnlärmproblematik vor allem Zentraleuropa betrifft, da die Transitverkehrsströme dort besonders groß sind.

Anschließend wurden die verschiedenen zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten zur Reduzierung von Eisenbahnlärm

untersucht und bewertet. Als Basis für die Analysen dienten hier Studien der Eisenbahn-Verbände (UIC, VDV, CER und ERFA). „Wir haben nicht selbst Messungen durchgeführt, sondern vorhandene Daten analysiert und eine Übersicht erstellt“, erläutert Dipl.-Ing. Joachim Kochsiek. „Das Ergebnis der Übersichtstudie zeigt, dass Maßnahmen direkt an der Quelle der Lärmstehung am sinnvollsten sind“.

Insbesondere im Güterverkehr kommen noch vielfach Graugussbremsblöcke zum Einsatz, die um einiges lärmintensiver sind als moderne Bremsblöcke aus Verbundstoffen. Verbundstoffbremsklötze haben gleich zwei Vorteile gegenüber ihren Vorgängern: Sie sind beim Bremsvorgang selbst leiser und rauhen zudem die Räder nicht auf. Somit wird auch langfristig eine Lärmbelästigung durch aufgeraute Räder vermieden.

Durch verschiedene bauliche Veränderungen ist bereits in den vergangenen Jahren erheblich an der Lärmminimierung von Zügen gearbeitet worden, insbesondere im Personenverkehr. Moderne Lokomotiven weisen heute beispielsweise eine wesentlich verbesserte Lärmisolation des Maschinenraums auf. Der positive Nebeneffekt von solchen Lärmschutzmaßnahmen direkt am Fahrzeug sind erhebliche Einsparungen beim Bau kostenaufwändiger Lärmschutzwände entlang der Schienen.





## Umrüstung statt Lärmschutzwände

Im dritten Teil der Studie wurden administrative Maßnahmen und Fördermöglichkeiten zur Reduzierung der Eisenbahnlärmproblematik betrachtet, darunter beispielsweise lärmabhängige Trassenpreise. Dabei müssten Unternehmen mit lärmintensiveren Fahrzeugen höhere Kosten tragen als Unternehmen mit lärmreduziertem Rollmaterial. Eine finanzielle Förderung bei der Umrüstung durch den Bund ist zudem notwendig, damit der Schienengüterverkehr insgesamt wettbewerbsfähig bleibt und lärmabhängige Trassenpreise im Endeffekt nicht zu einer insgesamt höheren Belastung der Bahn führen. Denn klar ist: Sämtliche Kosten, die den Eisenbahnsektor einseitig zusätzlich belasten, beeinträchtigen die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber dem Straßenverkehr. „Die öffentliche Hand könnte sogar immens Geld sparen, wenn sie, anstatt neue Lärmschutzwände zu bauen, das Geld in die Förderung von Fahrzeugumrüstungen stecken würde“, sagt Kochsiek. Durch insgesamt leisere Züge können flächendeckende bauliche Lärmschutzmaßnahmen eingespart und auf wenige stark betroffene Bereiche konzentriert werden. Leise Züge haben damit einen netzweiten Effekt, während Lärmschutzwände nur lokal wirksam sind.

Kochsiek plädiert zudem für eine Anpassung der Richtwerte zum Lärmschutz in den europaweit verbindlichen „Technical Specifications for Interoperability“ (TSI). In diesen Verordnungen werden unter anderem Maximalwerte für Lärmemissionen festgehalten. Um die Entwicklung neuer Technologien anzustoßen, sollten die Werte in Zukunft schrittweise herab gesetzt werden, ähnlich wie es bei Schadstoffemissionen von Straßenfahrzeugen seit Langem der Fall ist.

## Ergebnisse

### Hauptregion der Lärmbelastung in der EU

- Zentraleuropa

### Empfehlungen für Technologien zur Lärmvermeidung am Fahrzeug:

- Einführung von Verbundstoffbremsklötzen
- Weitere Maßnahmen an der Quelle des Lärms, z. B. Rad- und Drehgestelldämpfer, Isolation des Maschinenraums

### Fördermöglichkeiten:

- Lärmabhängige Trassenpreise - mit Rücksichtnahme auf die Wettbewerbsfähigkeit
- Einsparung bei Lärmschutzwänden für die Finanzierung von Lärminderungsmaßnahmen an der Quelle nutzen
- Anpassung von Altfahrzeugen an Lärmgrenzwerte fördern
- Alle Verkehrsträger mit verlässlichen Zeitplänen in Lärminderungsprogramme aufnehmen

Abschließend kommen die Experten des Fraunhofer IML zu dem Schluss, dass Technologien zur Lärmvermeidung direkt am Fahrzeug am sinnvollsten sind. Vom umfangreichen Bau neuer Lärmschutzwände entlang der Trassen raten sie hingegen eher ab.

Wie sehen die Zukunftschancen des Dortmunder Hafens aus und welche Entwicklungen sollten angestrebt werden? Die Dortmunder Hafen AG hat die Verkehrslogistiker des Fraunhofer IML mit der Erarbeitung einer Zukunftsstrategie beauftragt. Die Ergebnisse wurden nun vorgestellt.

# Zukunftsstrategie für den Dortmunder Hafen



Moderne Binnenhäfen bieten ein sehr breites Spektrum an Logistikdienstleistungen. Sie sind multimodale Knotenpunkte und Standorte für Gewerbe, Logistik, Handel und Industrie. Binnenhäfen bilden die Basis für die Realisierung von Ressourceneffizienz und einer nachhaltigen Stadtversorgung. Entsprechend hoch sind die Anforderungen. Die Entwicklung zeigt: Der Wettbewerb von Hafenstandorten wird zunehmend von deren Logistikangeboten beeinflusst.

Der Dortmunder Hafen ist das östliche Tor und eine zentrale Logistikkreuzung des Ruhrgebiets, der stärksten europäischen Wirtschaftsregion und des größten Absatzmarktes in Europa. Durch seine guten Anbindungen an die Verkehrsträger Wasser, Schiene und Straße hat sich der Dortmunder Hafen von einem Montanhafen zu einem modernen Logistikzentrum entwickelt. Mit seinen direkten Verbindungen zu den Häfen der Nordrange gilt er als wichtiger Hinterland-Hub der Seehäfen. Zudem sind durch die Anbindung an das Duisburger Netz weitere Verbindungen im Containertransport hinzugekommen. Auch Nord- und Ostdeutschland sind durch das westdeutsche Kanalnetz angebunden. Durch die fortgeschrittene Ausdehnung des Hafens und der umgebenden städtischen Bebauung wird zunehmend von verschiedenen Interessensgruppen Einfluss auf die Entwicklung wassernaher Flächen genommen. Besonders mit Blick auf die Chancen und die langfristige Wirkung trimodaler Standorte gehört die nachhaltige Weiterentwicklung des Hafens zum gemeinsamen Verständnis dieser Gruppen.





Vor diesem Hintergrund führte die Abteilung Verkehrslogistik des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML eine Studie zu den Entwicklungspotenzialen des Dortmunder Hafens durch und erarbeitete auf deren Basis eine nachhaltige Zukunftsstrategie. Wesentlicher Faktor bei dem Projekt war die ganzheitliche Betrachtung des Hafenumfelds. Hierbei wurden nicht nur Industrie, Logistik und Hafenanlieger mit einbezogen, sondern auch die Freizeitwirtschaft, die Stadtentwicklung sowie nicht zuletzt die Situation der Hafenanwohner.

Im Rahmen einer Bestandsaufnahme wurde die derzeitige Situation des Dortmunder Hafens strukturiert erfasst und analysiert. Die Daten zur Bestandsaufnahme erstrecken sich prinzipiell auf die Untersuchungsgebiete

**Infra- und Suprastruktur,  
Flächenmanagement und  
Verkehrsverbindungen.**

Des Weiteren wurden die aktuellen Transportmengen analysiert und eine Prognose auf Basis von Interviews und aktuell vorliegenden Studien durchgeführt. Anhand dieser Auswertung führte das Fraunhofer IML eine SWOT-Analyse (Strengths, Opportunities, Weaknesses, Threats) durch. Aufbauend auf den Ergebnissen der SWOT-Analyse ermittelten die Experten die Entwicklungspotenziale des Hafens. Dabei galt es, bestehende Ideen für dessen Weiterentwicklung zu überprüfen und neue Konzepte zu entwerfen. Aus den ermittelten Strategien leitete das Team des Fraunhofer IML letztendlich die Handlungsempfehlungen für die zukünftige Ausrichtung des Dortmunder Hafens ab.

### Fokus auf die Industrie

Insbesondere die günstige geographische Lage im östlichen Ruhrgebiet und die erfolgreiche Kooperation mit dem Duisburger Hafen erwiesen sich als klarer Vorteil für den Dortmunder Hafen. Auch zeigt sich der Hafen mit seinen verschiedenen Terminals für Stückgüter, Massengüter, Flüssiggüter und Container als solider Universalhafen.

„Die herausgegebenen Handlungsempfehlungen wurden stufenweise konzipiert. An erster Stelle steht dabei die Standortsicherung, an zweiter Stelle der Ausbau der Logistikangebote und -konzepte und an dritter Stelle Innovationen und Kooperationen“, erklärt Dipl.-Logist. Achim Klukas vom Fraunhofer IML die Ergebnisse. Die Basis für einen zukunftsfähigen Dortmunder Hafen sind insbesondere der Erhalt und die Erweiterung der Infra- und Suprastruktur. Vor diesem Hintergrund weist das Team des Fraunhofer IML darauf hin, dass die Trennung von Hafen- und Wohngebiet weiterhin beibehalten werden sollte. Ein Heranrücken der Wohnbebauung an den Hafen im Sinne des „Wohnens am Wasser“ würde für die rund 160 am Hafen ansässigen Unternehmen zu erheblichen Einschränkungen führen. „Der Dortmunder Hafen ist das einzige reine Industriegebiet in Dortmund“, betont Dipl.-Logist. Henning Schaumann. Um die wirtschaftliche Stärke des Hafens nicht zu gefährden, müsse auch in Zukunft ein 24-Stunden-Betrieb möglich sein. Vom Ansiedeln von Freizeitwirtschaft auf dem Hafengelände wird aus demselben Grund abgeraten.

Aufbauend auf der Standortsicherung können neue Logistikkonzepte und Dienstleistungen den Standort für Logistikdienstleister und Verlager attraktiver gestalten und einen Standortvorteil erreichen. Aktuell steht das vorhandene Container Terminal mit rund 175.000 Ladeeinheiten pro Jahr kurz vor der Kapazitätsgrenze. Um das Leistungsspektrum des Hafens weiter auszubauen, empfiehlt das Fraunhofer IML daher ein Schwergutterminal, da das Umschlagen von Schwergütern momentan nur in den Häfen Gelsenkirchen und Duisburg möglich ist. Ein solches Schwergutterminal würde auch die Straßen entlasten. Zudem könnte der Logistikpark Westfalenhütte durch Schienenkonzepte an den Hafen angebunden und somit der Standort gestärkt werden.

Im Bereich Innovation und Kooperation wurden die Möglichkeiten zur Zusammenarbeit mit regionalen und überregionalen Unternehmen überprüft. Diese stärken den Standort nachhaltig und bieten Chancen zum Aufbau neuer Geschäftsfelder.

# Windmessung im Abgasstrahl rollender Flugzeuge

Sicherheitshinweise des Herstellers sind wichtig, um unnötige Gefährdungen zu vermeiden. Zu konservative Werte können jedoch auch zu Schwierigkeiten führen. Eine Überprüfung der Sicherheitshinweise führt am Frankfurter Flughafen nun zu mehr Flexibilität an den Terminals.

Triebwerke von Flugzeugen erzeugen während des Rollvorgangs direkt hinter dem Verkehrsflugzeug starke Luftströmungen, sogenannten Jet Blast. Bei startenden Flugzeugen, kann dieser sogar so stark sein, dass Kraftfahrzeuge im wahrsten Sinne des Wortes davongebblasen werden. Bei der Neuzulassung von Flugzeugtypen für den Betrieb am Boden ist daher zu untersuchen, ob bestehende Schutzvorkehrungen gegen den starken Jet Blast ausreichend sind. Grundlage einer solchen Überprüfung ist zurzeit die flugzeugspezifische „35 Meilen pro Stunde (mph) Jet Blast Isotache“. Dabei wird vom Flugzeughersteller angegeben, bei wie vielen Metern Abstand hinter dem Flugzeug die Windgeschwindigkeit bei 35 Meilen pro Stunde (56,3 km/h) liegt. Die Standardangaben der Hersteller sind in den meisten Fällen sehr konservativ, sodass daraus große Sicherheitsabstände resultieren. Gerade im engen Terminalbereich sind diese dann schwer umsetzbar.

Das Projektzentrum Luftverkehrslogistik des Fraunhofer IML entwickelte vor diesem Hintergrund für die Fraport AG als Betreiber des Flughafens Frankfurt/Main einen geeigneten Messaufbau zur individuellen Überprüfung des Jet Blast an definierten Punkten. Hiermit konnte eine Bewertung der bisherigen allgemeinen Planungsansätze, die auf den Isotachenverläufen der Hersteller beruhen, durchgeführt werden.

„Durch die eingeführten Messungen ist belastbar nachzuweisen, wie weit die tatsächlich auftretenden Luftströmungen aus den Flugzeugtriebwerken unterhalb der Standardangaben der Hersteller liegen“, erklärt Dr.-Ing. Heinrich Frye, Abteilungsleiter des Projektzentrum Luftverkehrslogistik am Frankfurter Flughafen.

Im Kern des hierfür entwickelten Messaufbaus steht ein 2-D-Ultraschall-Anemometer. Als Windmesssystem mit einer Messrate von bis zu 200 Hz ist es besonders geeignet, die dynamischen Windverhältnissen hinter rollenden Flugzeugen exakt und vollständig zu erfassen. Das tragbare Messgerät nimmt neben der Windgeschwindigkeit auch die jeweilige Windrichtung und Temperatur auf. Es wird damit eine detaillierte Dokumentation und hohe Reproduzierbarkeit der Messergebnisse erzielt. Die bisherigen Messungen zeigten, dass die hinter rollenden Flugzeugen auftretenden Winde weit unter den erwarteten Planungswerten liegen. „Sicherheitsmaßnahmen können somit auf das notwendige Maß ausgerichtet werden, wodurch zusätzliche Flächen im Umfeld der Flugzeuge für operative Zwecke nutzbar werden. Ebenso können bestehende Flugzeugpositionen zur Nutzung für weitere Flugzeugtypen freigegeben werden. Insgesamt werden damit die Flexibilität und die Auslastung knapper Ressourcen verbessert“, so Frye zum praktischen Nutzen der Messungen.







# Notizen

## Einblick in unsere Forschungshallen

Mit seinen Forschungshallen, Testzentren und Laboren verfügt das Fraunhofer IML über eine in Europa einzigartige Ausstattung für die Logistik-Forschung. Von Verpackungstests über die Erprobung unterschiedlichster Identifikationstechnologien in verschiedensten Umgebungen bis hin zur Erforschung von Schwarmintelligenz, in unseren Einrichtungen ist (fast) alles möglich. Auch was die eigenen Beteiligung angeht: So können Sie Ihre eigenen Verpackungen von unseren Experten prüfen lassen, selbst vorbeikommen und gemeinsam mit unseren Wissenschaftlern unterschiedliche Erkennungstechnologien für Ihren Einsatzfall testen oder die Forschungsarbeit an der Logistik der Zukunft beobachten.

Lernen Sie unsere Forschungshallen openID-center, Verpackungsprüflabor und ZFT kennen: <http://www.iml.fraunhofer.de/de/forschungshallenlabore.html>



## Kuratorium mit neuem Vorsitz

Dr.-Ing. Christian Jacobi ist neuer Vorsitzender des Kuratoriums des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML. Der Geschäftsführer der agiplan GmbH und der EffizienzCluster Management GmbH ist damit der Nachfolger von Dr. Ernst Herman Krog. Der langjährige Vorsitzende scheidet aus Altersgründen aus dem Kuratorium aus. Das Kuratorium des Fraunhofer IML steht einerseits der Institutsleitung beratend zur Seite und fördert andererseits den Kontakt zu anderen Instituten und Organisationen. Im Kuratorium vertreten sind Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Industrie.

## Transport ohne Grenzen

Für sein Forschungsprojekt „Schwarmintelligenz für die Logistik“ hat das Fraunhofer IML die Auszeichnung als „Ausgewählter Ort 2012“ im Wettbewerb „365 Orte im Land der Ideen“ erhalten. In dem Projekt simuliert das Forscherteam „Automation und eingebettete Systeme“ unter der Leitung von Dipl.-Ing. Andreas Kamagaew in einer gut 1000 Quadratmeter großen Forschungshalle ein komplettes Lagerzentrum, in dem sich 50 fahrerlose Transportfahrzeuge selbständig ihre Aufgaben und ihren Weg suchen. Ziel ist es, logistische Versorgungsketten energiesparender zu gestalten und flexibler auf unvorhergesehene Ereignisse zu reagieren.

Das Fraunhofer IML ist damit zum zweiten Mal in Folge ein „Ausgewählter Ort“. Denn bereits im vergangenen Jahr war es mit seinem openID-center, einem Forschungszentrum für Pakettransporte, Preisträger in dem bundesweit ausgetragenen Innovationswettbewerb, der seit 2006 von der Standortinitiative „Deutschland – Land der Ideen“ gemeinsam mit der Deutschen Bank realisiert wird. Das Forschungsprojekt „Schwarmintelligenz für die Logistik“ setzte sich vor der Expertenjury aus Wissenschaftlern, Wirtschaftsmanagern, Journalisten und Politikern gegen insgesamt über 2000 Bewerbungen durch.





## Robo-Keeper als TV-Star in Japan

Ein Kampf wie kein anderer, Mensch gegen Maschine, Fußball-Profi gegen Robo-Keeper. So bewirbt der japanische Privatsender Honoo No Taiikikai mit viel Dramatik seine neue Unterhaltungsshow mit dem Robo-Keeper als Protagonist. Die Zutaten sind einfach: Internationale Fußball-Profis treten im Elfmeterschießen gegen den nahezu unschlagbaren Roboter zwischen den Pfosten an. In der ersten Sendung, die im April 2012 ausgestrahlt wurde, kämpfte ein Teil der amerikanischen Damen-Nationalmannschaft gegen Profis aus Japan um den Sieg. Am Ende hieß es „Perfect Win“ für den Robo-Keeper, denn keiner der Profis traf. Ein Jahr will der Sender den Keeper im Einsatz behalten; nach den hohen Einschaltquoten im April wird aber bereits über eine Verlängerung nachgedacht. Auch andere Fernsehsender haben bereits Interesse an dem robotischen Fußball-Profi gezeigt.



Der am Fraunhofer IML entwickelte Robo-Keeper besteht aus einer Torwart-Figur, die an einer Antriebseinheit befestigt ist, aus der zugehörigen Motorsteuerung, zwei Kameras sowie einem Bildverarbeitungsrechner und einer Bildverarbeitungssoftware. Das Abwehren eines Balles funktioniert, indem ein Ball anhand seiner Farbe von den Kameras aus seiner Umgebung heraus erkannt und während der Flugbahn verfolgt wird. Aus diesen Daten ermittelt die Bildverarbeitungssoftware den wahrscheinlichen Einschlagpunkt im Tor und gibt diese Daten an die Motorsteuerung weiter. Diese dreht dann die Torwartfigur um den notwendigen Winkel.



## Wir sind jetzt bei Twitter

Das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML ist seit einigen Wochen bei Twitter aktiv. Dort versorgt Sie das Team der Öffentlichkeitsarbeit mit Informationen zu den neuesten Erfindungen, Veröffentlichungen und sonstigem Wissenswerten aus der Welt der Logistik. **Folgen Sie uns unter <https://twitter.com/FraunhoferIML>!**

## Prof. Dr. Axel Kuhn in den Ruhestand verabschiedet

Prof. Dr. Axel Kuhn, Institutsleiter und langjähriger Mitarbeiter des Fraunhofer IML, wurde im Rahmen einer internen Feier am 23. Juli 2012 von seinen Kollegen aus dem Institut in den Ruhestand verabschiedet. Seit der Gründung des Fraunhofer IML 1981 hat Prof. Kuhn die Entwicklung des Instituts begleitet und entscheidend vorangebracht. Prof. Kuhn war der erste Professor für Simulation in Deutschland und ist Modellierer des Prozesskettenparadigmas. Die offizielle Verabschiedung findet im Rahmen der 30. Dortmunder Gespräche am 11. und 12. September statt. Erfreulicherweise wird Prof. Kuhn dem Fraunhofer IML auch im Ruhestand als Berater erhalten bleiben.



## Verpackungslabor wieder eröffnet

Das Verpackungslabor am Fraunhofer IML hat nach einer Weiterentwicklung im Juni 2012 wieder neu eröffnet. Seit 26 Jahren werden in dem Labor Verpackungen, Paletten und Kunststoffboxen aller Art getestet. Nach einer aufwendigen Umgestaltung bildet nun eine eigens in den USA für das Fraunhofer IML entwickelte Prüfmaschine das Herzstück des Labors. Das „Horizontal Impact Test System“ (HITS) simuliert unter nahezu realen Bedingungen den Transport auf einer Lkw-Ladefläche.

Außerdem stehen den Wissenschaftlern auf den insgesamt 400 Quadratmetern des Labors Druck- und Fallsimulatoren sowie Klimakammern zur Verfügung. Die vielfältigen Belastungen, denen die Verpackungen auf dem Transport ausgesetzt sind, können damit sehr genau analysiert werden.

Abgerundet wird die Umgestaltung des Labors mit kunstvollen Wanddesigns von Ovis Wender, Professor für Kunst im öffentlichen Raum und Szenografie der Fachhochschule Dortmund.



## Axel Kuhn in die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften aufgenommen



Die deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) hat Prof. Dr. Axel Kuhn kurz vor seinem Ruhestand in den Kreis der acatech-Mitglieder aufgenommen. Erst im April dieses Jahres wurde Prof. Dr. Michael ten Hompel als erster Vertreter der Logistikwissenschaft berufen. Mit der Aufnahme des zweiten Logistikwissenschaftlers innerhalb kürzester Zeit unterstreicht die acatech die wachsende Bedeutung der Logistik für die Gesellschaft.

Die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften acatech vertritt die deutschen Technikwissenschaften im In- und Ausland in unabhängiger und gemeinwohlorientierter Weise. Sie berät sowohl Politik als auch Gesellschaft in technikwissenschaftlichen und technologiepolitischen Fragestellungen.





„Vielfalt und Effizienz – Best-Practice-Lösungen mit FTS“

## 20. September 2012

in Dortmund



Besuchen Sie uns  
im Internet unter:  
[www.fts-fachtagung.org](http://www.fts-fachtagung.org)

Dort finden Sie auch die  
Möglichkeit zur  
Online-Anmeldung.

