

# LOGISTIK entdecken



**ZELLULÄRE FÖRDERTECHNIK:** Steuerung wächst mit [Seite 6](#)

**DAMIT'S RUND LÄUFT:** Ressourcenlogistik [Seite 10](#)

**HILTI:** Zukunftssichere Distributionskonzepte [Seite 16](#)

**SCHIFF? SCHIENE? ODER BEIDES?** Trimodale Transportketten [Seite 24](#)



# RFID kommt – sein Sie vorbereitet!

Informieren Sie sich aktuell und  
kostenlos auf der Kompetenzplattform!

**[www.rfid-support-center.de](http://www.rfid-support-center.de)**

Das **RFID Support Center** bietet Ihnen darüber  
hinaus konkrete Unterstützung:

- Einstiegsberatungen
- Machbarkeitsanalysen
- Begleitung von Pilotprojekten
- Studien, Workshops, Guidelines

Machen Sie den ersten Schritt –  
besuchen Sie unseren Internet-Auftritt.

Anbieterdatenbank  
Arbeitskreise  
Veranstaltungen  
News  
Foren  
Linksammlung  
Praxisbeispiele

# LIEBE FREUNDE DER LOGISTIK,

mit dem Lkw werden in Deutschland mehr als zwei Drittel aller Güter befördert. Auch wenn er für den kleinteiligen, eiligen Transport nicht ersetzbar ist, so ist die Stärkung der Verkehrsträger Binnenschiff und Schiene nicht nur eine Forderung von Umweltschützern und staugeplagten Autofahrern. Unser Institut hat sich in zahlreichen Arbeiten mit der Logistkfähigkeit der Schiene und Ansätzen zu ihrer Verbesserung befasst, in diesem Jahr insbesondere beim kombinierten Verkehr über die Alpen sowie bei Innovationen für den Gleisanschlussverkehr.

Im folgenden steht die Binnenschifffahrt im Fokus. Als ihre besonderen Vorteile sind in erster Linie Umweltfreundlichkeit, Sicherheit und Energieeffizienz bei großen Aufkommen zu nennen. Außerdem verfügen diese Verkehrswege noch über erhebliche Leistungsreserven. Mit dem Binnenschiff können große Mengen kostengünstig befördert werden. Hinzu kommt der Transport von schweren und sperrigen Gütern, die auf dem Landwege nicht transportiert werden können, und zunehmend der Containertransport.

Der Binnenschifffahrt steht mit etwa 7400 Kilometer Schifffahrtsstraßen das kürzeste Verkehrsnetz aller Verkehrsträger zur Verfügung. Auf diesen 3 Prozent des Gesamtverkehrsnetzes werden jedoch 17 Prozent der Gesamtgütermenge transportiert und 16 Prozent der Gesamtverkehrsleistung erbracht. Dies verdeutlicht die große Leistungsfähigkeit dieses Verkehrsträgers, der dabei geringe Lärm- und Schadstoffemissionen aufweist. Der spezifische Energieverbrauch liegt um das 20-fache unter dem des Lkw und deutlich unter dem der Bahn.

Mit intelligenten Konzepten zur Vernetzung der Verkehrsträger soll diesen Fakten Rechnung getragen werden. Eine aus unserer angewandten Forschung abgeleitete konkrete

Vision finden Sie im Beitrag von Dr. Florian Schwarz, der in seiner Dissertation Modelle von Containertransporten unter optimaler Nutzung der Wasserwege objektiv bewertbar gemacht hat (S. 24). Unter den Aspekten der Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit haben wir am Fraunhofer IML seit längerem auch Instrumente für die Standort- und Routenplanung entwickelt, die es nicht nur Unternehmen leichter machen, ihren »optimalen« Weg zu finden, sondern auch der Politik die Möglichkeit einer nachhaltigen Infrastrukturplanung bieten (S. 14 und 22).

Um Umweltfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit dreht sich schließlich auch die Frage, wie wir mit unseren Rohstoffen umgehen. Welche »Schätze« im Sinne eines »Urban Mining« in unseren Städten noch zu heben sind, können Sie im Beitrag über Ressourcenlogistik ab S. 10 nachlesen.

Neue Wege beschreitet nicht zuletzt auch die Steuerung intralogistischer Prozesse. Mit »Zellularer Fördertechnik«, der Vision unseres Kollegen ten Hompel (S. 6), wird die aktuelle Entwicklung autonomer logistischer Objekte im Internet der Dinge konsequent zu Ende gedacht.

Wie Sie sehen, spannt die vor Ihnen liegende Ausgabe wieder einen weiten Bogen über die vielfältige Landschaft der Logistik. Machen Sie sich mit uns auf den Weg, die Logistik immer wieder neu zu entdecken.

Für die Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen  
Institutsleiter  
Bereich Logistik, Verkehr und Umwelt



# INHALT

## PERSPEKTIVEN



6

### Zellulare Fördertechnik

In hochflexiblen Materialflusssystemen wächst die Steuerung mit Prof. Dr. Michael ten Hompel



10

### Damit's rund läuft

Ressourcenlogistik sorgt für effiziente Kreislaufwirtschaft Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen, Dr.-Ing. Andreas Nickel



14

### Operation Research für Logistiker

Mit mathematischen Formeln und moderner IT komplexe logistische Netze beherrschen Iwo V. Riha



16

### Unternehmen investieren mehr in IT!

Logistik-Branche bei 24. Dortmunder Gesprächen gut vernetzt

## Impressum:

Herausgeber:

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik  
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2-4  
44227 Dortmund  
Telefon: +49 (0) 2 31/97 43-0  
Telefax: +49 (0) 2 31/97 43-2 11

E-Mail: [logistikentdecken@iml.fraunhofer.de](mailto:logistikentdecken@iml.fraunhofer.de)  
<http://www.iml.fraunhofer.de>

Redaktion:  
Presse und Öffentlichkeitsarbeit  
Manfred Klein  
Ralf Neuhaus

Fotos:  
Fraunhofer IML, Dortmund  
Jürgen Huhn

Satz und Layout:  
Miriam Liebich

Druck und Verarbeitung:  
Koffler + Kurz Medien Management GmbH, Dortmund

## PRAXIS ERPROBT



18

### Hilti weiß, wo der Hammer hängt

Flexible Konzepte für zukunftssichere Distribution  
 Marc Berning, Dr.-Ing. Bernhard van Bonn,  
 Prof. Dr. Alex Vastag



22

### Saubere Prozesse in der Entsorgungslogistik

Uni senkt mit optimiertem Abfallmanagement  
 die Kosten

## FORSCHUNG IM FOKUS



24

### Schiff? Schiene? Oder beides?

Trimodale Transportketten für Seehafen-  
 hinterlandverkehre  
 Dr.-Ing. Florian Schwarz

## NEUE GRÜNDER



30

### Neue Ideen braucht das Land!

LinogistiX setzt auf innovative Open-Source-  
 Software

## NOTIZEN



32-34

**Aktuelles:** Köpfe – Daten – Ereignisse

## ENTDECKER



35

**Für Sie entdeckt:** Kurioses aus der Welt der  
 Logistik



# ZELLULARE FÖRDERTECHNIK

Von der prozessorientierten zur serviceorientierten Intralogistik – in hochflexiblen Materialflusssystemen wächst die Steuerung mit

Prof. Dr. Michael ten Hompel

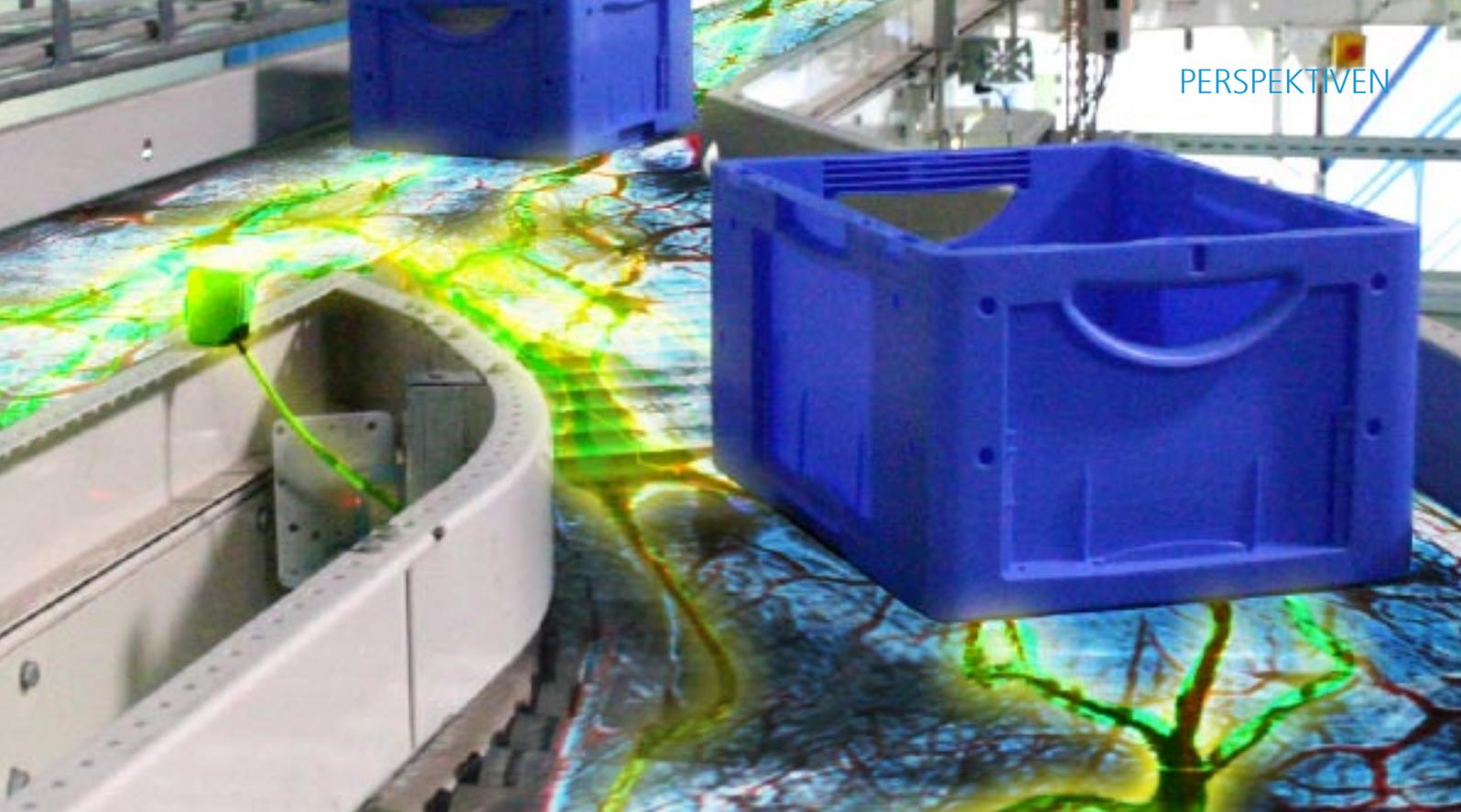
*In dem hier vorliegenden visionären Entwurf werden Wege aufgezeigt, wie eine sich selbst erzeugende und ständig nach Bedarf erweiternde Steuerung quasi organisch, wie Körperzellen, mit der Erweiterung der Fördertechnik wächst. Mit der Vision einer »Zellularen Fördertechnik« wird die aktuelle Entwicklung autonomer logistischer Objekte im Internet der Dinge konsequent zu Ende gedacht.*

Seit es automatisierte Fördertechnik gibt, wird versucht, deren Steuerung zu modularisieren und zu standardisieren. Neben vordergründigen wirtschaftlichen und fertigungstechnischen Erfordernissen stehen dabei bessere Flexibilität und Adaptivität der Materialflusssysteme auf den Wunschzetteln von Herstellern und Betreibern intralogistischer Systeme.

Im Grunde erscheint es ja nicht sonderlich schwierig, die etwa 50 unterschiedlichen Modultypen wie Staubahnen, Weichen etc. in ein sinnvolles System zu integrieren. Ist es auch nicht. Auch eine Animation ist durch Anordnung der entsprechenden Elemente schnell erstellt. Komplex wird es, sobald reale Auftragsdaten auf das Anlagenlayout übertragen werden. Insbesondere wenn es sich um eine dynamische Auftragslast handelt.

Ein wesentliches Problem liegt darin, dass der Betrieb der Komponenten nicht rückwirkungsfrei erfolgt. Im Gegenteil, schon geringe Störungen im Bereich der Fördertechnik können zu erheblichen Einbußen in anschließenden Bereichen führen. Das Gleiche gilt für die Balancierung komplexer Materialflusssysteme. Schon eine kleine Abweichung in der Kommissionierung kann in der anschließenden Verpackung zu erheblichen Leistungseinbußen führen, wenn zum Beispiel ein einzelner Artikel für eine Vielzahl von Aufträgen fehlt.

Was bleibt, ist der Versuch der Vorhersage des Unvorhersagbaren. Seit etwa zehn Jahren reicht die Rechnerleistung aus, um große intralogistische Systeme auf Stunden vorzuberechnen, inklusive der Reservierung benötigter Lagereinheiten, Ladehilfsmittel und Wegzeiten. Diese deterministischen Systeme reichen sehr weit. Die verwendeten Heuristiken, die letztlich über die Einlastung der einzelnen Auftragsposition entscheiden, sind jedoch in hohem Maße individuell und starr. Hierbei ist nur schwer bestimmbar, ob das System tatsächlich die erzielbare Leistung im praktischen Betrieb umsetzt. Auch eine Simulation gibt letztlich keine verlässliche Auskunft, da richtigerweise die gleichen Heuristiken wie im späteren Betrieb eingesetzt werden. Bei stationären Betriebszuständen



erscheinen viele Aussagen noch verlässlich, bei dynamischen Auftragslasten bleibt vieles der Erfahrung und Intuition überlassen.

### System auf den Kopf gestellt

Letztlich scheitert jeglicher Versuch der exakten Vorausberechnung an dem Paradoxon, dass mit zunehmender Menge der (Eingangs-) Daten die Summe verwertbarer Information sinkt. Hierbei handelt es sich um ein typisches Phänomen, das sich bei einem instabilen Gleichgewicht dieser Art einstellt. Der Versuch, das rohe Ei auf der Nadelspitze zu balancieren, wird umso schwieriger, je mehr man beim Balancieren nachdenken muss.

Eine mögliche - noch visionäre - Lösung dreht das System auf den Kopf. Gewissermaßen wird die Nadel auf dem Ei balanciert, was erfahrungsgemäß deutlich einfacher ist. Übertragen auf die Materialflusstechnik heißt dies: die Steuerung wird nicht über ein zentrales System vorgegeben, sondern das Material nutzt ad hoc die Transportdienste, die seitens der Fördertechnik angeboten werden.

### Abkehr von hierarchischen Softwarestrukturen

Grundlage dieser Vision ist, ganz allgemein, eine serviceorientierte Architektur (SOA) der Materialflussteuerung<sup>1</sup>. Das Grundprinzip ist recht einfach: Anstelle einer hierarchisch strukturierten, konventionellen Steuerungsarchitektur tritt eine Schicht von Software-Diensten, die alle für die Steuerung des Materialflusses in Summe benötigten Services anbieten. Dies könnte, wie jüngst in einer Projektgruppe<sup>2</sup> in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen experimentell nachgewiesen, zum Beispiel folgende Struktur beinhalten:

#### Monitoring

Darstellen des interpolierten Systemzustands, Visualisierung der Anlage

#### OrderManagement

Entgegennahme und Verwaltung von Aufträgen

#### PacketManagement

Wegewahl, Paketverwaltung

#### SystemManagement

Aufbau der Topologie, Interpolation

Aufbau der Topologie, Interpolation

Transport von Paketen über einen Förderer

#### DeviceManagement

Ansteuerung der Fördertechnik,

Benachrichtigung von Sensorereignissen

Bei der Vision »Zellulare Fördertechnik« entsteht die gesamte Steuerung nach Einschalten des Systems und wächst quasi »organisch« von Entität zu Entität weiter.

<sup>1</sup>In einer Serviceorientierten (Software-) Architektur (SOA) werden Funktionen und Dienste von Service-Providern als (Web) Services angeboten. SOA basiert auf einem domänenspezifischen Modell, das die Objekte und ihre Interdependenzen in einem Anwendungsbereich (Domäne) definiert. Die Services sind untereinander nur lose gekoppelt. Innerhalb einer SOA finden häufig (mobile) Softwareagenten zur Kommunikation und Dienstleistung Verwendung.

<sup>2</sup>Projektgruppe 475 (»Java Roasted Kit«) des Fachbereiches Informatik der Universität Dortmund.

Die Kommunikation erfolgt über Web Services und damit in Form einer losen Kopplung zu den jeweils benötigten Diensten. Wohl gemerkt gibt es so keine feste Kopplung mehr zwischen dem Routing und der echtzeitnahen Steuerung der Fördertechnik. Die Ansteuerung der Antriebe und das sensorbasierte Eventmanagement wiederum bleibt lokalen DeviceManagern überlassen, die gegebenenfalls auf konservative SPS-Systeme referenzieren können. Das Grundprinzip ist jedoch vollständig serviceorientiert und erlaubt damit die strikte Trennung zwischen Anforderung (Auftrag) und Dienstbringer (Materialflusstechnik).

Eben diese Trennung sorgt für das Durchtrennen des gordischen Knotens auf der seit Jahren laufenden Suche nach der Standardisierung der Materialflussteuerung: Das OrderManagement, das die Entgegennahme und Abbildung der Aufträge auf das physische System übernimmt, kann systemunabhängig in immer gleicher Weise realisiert werden. Das Gleiche gilt für das PacketManagement, das auf die Topologie zurückgreift, die (zuvor) durch das Systemmanagement aufgebaut wurde. Syntax und Semantik zur Topologiebeschreibung sind systeminvariant. Dies ermöglicht beispielsweise auch die automatische Erfassung eines Layouts und die Berechnung des Routings auf Basis der bloßen Ortskoordinaten und Klassifizierung der beteiligten fördertechnischen Komponenten.

### Kommunikation über das Internet

Die Kommunikation erfolgt typischerweise über Web Services. Damit basiert die gesamte Kommunikation und Darstellung der unterschiedlichen Applikationen auf XML-Basis. Alle Services sind definitionsgemäß selbstbeschreibend und die Schnittstellen sind losgelöst von den Metadaten und Nettoinformationen. Erreicht werden die jeweiligen Services über global verfügbare »Yellow Pages« (definierte Verzeichnisse), auf die alle Komponenten zugreifen und ihre Dienste anmelden.

Da Web Services per Definition<sup>3</sup> nicht echtzeitfähig sind, dies aber von den unterlagerten fördertechnischen Prozessen vorausgesetzt wird, muss ein generischer DeviceMa-

nager dafür sorgen, dass die unabdingbaren Kernfunktionen hinsichtlich Rechtzeitigkeit und Gleichzeitigkeit erfüllt werden. Dies gilt auch für die Bearbeitung strategischer Entscheidungen im echtzeitnahen Bereich. Soll zum Beispiel eine Reihenfolge von Behältern gebildet werden, so ist die Einhaltung einer bestimmten zeitlichen Reihenfolge unumgänglich. Hierzu müssen Informationen zu den jeweiligen logistischen Objekten vorliegen. Diese könnten zentral verwaltet werden, was jedoch die kontinuierliche Fortschreibung auf einer adäquaten Datenbank voraussetzen würde. Das würde sowohl die Standardisierung aller Systemkomponenten als auch deren flexible Gestaltung konterkarieren.

### Mit RFID gekennzeichnete Objekte

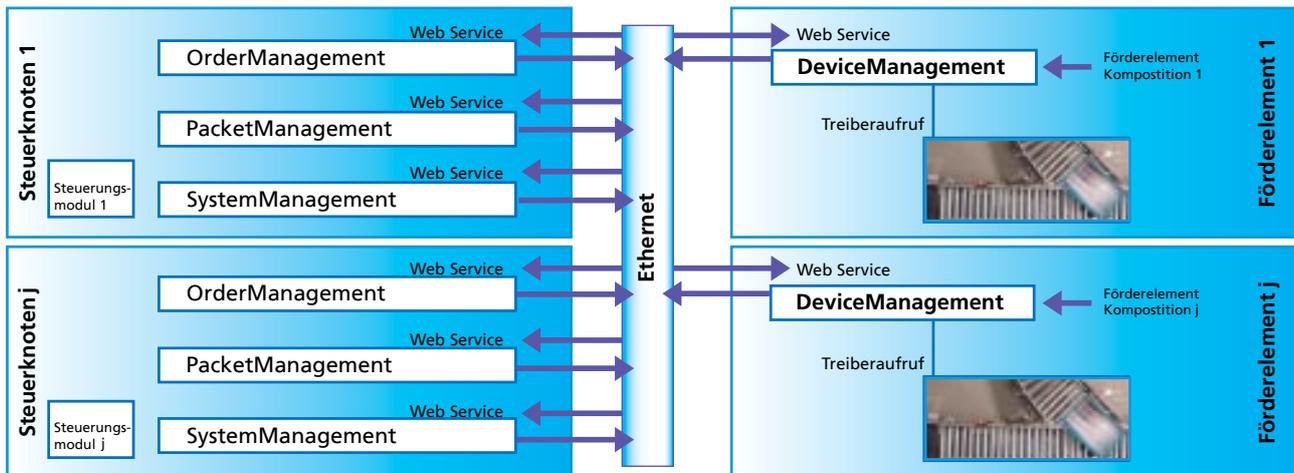
Der Ausweg liegt in der durchgängigen Kennzeichnung aller logistischen Objekte durch RFID. Die reine Identifikation, wie sie üblicherweise – etwa auf EPC-Basis – zunächst mit der RFID-Technologie verbunden wird, reicht hierzu jedoch nicht aus. Es müssen weitere Informationen wie Routings, Prioritäten, Vorgänger etc. dynamisch im Tag<sup>4</sup> gespeichert werden. Letztlich müssen alle Informationen in Echtzeit zur Verfügung stehen, um beim Eintreffen eines Behälters an einer bestimmten Stelle innerhalb einer definierten Zeit zu reagieren und so zum Beispiel eine Weiche in die richtige Richtung zu stellen. Dieses als »Internet der Dinge« bezeichnete Grundprinzip findet in der hier beschriebenen Vision der »Zellularen Fördertechnik« ihre idealtypische Ergänzung.

Die serviceorientierte Architektur der Materialflussteuerung ist ohne den lokalen Datenspeicher am logistischen Objekt praktisch nicht denkbar; umgekehrt wird durch sie eine Umgebung geschaffen, die ein organisches Wachstum ermöglicht, das der zellularen Fördertechnik ihren Namen gab. Hierbei ist der Begriff »organisch« durchaus wörtlich zu nehmen. Wird eine fördertechnische Entität<sup>5</sup> in einer adäquaten Umgebung gestartet, so wird sie versuchen, zunächst über die ihr eigenen Ortskoordinaten und Dienste, weitere Entitäten in der Umgebung zu finden. Hierzu erfolgen eine Anmeldung beim SystemManagement und ein entsprechender Eintrag mit den spezifischen Web- und Transportdiensten, die die Entität erbringt. Die

<sup>3</sup>Echtzeitverarbeitung muss den Anforderungen bezüglich der Rechtzeitigkeit der Bearbeitung von Anforderungen und der Gleichzeitigkeit der Bearbeitung entsprechender Programme genügen. Um diesen vollständig zu entsprechen, sind spezielle Betriebssysteme erforderlich. Echtzeitfähigkeit setzt die Reaktion eines Systems auf ein äußeres Ereignis (Event) in vorbestimmbarer Zeit voraus. Diese Eigenschaft wird auch auf die Unternehmensführung übertragen (Echtzeitunternehmen). [Taschenlexikon Logistik]

<sup>4</sup>Ein Tag (engl. von Tagging: etikettieren) ist eine Identifikationsmarke auf Basis von RFID, manchmal mit Transponder (bzw. mit dem Prozessor/Mikrochip) gleichgesetzt. [Taschenlexikon Logistik]

<sup>5</sup>Als Entität wird in diesem Zusammenhang die physische Repräsentanz im Sinne eines fördertechnischen und/oder steuerungstechnischen »Knotens« oder »Moduls« verstanden. Die allgemeine Bezeichnung Entität wurde gewählt, um Verwechslungen mit den Elementen klassischer dezentraler oder modularer Steuerungssysteme zu vermeiden. Entitäten besitzen in diesem Zusammenhang immer Server-Funktionalität. Sie sind damit Dienstbringer im steuerungstechnischen wie im fördertechnischen Sinne. [Taschenlexikon Logistik]



Im serviceorientierten Architekturkonzept (SOA) wird die Anlagensteuerung in zwei Bereiche aufgeteilt: Steuerknoten für die Erzeugung und Fördererelemente für die Umsetzung von Steuerungsentscheidungen. Eine Konfiguration der Steuerung erfolgt zur Laufzeit automatisch, indem jede Steuerungskomponente sowohl als Dienstanbieter als auch als Dienstanrufer auftritt.

Umgebung (in diesem Fall vorwiegend das SystemManagement) wird die vorhandene Topologie und die Transportmatrix ergänzen. Zeitgleich werden die neuen Dienste in den Yellow Pages eingetragen. Im einfachsten Fall wird so der Transport eines Behälters zwischen zwei Ortskoordinaten als neuer Service angeboten.

### Steuerung entsteht beim Einschalten

Das Materialflusssystem wächst so (organisch) mit jeder neuen Komponente zu einer Domäne zusammen. Innerhalb einer Domäne (wie etwa einer Gepäckförderanlage) werden alle Services über den PacketManager bereitgestellt und sind an jedem Ort verfügbar. Die Aufträge werden über das OrderManagement eingelastet, das die Aufträge über das PacketManagement den Behältern zuweist, das wiederum innerhalb der Topologie des SystemManagements für den koordinierten Materialfluss sorgt.

Die Vision »Zellulare Fördertechnik« sieht damit auf Seiten der Steuerung keinerlei vorgegebene, applikationsspezifische Komponente vor. Die gesamte Steuerung entsteht während der Laufzeit – erstmalig kurz nach Einschalten des Systems. Die in Systemklassen organisierten fördertechnischen Objekte melden – wie beschrieben – ihre Ortskoor-

dinaten an das SystemManagement, das hieraus sukzessive die Topologie des Materialflusssystems errechnet. Das Ergebnis der Bemühungen ist ein hochflexibles Materialflusssystem, das systemimmanente Adaptivität erbringt und damit den immer kürzeren Zyklen logistischer Anforderungen in Funktionalität, Leistung und Layout gerecht wird. Erweiterung oder Umbau des Systems sind im wahrsten Sinne des Wortes »Plug and Play« realisierbar.

Bleibt die Frage, wie die Mechanik einer zellularen Materialflusstechnik idealerweise aussieht. Auch sie sollte möglichst viele unterschiedliche Dienste bieten, um flexibel einsetzbar zu sein. Vor allem erscheint es aber sinnvoll, zellulare Komponenten ortsbeweglich zu gestalten, wird doch nur so das Potenzial dynamischer Linienführung gehoben, das dieser Vision innewohnt.

Die Vision »Zellulare Fördertechnik« ist entstanden, indem die aktuelle Entwicklung autonomer logistischer Objekte im »Internet der Dinge« konsequent zu Ende gedacht wurde. Viele Fragen sind noch zu beantworten, und man wird feststellen, dass auch diese Vision nicht die Antwort auf alle Fragen ist. In jedem Fall ist es ein spannendes neues Kapitel in der Geschichte der Fördertechnik.

Web Services sind internetbasierte Dienste zur Informationsübertragung, die über einen Uniform Resource Identifier (URI) identifizierbar und zumeist auf Basis von XML (Extensible Markup Language) definiert sind. Kerntechnologien für Web-Services sind u. a. SOAP (XML-RPC, objektorientierte Kommunikation), WSDL (Methoden) und UDDI (Verzeichnisdienste). [Taschenlexikon Logistik, Springer 2006]

SOAP (früher Abk. für Simple Object Access Protocol) ist ein Protokoll zum (zumeist XML-basierten) Informationsaustausch zwischen unterschiedlichen Systemen. [Taschenlexikon Logistik, Springer 2006]



# DAMIT'S RUND LÄUFT

Ressourcenlogistik sorgt für effiziente Kreislaufwirtschaft –  
Planungs- und Optimierungsansätze für Umgang mit Rohstoffen gefragt

Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen, Dr.-Ing. Andreas Nickel

*Der Rohstoffverbrauch der Weltwirtschaft steigt. Gleichzeitig klettern die Preise für Rohöl, Edelmetalle oder Eisenerz. Vor diesem Hintergrund gewinnt eine intelligente Ressourcenwirtschaft an Bedeutung, die verstärkt hochwertige Sekundärrohstoffe gewinnt und einsetzt.*

Bei der Recyclingtechnologie ist Deutschland Weltmarktführer. Was jedoch bislang fehlt, sind systematische Planungs- und Optimierungsansätze, die den hochdynamischen Anforderungen der Ressourcenwirtschaft gerecht werden. Mit der »Ressourcenlogistik« will das Fraunhofer IML wissenschaftlich fundierte branchenspezifische Innovationen entwickeln. Deutschland ist als rohstoffarme Exportnation von der Einfuhr von Primärressourcen zur Erzeugung von Energie und Herstellung von Produkten abhängig. Allerdings gehen vom jährlichen Rohstoff-

verbrauch lediglich 15 Prozent in Produkte, die länger als ein halbes Jahr Bestand haben<sup>1</sup>. Die Menge an Rohstoffen, die damit nach nur sechs Monaten der Volkswirtschaft entzogen werden, ist immens.

Seit Beginn der 90er Jahre hat sich daher in Deutschland eine hochspezialisierte Branche entwickelt, die die in Abfällen und Reststoffen enthaltenen Rohstoffe in High-Tech-Prozessen zurückgewinnt und dem Markt als neue Rohstoffe oder als alternative Energieträger zur Verfügung stellt und damit einen Umsatz von schätzungsweise 50 Milliarden Euro pro Jahr erzielt<sup>2</sup>. Bislang kann allerdings nur ein Teil der Rohstoffe unter wirtschaftlichen Bedingungen als so genannte Sekundärressourcen zurückgewonnen werden. Mit dem Ansteigen der Marktpreise für Primärressourcen könnte sich das bald ändern.

## Der Rohstoffhunger der Welt

Der weltweite jährliche Rohstoffverbrauch wird vom World Resources Institute mit rund 5.600 Millionen Tonnen beziffert. Dabei handelt es sich einerseits um Rohstoffe zur stofflichen Weiterverarbeitung wie Eisenerz oder Edelmetalle, andererseits um Energieträger wie Rohöl, Kohle oder Erdgas. Aufgrund seiner Energiedichte und Transportfähigkeit ist das Erdöl nach wie vor als der wichtigste Energieträger anzusehen und in den Industriegesellschaften der Welt derzeit durch keinen anderen Stoff adäquat zu ersetzen. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften kam allerdings 2005 zu dem Schluss, dass »konventionelles Erdöl zukünftig nicht mehr unbegrenzt verfügbar« sei<sup>3</sup>.

Die Deutsche Bank Research formulierte dies sogar noch drastischer: »Das Ölzeitalter nähert sich bald seinem Ende. Der aktuelle Preisanstieg von Erdöl und Ergas ist nur ein Vorgeschmack auf künftige Energiemarktentwicklungen«<sup>4</sup>. Zum Vergleich: 1996 lag der Ölpreis für ein Barrel der Sorte Brent Crude Oil bei 18 US\$. Im Juni 2006 betrug der Spotmarktpreis 70 US\$ pro Barrel, eine stättliche Steigerung von fast 400 Prozent in nur zehn Jahren<sup>5</sup>. Auch bei den stofflich genutzten Rohstoffen waren in den letzten Jahren durchweg deutliche Steigerungen im Preisniveau zu verzeichnen.

Vor allem die steigende Nachfrage der Schwellenländer Indien und China hat zur Verteuerung der Marktpreise von Metallerzen geführt, da die Primärrohstoffmärkte nicht in der Lage waren, auf die sich kurzfristig ändernde Nachfragesituation flexibel zu reagieren. Die Ausweitung der Produktionskapazitäten ist hier nur vor einem längeren Zeithorizont realisierbar, da der Aufbau neuer Kapazitäten durch die notwendige Exploration und Erschließung der Rohstoffvorkommen sehr langwierig ist. Darüber hinaus ist die Verfügbarkeit einiger Rohstoffvorräte ähnlich eingeschränkt wie bei den fossilen Brennstoffen. So warnt der Vorsitzende der Rohstoffkonzerne Lumina Copper und Pan American Silver, Ross Beaty, vor einer weltweit rückläufigen Förderung von Primärkupfer ab dem Jahr 2008<sup>6</sup>. Er führt dies darauf zurück, dass 21 der 28 größten Kupferminen der Welt nicht mehr in der Lage sein werden, ihre Produktionskapazitäten auszuweiten, und zudem zahlreiche Kupferminen in den Jahren 2010 bis 2015 vollständig erschöpft sein werden. In den



letzten Jahrzehnten sind aber kaum noch neue Kupfervorkommen entdeckt worden. In Zukunft werden daher Sekundärressourcen eine immer stärkere Rolle zur Gewährleistung der Rohstoffsicherheit spielen müssen.

Kupfergewinnung aus Recyclingmaterial mit einer Reinheit von 99,99%  
Bild:  
Norddeutsche Affinerie AG

## Konzept des Urban Mining

Mit dem Begriff des »Urban Mining« wird die Gewinnung von Sekundärressourcen aus Zivilisationsabfällen und Produktionsreststoffen beschrieben. Das Potenzial des Urban Mining ist dabei erstaunlich hoch: So weisen etwa gebrauchte Toner-Kartuschen einen höheren Prozentsatz an Gold auf als das Material, aus dem in Südafrika dieses Edelmetall gewonnen wird. Auch in Baurestabfällen findet man nicht selten höhere Prozentsätze an Kupfer als im Erz aus Kupferbergwerken<sup>7</sup>. Von weiteren »Goldgruben«, wie sie beispielsweise das Edelmetallgemisch im Elektronikschrott darstellt, einmal ganz abgesehen.

Etwa 65 Prozent des deutschen Abfallaufkommens werden heute recycelt oder als Ersatz für primäre Energieträger genutzt. Aber nicht alle Sekundärrohstoffe können zu Kosten zurück gewonnen werden, die im Vergleich zu den Marktpreisen von Primärrohstoffen konkurrenzfähig sind. Die Kostenschere zwischen Gewinnungskosten für Sekundärrohstoffe und Marktpreisen für Primärrohstoffe wird sich allerdings, wenn sich der derzeitige Trend verfestigen sollte, langfristig schließen. Denn während die Preise für Primärrohstoffe weiter steigen werden, führt der technische Fortschritt mittelfristig zu einer Senkung der Gewinnungskosten der Sekundärrohstoffe<sup>8</sup>. Den derzeit größten Effekt leisten Sekundärrohstoffe bei der Substitution von Metallerzen. Die Menge eingesparter Rohstoffe wie Eisenerz oder

<sup>1</sup>Quelle: Dosch, Klaus: Abfallwirtschaft als Rohstoffwirtschaft, Wetzlar 2005

<sup>2</sup>HIFEU Heidelberg 2005

<sup>3</sup>Quelle: Gerling, Peter: Erdöl – Reserven, Ressourcen und Reichweiten, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2005

<sup>4</sup>Quelle: Auer, Josef: Bioenergien für die Zeit nach dem Öl, Deutsche Bank Research 2005

<sup>5</sup>Entwicklung der Preise für Energierohstoffe (nominal) seit 1940. Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

<sup>6</sup>Quelle: Watson, Roland: Peak Copper, 2005

<sup>7</sup>Quelle: Rechberger, Helmut: Wetzlarer Abfalltag 2004

<sup>8</sup>Schließung der Kostenschere. Quelle: Hoffmeyer, Peter: Von der Abfallwirtschaft zur Ressourcenwirtschaft, Leipzig 2005

<sup>9</sup>Quelle: »Urban Mining« gegen die Rohstoffknappheit. BDE 3. Juli 2006

Bauxit haben einen Wert von gut 1,4 Milliarden Euro pro Jahr. Dies sind rund 20 Prozent der deutschen Importe an Erzen und Konzentraten<sup>9</sup>.

Ebenso tragen die Sekundärbrennstoffe mit Einsparungen von jährlich rund 2,2 Milliarden Euro zur Entlastung der deutschen Volkswirtschaft bei. Weitere Erfolgsgeschichten der deutschen Ressourcenwirtschaft sind Altglas und Altpapier, deren innerdeutsche Nachfrage von den Papiermühlen und Glashütten derart groß ist, dass diese »Abfälle« sogar aus dem benachbarten Ausland importiert werden.

Neben diesen etablierten und bekannten Sekundärressourcen gibt es eine Vielfalt an weiteren Produkten der Ressourcenwirtschaft, die bislang nur wenig bekannt sind oder für die sich erst jetzt wirtschaftlich attraktive Märkte entwickeln, wie Gipsderivate oder Destillate aus Altöl. Die Anzahl und die Menge dieser Sekundärressourcen werden mit dem Trend der Rohstoffverknappung weiter zunehmen. Die Steuerung und die Optimierung dieser Mengenströme ist Aufgabe der Ressourcenlogistik.

### Herausforderungen der Ressourcenlogistik

Bei der Entwicklung und Optimierung von logistischen Systemen für die Ressourcenwirtschaft sind insbesondere zwei Herausforderungen zu bewältigen: Auf der einen Seite die gesetzliche Unterscheidung zwischen »Abfall« und »Produkt« und auf der anderen Seite die nicht konstante Verfügbarkeit des Ausgangsmaterials für die Sekundärressourcen.

So schwierig und schwammig die Unterscheidung zwischen »Abfall« und »Produkt« auch sein mag, so bedeutet sie für jeden Wirtschaftsakteur eine scharfe Trennlinie: Wer mit Abfällen zu tun hat, muss einerseits automatisch mit höheren Umweltauflagen rechnen, andererseits sind die Produzenten gesetzlichen Anforderungen unterworfen, wie sie an jedes andere industrielle Produkt auch gestellt werden.

In der Praxis bedeutet das konkret, dass beispielsweise bei der Produktion von Sekundärkupfer für die Sammlung, Lagerung und Aufbereitung der Kupferschrotte, die als Abfall gelten, diverse Auflagen des Abfallrechts und der Bundesimmissionschutzverordnung bei der Bodenabdichtung und bei der Informationsvorhaltung einzuhalten sind. Sobald der Kupferschrott eingeschmolzen und veredelt worden ist, also ein Produkt entstanden ist, entfallen diese Auflagen weitgehend und werden dann durch Gesetze wie REACH, das eine genaue Produktdeklaration verlangt, oder die Produkthaftung ersetzt.

Die Verfügbarkeit der Ressourcen stellt die zweite große Herausforderung der Ressourcenlogistik dar: Abfälle als Ausgangsmaterial für Sekundärrohstoffe fallen nicht kontinuierlich im Massenstrom an, sondern in kleinen und kleinsten Einheiten mit starken Schwankungen sowohl in der Menge als auch in der Zusammensetzung. Die verarbeitende Industrie benötigt jedoch die Sekundärrohstoffe kontinuierlich und mit gleich bleibender Qualität, wie sie es von den Primärrohstoffen her gewohnt ist. Daher sind also die Produzenten der Sekundärrohstoffe gefragt, einerseits mit einer geeigneten Verfahrenstechnik für konstante Qualitätsniveaus zu sorgen und andererseits durch eine optimierte Logistik das richtige Ausgangsmaterial zur richtigen Zeit zur Verfügung zu haben.

Der Schlüssel der Ressourcenlogistik heißt dabei »Beherrschung der Dynamik«: Um die Sicherheit der Produktionsversorgung bei sich sehr dynamisch verändernden Rahmenbedingungen zu gewährleisten, müssen ebenso dynamische Methoden für die Steuerung und Optimierung der Logistiknetzwerke der Ressourcenwirtschaft zum Einsatz kommen. Aktuell wird am Fraunhofer IML ein Leitstand für die Ressourcenlogistik entwickelt und erprobt, mit dem die dynamischen Stoffströme eines Recyclingunternehmens in Echtzeit abgebildet und optimiert werden können. Dabei kommen so genannte »Meta-Heuristiken« oder auch »natural analoge

Die deutschen Stahlrecycling-  
unternehmen beschäftigen  
35.000 Mitarbeiter  
– Tendenz steigend.

Algorithmen« zum Einsatz, die innerhalb kürzester Zeit komplexe Stoffstromnetzwerke optimieren können und auf diese Weise die Dynamik beherrschbar machen. Benötigt werden solche Leitstände beispielsweise in der Energiewirtschaft bei der Versorgung von Kraftwerken mit Ersatzbrennstoffen. Hier besteht die Herausforderung darin, den Kraftwerken einen kontinuierlichen Massenstrom an Brennstoffen mit einem konstanten Brennwert zu garantieren. Dies geschieht, indem die Stoffströme aus verschiedenen Quellen mit jeweils unterschiedlichen Brennwerten im Lagerbunker des Kraftwerks in der richtigen Menge und zur richtigen Zeit miteinander vermischt werden. Eine Aufgabe, die mit einem hohen Steuerungsaufwand verbunden ist und die durch den Einsatz des Leitstandes zukünftig deutlich vereinfacht wird.

Ein weiteres aktuelles Forschungsprojekt ist die Untersuchung von Einsatzmöglichkeiten innovativer Informations- und Kommunikationstechnologien in der Ressourcenlogistik.

Dazu wurde im openID-Center eigens das »Laboratory for Waste Management and Communication Technologies – WICI« eingerichtet. WICI ist ein mobiles Versuchslabor für die Entwicklung und den Test von IT-Komponenten unter den speziellen Rahmenbedingungen der Ressourcenlogistik. Im WICI können sowohl unter Labor- als auch unter Praxisbedingungen verschiedenste IT-Technologien hinsichtlich ihrer Eigenschaften untersucht und miteinander verglichen werden. Hierzu gehören auch RFID-Komponenten, die in der Ressourcenwirtschaft zwar schon seit den 90er Jahren für das Behältermanagement verwendet werden, deren Potenziale aber noch lange nicht ausgeschöpft sind, zum Beispiel in Kombination mit GPS-Modulen<sup>10</sup>.

### Perspektive 2020

Was wird in den nächsten Jahren auf die deutsche Wirtschaft zukommen? Bereits 1999 hat das Bundesumweltministerium ein sehr ehrgeiziges Ziel formuliert: Bis zum Jahr 2020 sollen Siedlungsabfälle nicht mehr deponiert, sondern vollständig und umweltverträglich als Sekundärressourcen verwertet werden. Eine Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes hat dazu ergeben, dass das vorhandene Know-how eine 100-prozentige Verwertung aller deutschen Siedlungsabfälle innerhalb der nächsten 15 Jahre möglich machen wird. Die benötigten Verfahrenstechniken dazu seien im Prinzip bereits jetzt vorhanden, und fraglich sei lediglich, welche Verfahrenskombinationen sich letztendlich am Markt durchsetzen werden<sup>11</sup>. Mit der Veränderung der deutschen Verwertungslandschaft werden auch auf die Ressourcenlogistik weitere Herausforderungen zukommen: Die Stoffströme werden noch kleinteiliger, weil immer mehr Wertstofffraktionen wieder in den Wirtschaftskreislauf gelangen. Damit werden auch die zu steuernden Stoffstromnetzwerke komplexer, der Aufwand für die Beherrschung der dynamischen Rahmenbedingungen steigt. Doch parallel dazu werden auch die ökonomischen Anreize für die Rohstoff verarbeitende Industrie durch vermehrte Alternativen für teure Primärrohstoffe ansteigen.

Die Aufgabe der nächsten Jahre liegt also darin, auch das erhöhte Maß an Dynamik und Komplexität der Ressourcenwirtschaft zu beherrschen. Die Ressourcenlogistik, wie sie das Fraunhofer IML definiert und erforscht, bietet die Methoden und Werkzeuge dafür. Spätestens wenn sich die Kostenschere zwischen den Gewinnungskosten für Sekundärressourcen und den Marktpreisen für die Primärrohstoffe in wenigen Jahren geschlossen hat, werden insbesondere diejenigen Unternehmen davon profitieren, die frühzeitig die Chancen der Ressourcenwirtschaft für sich erkannt und auch erschlossen haben.

<sup>10</sup>Quelle: Clausen, U., Steinwender, F.: RFID-Einsatz in der Kreislaufwirtschaft, Prien 2006

<sup>11</sup>Quelle: Friedl, C.: Die TASI war der Anfang. In: ENTSOR-GA-Magazin 2/2006

Alte Methode neu entdeckt: Mit mathematischen Formeln und moderner IT komplexe logistische Netze beherrschen

# OPERATIONS RESEARCH FÜR LOGISTIKER

Von Iwo V. Riha

*Die Zusammenarbeit in Unternehmensnetzen prägt unsere Wirtschaft. Damit steigt der Druck, Materialflüsse, Geschäftsprozesse und Informationswege effizienter und sorgfältiger als bisher zu planen und zu steuern. Am Fraunhofer IML entwickelte Software, die die seit langem bekannten Methoden des Operations Research (OR) nutzt, kann dem Praktiker dabei helfen.*

Die Erbringung logistischer Leistungen in großen Netzwerken erfordert eine detaillierte und realitätsnahe Planung, Kontrolle und Steuerung. Dabei kommt es darauf an, die vorhandenen Strukturen zu durchschauen und zu verstehen. Beispielsweise geht es in Beschaffungs- oder Distributionsnetzwerken darum, eine optimale zeitliche und räumliche Abstimmung zwischen Kundenbedarf und Lieferantenkapazität zu erreichen, möglichst robuste Touren zu planen und gleichzeitig noch flexibel auf die meist unverhofft kommenden Änderungswünsche der Kunden zu reagieren. Dabei wird es zunehmend schwierig, all diesen Anforderungen gleichzeitig zu genügen, weil das eigene Unternehmen immer stärker mit anderen Unternehmen zusammenhängt und von diesen abhängig ist.

In komplex vernetzten Strukturen ist es schwierig, Geschäftsabläufe zu planen und sicher auszuführen. Permanent muss der Planer und der Ausführende eines Prozesses seine Betrachtungsebene von oben herab bis hin zur Detailsicht wechseln und sieht sich dabei auf jeder »Zoomstufe« unterschiedlichen, mitunter konkurrierenden Anforderungen gegenüber. Dies ist ohne den computergestützten Einsatz von Analyse- und Planungsmethoden nicht zu leisten. Unter dem Dach des OR existiert ein breites Portfolio mathematischer und statistischer

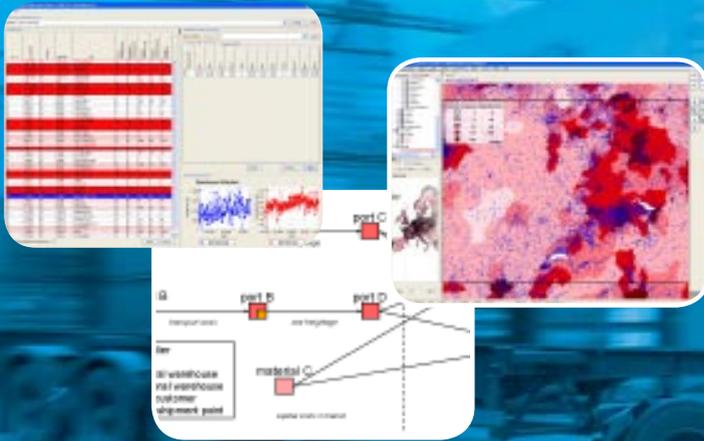
Methoden zur Analyse und Optimierung von Modellen. Gleichzeitig ermöglicht die heute zur Verfügung stehende Rechnerkapazität die Analyse großer Modelle in kurzer Zeit.

Eine typische Anwendung für logistische Aufgabenstellungen ist die Auswahl eines geeigneten Bestellverfahrens und der wirtschaftlichen Losgröße. Klassische Operations-Research-Methoden werden auch eingesetzt bei der Planung von Lagerkapazitäten, der Routenplanung und Wegeoptimierung, der Analyse von Supply Chains und der Optimierung von Ressourcenauslastungen.

## Praktische Verbesserungen

Bei diesen realen Problemen geht es weniger um eine nahezu optimale Berechnung, als um eine Verbesserung der aktuellen Situation. Dem Praktiker genügt eine 80%ige Lösung, wenn sie signifikant die Leistung verbessert. Wichtiger als allerletzte Genauigkeit ist es für ihn zu wissen: Wie robust ist das Ergebnis? Bringen 15 Minuten Verspätung bei der Abholung gleich die gesamte Planung zu Fall? Oder bietet die Lösung flexible Reaktionsmechanismen, um Abweichungen auszugleichen? Die Lösungen müssen für den Anwender nachvollziehbar sein und schnell Ergebnisse liefern.

Hierfür eignen sich vor allem heuristische Verfahren, die das Problem sehr schnell lösen, aber nicht unbedingt die beste Lösung finden. Auch Heuristiken gehörten zum Repertoire des Operations Research. Wegen fehlender Kenntnis oder Vertrautheit der Praktiker mit diesen Methoden werden sie jedoch selten genutzt. Das Fraunhofer IML hat mit den Software-Tools DISMOD und LogiChain zwei



Instrumente entwickelt, die die Methoden des OR für praktische Aufgabenstellungen in der Logistik effizient und komfortabel nutzbar machen.

Die Software DISMOD ermöglicht beispielsweise die Berechnung optimal gestalteter Netzwerke in der Beschaffungs- und Distributionslogistik, eine typische Aufgabenstellung für Logistikdienstleister. Auf Basis von kundenspezifischen Daten über Sendungs-, Auftraggeber- und Kundenstruktur können mit DISMOD verschiedene Ausgestaltungen eines Logistiknetzwerkes berechnet werden. Es lassen sich die optimalen Standorte für Konsolidierungslager finden und die resultierenden Kosten für den Kunden berechnen. Dies wird erreicht unter Anwendung von Heuristiken, die man typischerweise für das Lösen von Vehicle Routing Problemen oder Standortbestimmungen einsetzt.

Das Programm erlaubt es, sämtliche verfügbaren Transportinfrastrukturen zu berücksichtigen: vom Binnenschiff über die Bahn bis hin zum Straßentransport unter Berücksichtigung der Lkw-Maut. Dabei können die Algorithmen die in der Praxis vorkommenden Restriktionen wie Zeitfenster, Rückladungsverkehr oder Leergutfahrten abbilden. Typische Beispiele aus der langjährigen Projekterfahrung sind die Optimierung großer Güterverkehrsnetze, zum Beispiel im Auftrag der Deutschen Post, oder die Unterstützung von Logistikdienstleistern bei der Bearbeitung von Ausschreibungen. Neben dem Design des Netzwerkes für den Materialtransport ist es ebenfalls eine wichtige Aufgabe, die Prozesse in den Strukturen dieses Netzwerkes zu gestalten und kosten- und leistungsmäßig zu bewerten. Hierzu wird das Werkzeug LogiChain ein-

gesetzt. LogiChain ist eine Software zur Visualisierung von Geschäftsprozessen und zur systemgestützten Durchführung einer ressourcenorientierten Prozesskostenrechnung. Dem liegt als klassische OR-Methode die Netzplantechnik zugrunde, mit der die Inanspruchnahme der Ressourcen entlang eines Prozesspfades berechnet werden kann.

#### Prozesskosten exakt ermitteln

Die Unternehmensprozesse werden mit Hilfe der Prozesskettenmethodik dargestellt, einer intuitiven Sprache zur Beschreibung von Prozessen. Aufbauend auf dem Prozess können Ressourcen und Kosten den jeweiligen Prozesselementen zugeordnet werden, zum Beispiel ein Gabelstapler und ein technischer Mitarbeiter für die Entladung eines Lkw. Nach Eingabe firmenspezifischer Kostensätze und Bearbeitungszeiten oder Übernahme von Kalkulationsdaten aus kundeninternen Datenbanken können die Prozesskosten berechnet werden.

Was immer auch der Kunde eines Logistikdienstleisters wissen möchte, zum Beispiel welchen Aufwand und damit welche Kosten die Bearbeitung einer Palette oder auch einer einzelnen Verpackungseinheit erfordert, wie lange sie dauert und ob die Mitarbeiter oder Maschinen gut ausgelastet sind: Mit LogiChain können diese Fragen exakt beantwortet werden. Diese Aussagefähigkeit hilft bei der Bearbeitung von Ausschreibungen und der Auswahl der besten Prozesse für die Abwicklung, insbesondere auch in einer firmenübergreifenden Wertschöpfungskette.

Software wie DISMOD zur Standortplanung oder LogiChain zur Prozesskostenermittlung hilft dem Logistikdienstleister.



# UNTERNEHMER INVESTIEREN MEHR IN IT

Logistik-Branche bei 24. Dortmunder Gesprächen gut vernetzt

*Ohne IT läuft in der Logistik nichts. Der effiziente Umgang mit moderner Informationstechnik ist heute ein Muss für Entscheider in der Logistik. Wer hier auf dem neuesten Stand bleiben will, kam wieder einmal an den Dortmunder Gesprächen nicht vorbei. Am 19. und 20. September 2006 bot das Fraunhofer IML den rund 400 Teilnehmern und 30 Fachjournalisten im Kongresszentrum der Westfalenhallen Dortmund ein Update in Sachen Internet der Dinge, Intralogistik und IT.*

»Nachdem wir in diesem Jahr bereits das 25-jährige Bestehen des Fraunhofer IML gefeiert und im Anschluss daran das 3. Wissenschaftssymposium Logistik veranstaltet hatten, haben wir uns bei den Dortmunder Gesprächen aus Planungs- und Kapazitätsgründen bewusst auf zwei Parallelsequenzen beschränkt. Angesichts dessen sind wir mit den Teilnehmerzahlen – knapp 200 weniger als im letzten Jahr – durchaus zufrieden«, so das Fazit von Prof. Dr. Michael ten Hompel, geschäftsführender Leiter des Fraunhofer IML.

In seinem Eröffnungsvortrag bezeichnete Prof. ten Hompel die Entwicklung zur Wissensgesellschaft, die Globalisierung und die rasant zunehmende Komplexität und Dynamik mit immer schnelleren und individuelleren Prozessen als allgegenwärtige Herausforderungen für die Logistik. Das Internet trage dazu bei, die Menschen weltumspannend miteinander zu verbinden und sie damit teilhaben zu lassen an der Wissensgesellschaft, aber auch am Handel. Durch intelligente Formen der Zusammenarbeit gelte es, kollektive Intelligenz zu erzeugen. Logistiksoftware beispielsweise werde mit Partnern weltweit entwickelt, um das rasant wachsende Wissen zu managen.

Ein Beispiel sei die Open-Source-Initiative myWMS des IML, ein Warehouse Management System. Nicht zuletzt würden RFID und das »Internet der Dinge« – die weitgehend dezentrale Steuerung von Warenströmen – die IT und auch unsere Welt verändern.

Auch Prof. Dr. Elgar Fleisch von der ETH Zürich und Hochschule St. Gallen sah die große Chance, mithilfe von RFID das Chaos und die Komplexität in Geschäftsprozessen betriebswirtschaftlich relevant messbar und damit beherrschbar zu machen. Das Internet der Dinge komme nicht wie eine Flutwelle, sondern sei eine langsame und nachhaltige Entwicklung. Sie komme da, wo es Nutzen bringe, schnell, in anderen Bereichen sehr langsam. Letztlich bräuchten die weitere Miniaturisierung von Computern und Transpondern (Smart Dust) sowie der seit 2003 durch den Electronic Product Code als EPCglobal bestehende Standard den technologischen Schub für dieses Projekt.

## Vier Fachveranstaltungen

Die Dortmunder Gespräche bündelten vier Fachveranstaltungen, deren Vorträge die Besucher je nach Interesse hören konnten. Am Eröffnungstag bildete die »Warehouse Logistics« einen Schwerpunkt. Dabei wurde das Zusammenspiel von Software, Service und Systemen ausgeleuchtet – von Referenten mehrerer Unternehmen. Das parallel stattfindende Fachforum »Intralogistik & Software« der Industrie- und Handelskammern NRW und der AiF richtete sich speziell an Mittelständler.

Am zweiten Tag standen im »Fraunhofer-Symposium Internet der Dinge« gleich zwei hochaktuelle Entwicklungslinien auf der





Agenda: »Autonome Objekte – Basis der Selbststeuerung« und »RFID – vom Anspruch zur Realität«. In der Parallelveranstaltung dagegen war »harte« Technik angesagt – dort ging es um innerbetriebliche Materialflusssysteme.

### Logistik-IT und ihre Bedeutung für den Mittelstand

Im Brennpunkt stand dieses Jahr die Intra-logistik. Es wurde deutlich, dass die Auswahl der passenden Technik, Software, Steuerungen und Identifikationssysteme wie RFID maßgeblich mit über Erfolg oder Misserfolg eines Unternehmens entscheidet. Namhafte Referenten aus Wissenschaft und Wirtschaft gaben Orientierungshilfen.

Moderne IT ist deutschen Mittelständlern immer wichtiger. »Viele Unternehmer arbeiten noch mit veralteter Ausstattung und investieren deshalb dieses Jahr deutlich mehr«, sagte Heinz Paul Bonn, Vizepräsident des Bundesverbands für Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM). »Drei Viertel der Software-Anbieter und fast 80 Prozent der IT-Dienstleister erwarten für 2006 mehr Umsatz.« Die Branche

habe sich auf die Bedürfnisse der Mittelständler eingestellt und biete mehr und mehr Spezialprodukte an. Zusätzlich gebe es weiterhin großen Bedarf an günstigen Paketlösungen. Die Fokussierung auch großer Software-Anbieter auf den Mittelstand macht deutlich, welcher Bedarf hier besteht. Beiträge über Individual- und Standardsoftware bis hin zu Open Source halfen den Teilnehmern der Dortmunder Gespräche, sich richtig zu entscheiden und flexibler zu vernetzen.

### BITKOM übernimmt Schirmherrschaft

»Der Logistik-Boom stellt die Informationswirtschaft täglich vor neue Herausforderungen«, erklärte Heinz Paul Bonn das Engagement des europaweit größten ITK-Verbandes BITKOM, 2006 wieder die Schirmherrschaft zu übernehmen. Die Dortmunder Gespräche hätten sich zum führenden Fachtreffen für Logistiker und IT-Anbieter entwickelt. Bonn: »Wir begrüßen, dass die Industrie- und Handelskammern in Nordrhein-Westfalen ihren Unternehmen dieses Know-how anbieten.« Den bundesweit einzigartigen Branchen-Austausch will der BITKOM auch weiterhin unterstützen.



Heinz Paul Bonn hob die wachsende Bedeutung von IT für den Mittelstand hervor.



### LOG-IT-AWARD FÜR PROF. PAULUS

Im Rahmen der Abendveranstaltung in der Deutschen Arbeitsschutzausstellung DASA wurde zum zweiten Mal der Log-IT-Award des Log-IT-Clubs verliehen. Prof. Dr. Sachar Paulus (li.), Chief Security Officer der SAP-AG, erhielt ihn für seine Verdienste rund um das Thema der Datensicherheit. »Er hat sich die auch für die Logistikwirtschaft bedeutsame Frage der IT-Security auf die Fahnen geschrieben und wesentliche Impulse für Verbesserungen durchgesetzt«, begründete Matthias Löhr (re.), Präsident des Log-IT-Clubs, die Auswahl des Preisträgers. Der Log-IT-Club versteht sich als Plattform für Unternehmen an der Schnittstelle von Logistik und IT und soll die Entwicklung innovativer Technologien fördern.





# HILTI WEISS, WO DER HAMMER HÄNGT

Robuste Strukturen und flexible Konzepte für eine zukunftssichere Distribution

Marc Berning,  
Dr.-Ing. Bernhard van Bonn,  
Prof. Dr. Alex Vastag

*Hilti, als Hersteller von Bohrhämmern weltweit bekannt, wollte seine Distribution auf lange Sicht planen und absichern. Das Fraunhofer IML half dabei.*

Zwangsläufig ändern sich in einer zunehmend weltumspannenden Logistik immer häufiger die Rahmenbedingungen. Deshalb sind Unternehmen mit flexiblen Logistikstrukturen im Vorteil. Wenn zu erwartende Veränderungen am Markt bereits konzeptionell eingeplant werden, entstehen robuste Distributionssysteme, die Veränderungen absorbieren, ohne an Leistungsfähigkeit einzubüßen. Bei der Planung zukunftsfähiger Logistiksysteme sind neben Transportkosten, Transportzeiten und zu erreichendem Servicegrad auch umfassende Standortkriterien einzubeziehen.

Die Hilti Gruppe als führender Hersteller von Befestigungs-, Bohr-, Meißel- und Trenntechnik ist weltweit in über 120 Ländern präsent. Zwei Drittel der mehr als 15.000 Mitarbeiter sind in den Verkaufsorganisationen, im Engineering und im Kundendienst tätig. Hilti betreibt eigene Produktionswerke sowie Forschungs- und Entwicklungszentren in Europa und Asien. Am Hauptsitz des Konzerns in Schaan im Fürstentum Liechtenstein arbeiten derzeit rund 1.500 Menschen.

Jetzt sollte das Dortmunder Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Kooperation mit dem Institut für Datenanalyse und Prozessdesign der Zürcher Hochschule Winterthur (IDP) für Hilti ein stabiles und robustes Distributionsnetz für

den europäischen und nordamerikanischen Kontinent entwerfen. Hierbei kam es nicht in erster Linie darauf an, Kosten zu senken. Wichtiger war es dem Projektpartner, dass das Distributionssystem in der vorgeschlagenen Form mindestens bis zum Jahr 2015 den Bedürfnissen des Unternehmens und insbesondere seiner Kunden genügt. Die zuverlässige Belieferung der Kunden innerhalb weniger Stunden stand an oberster Stelle.

Um zu diesem Ziel zu gelangen, waren zunächst einmal die heutigen Logistikstrukturen zu ermitteln und eine Engpassanalyse der einzelnen Lagerstandorte vorzunehmen. Schließlich wurden Absatzszenarien für 2006, 2008, 2012 bis 2015 erstellt, bei deren Prognose die möglichen Schwankungsbreiten mit einfließen. Nicht zuletzt galt es, zukünftige Markteinflüsse und Entwicklungen etwa bei den Frachtkosten, Standortkosten oder in der Behandlung von grenzüberschreitenden Transporten insbesondere in den Osten Europas zu berücksichtigen. Schließlich ging es an die Optimierung.

Diese Betrachtung bezog sich nicht nur auf die Endkundenbelieferung, sondern umfasste auch die Lieferungen durch Zulieferer, von der Produktion an das Zentrallager oder vom Zentrallager an die Regionallager. Es wurden auch die Auswirkungen einer Verlagerung von Zuliefermengen oder Produktionsstätten nach und von Asien, Osteuropa oder Amerika untersucht. Dabei wurden die Seetransporte und nationalen Vorläufe in den Übersee-Zuliefergebieten mit einbezogen sowie die Schlagpunkte und das Streckengeschäft einer differenzierten Betrachtung unterzogen. Last but not least waren die gesamte Ersatzteillogistik und die Reparaturzentren zu planen. Zur Bewältigung dieser komplexen Aufgaben hat das IML ein neues umfassendes Optimierungswerk erstellt und damit das bestehende Instrumentarium, eine Planungssoftware mit Namen DISMOD, erweitert. Im Zuge des Projekts wurde ein Verfahren eingeführt, das anhand der DISMOD-Daten rückwärts alle Stufen der Lieferkette durchläuft und für jede Stufe die aus den Veränderungen resultierenden Kosten ermittelt.

Diese Beispielanalyse mit DISMOD zeigt einen regionalen Ausschnitt mit Kundenlokationen und hinterlegten Mengen im Bezug zur umgebenden Region.



### Optimierung der Distributionsstrukturen für den nordamerikanischen Kontinent

Begonnen wurden die Arbeiten zur Entwicklung eines weltweiten Distributionssystems mit Nordamerika. Hilti Nord America (HNA) versorgt den amerikanischen Kontinent inklusive Kanada bislang über ein zweistufiges Distributionsnetzwerk. Von dort erhalten nicht nur die regionalen Lagerstandorte ihren Nachschub, sondern es werden auch Kunden für B- und C-Artikel direkt beliefert. Zusätzlich unterhält das Unternehmen eine Struktur von Direktverkaufspunkten, in denen Kunden als Selbstabholer Produkte kaufen können. Die gesamte Distribution ist stark durch Lieferungen im Paketbereich geprägt. Rahmenverträge mit Kurier-Express- Paketdiensten (KEP) existieren. Jedoch ist die Auswahl an Alternativen gering, da nur einzelne Anbieter ein Gesamtnetzwerk mit ausreichendem Service für den gesamten nordamerikanischen Raum anbieten. Aus diesen Prämissen ergab sich die außergewöhnliche Situation, dass das anzunehmende Kostenverhalten der Endkundenbelieferung nur in geringem Maße von der zurückzulegenden Entfernung abhängt.

### Vom Grobmodell zur Feinoptimierung

Aus diesem Grunde entwickelten die beiden beauftragten Institute gemeinsam ein Grobmodell, das die Radien der geographischen Einzugsbereiche der zukünftigen Distributionsstandorte auf Basis von variablen Opti-

Fraunhofer-Mitarbeiter Dr. Bernhard van Bonn und Marc Berning (v.l.): »Die zuverlässige Kundenbelieferung stand bei Hilti an oberster Stelle.«

mierungsparametern, wie wirtschaftliche Wiederbestellgrößen, Lagerkosten oder Kapitalbindung, abschätzt. Anhand dieser Vorauswahl, die für verschiedene Regionen getrennt durchgeführt wurde, ließ sich die Zielgröße an optimalen Standorten unter Einbeziehung aller Optimierungsgrößen einschränken. In den nachfolgenden Schritten wurde eine Bandbreite von Standortkonfigurationen mit DISMOD durchexerziert und vergleichend gegenübergestellt. In die Betrachtung flossen auch Extremvarianten ein.

Um die ermittelten Szenarien bewerten zu können, mussten zunächst die jeweils erreichbaren Servicegrade ermittelt werden. Als Maßstab wurden hierfür die Anzahl der Sendungen und die Gewichtsanteile dieser Sendungen herangezogen und verschiedene Varianten betrachtet: Zu welchen Kosten lässt sich der maximale Servicegrad erreichen? Welche Einsparpotenziale sind bei heutigem Servicegrad mit optimierter Struktur möglich? Wie lange hält das System unter Beibehaltung der heutigen Struktur den steigenden Anforderungen der Zukunft stand? Um die Kostenfragen letztlich schlüssig beantworten zu können, musste die zunächst auf die Endkundenbelieferung ausgerichtete Optimierung und Kostenrechnung um die vorher stattfindenden Stufen der Distribution erweitert werden.

Im Fokus der Untersuchungen lagen alle Stufen der Lieferkette: Von der nationalen oder internationalen Zulieferung über den Hafeneingang der Überseemengen und die zentrale oder dezentrale Lagerung bis hin zum Verkauf, entweder über einen Laden oder direkt an den Kunden. Alle Stufen mussten mit detaillierten Kosten hinterlegt und bewertet werden. Dies umfasste die Lagerkosten in Einlagerung, Auslagerung und Kapitalbindung sowie Fixkosten ebenso wie beispielsweise die Kapitalbindung in Waren, die sich auf dem Seetransport aus Zulieferregionen in Übersee befinden.

Ein erster Untersuchungsschwerpunkt galt der Versorgung des Zentrallagers. Bisher bezog es seine Waren aus Europa und über den Seeweg aus Asien. Nun ging man der Frage nach, ob weitere Zentrallagerstandorte in Nord-Amerika erschlossen werden sollten. Daraus resultierte die Problemstellung der Auswahl der hierfür am besten geeigneten Hafenstandorte. Für die Problematik der Überlastung bestehender Lagerstandorte hat das IML ein neues Zusatzmodul zu DISMOD implementiert. Mit

dem so genannten »Warehouse Utilization Monitor« ist es nun möglich, verschiedene Belastungsgrade und Entwicklungen über die Zeit durchzusimulieren und für jeden Standort den Grad der Auslastung zu visualisieren.

Den Abschluss der Betrachtungen zu Nordamerika bildete die Zusammenstellung der Auswirkungen für die betrachteten Szenarien, bei denen es um die Abwägung zwischen minimalen Kosten und maximalem Service ging. Diese Zusammenstellung wurde bis zum Jahre 2015 durchgerechnet und vergleichend gegenübergestellt.

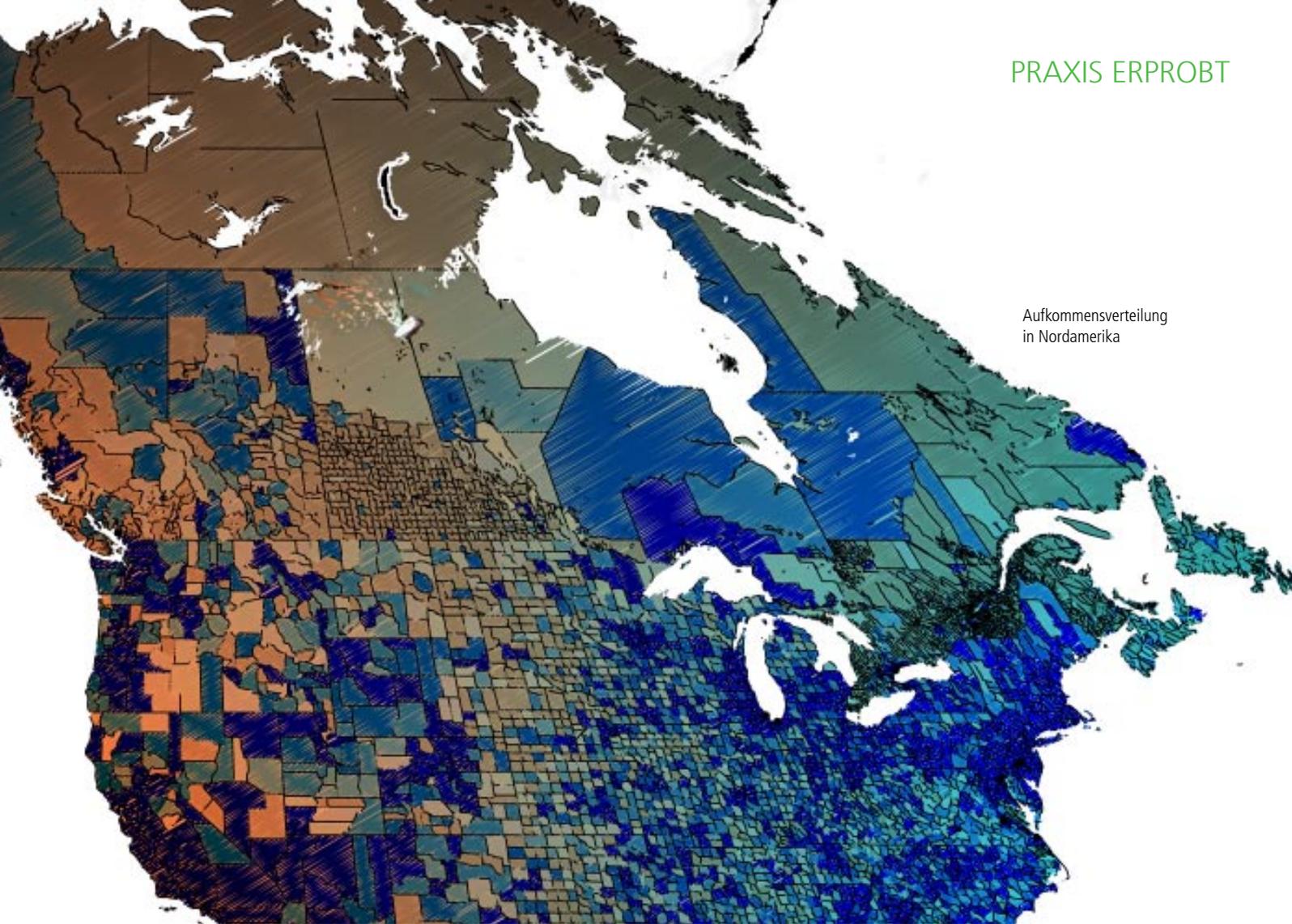
### Übertragbarkeit Amerika – Europa?

Den zweiten Teil der Arbeiten bildete die Optimierung Europas. Bei der Betrachtung des gesamten europäischen Kontinents stellte sich schnell heraus, dass Teile der Arbeiten für den amerikanischen Teil zwar übertragbar sind, das Instrumentarium und die implementierten Bewertungsfunktionen jedoch auf die europäischen Besonderheiten und Parameter angepasst werden müssen.

Beispielsweise sind in Amerika, anders als in Europa, die Transporttarife von der Entfernung weitgehend unabhängig. Weiterhin muss in Europa der Grenzübergang in und von verschiedenen Teilregionen gesondert bewertet werden. Hierzu wurden so genannte Grenzübergangskosten hinterlegt, die den Übergang beispielsweise von EU-Staaten in nicht EU-Staaten mit besonderen Parametern bewertbar machen. Dies betrifft sowohl die Transportkosten als auch die erreichbaren Fahrzeiten.

Die zu optimierende Zielstruktur sah zunächst ihrem amerikanischen Pendant recht ähnlich aus. Als Besonderheit des europäischen Marktes gibt es hier jedoch eine Lager-Strecke-Aufteilung von Transporten. Wahlweise erfolgt eine Lieferung direkt aus der Zulieferregion oder über eine Zentral-lagerstufe. Um diese Aufteilung optimal zu gestalten, wurde ein Flussoptimierungsalgorithmus von DISMOD angepasst und das Verhältnis damit berechnet.

Die zu betrachtenden Szenarien, ebenfalls für die Jahre 2005 bis 2015, umfassen neben den aus Amerika bekannten Szenarien wie minimale Kosten, maximaler Service und optimale Ersatzteillogistik für die Reparaturzentren auch einige Sonderfälle für in einigen Ländern öfters auftretende Unregel-

Aufkommensverteilung  
in Nordamerika

mäßigkeiten. Hier wurden insbesondere einige Streik-Szenarien berechnet und in Hinblick auf die Robustheit des Gesamtsystems ausgewertet. Ein besonderes Augenmerk der Betrachtungen lag in der Entwicklung des osteuropäischen Marktes. Hier lagen im Gegensatz zu Zentral- und Mitteleuropa keine historischen Absatzzahlen in ausreichender Qualität vor. Das Projektteam hat daher mit Hilfe der Demographiemodule von DISMOD Prognosemengen und deren regionale Verteilung in das Projekt integriert.

### Ergebnisse

Die Ergebnisse der Studie zeigen sowohl für den amerikanischen Raum als auch für Europa zwei neue robuste Distributionsnetzwerke auf, die den zukünftigen Aufgaben des Konzerns und seiner Entwicklung Rechnung tragen. Von Seiten der Beschaffungsstrategie wurde untersucht, welche Auswirkungen die Verlagerung von Zuliefer- und Produktionsstandorten nach Asien auf die Gesamtstruktur haben. Hierbei wurden die Kosten von Produktion oder Einkauf den steigenden

Anlieferzeiten und das gebundene Kapital im Transport ebenso berücksichtigt, wie die Auswirkungen einer solchen Verlagerung auf die Bevorratungsstrategien in Europa und Amerika.

Obwohl im Zuge der Betrachtungen auch kostengünstige Varianten ermittelt wurden, die zum Beispiel eine reine Direktbelieferung von einem Zentrallager an die nationalen KEP-Dienstleister-Standorte vorsehen, wird vom Auftraggeber jedoch der Ausbau der Marktposition in bestehenden Märkten sowie die Erschließung neuer Märkte insbesondere durch die Verbesserung des Servicegrades priorisiert. Hierzu wurden im Projekt Distributionsstrukturen ermittelt, die einen höheren Anteil an Belieferungen innerhalb von 24 Stunden zu minimierten Kosten ermöglichen. Die durchgeführten Sensitivitätsanalysen auf Absatzschwankungen, Änderungen der Frachtkosten oder Änderung des Kundenbestellverhaltens stellen sicher, dass die letztendlich gewählten Standortkonfigurationen auch in Zukunft für den Auftraggeber ein logistisch optimales Distributionsnetz garantieren.



# SAUBERE PROZESSE IN DER ENTSORGUNGSLOGISTIK

Uni senkt mit optimiertem Abfallmanagement die Kosten

*In einem Beratungsprojekt zur Optimierung des betrieblichen Abfallmanagements einer großen deutschen Ruhrgebiets-Universität konnte das Fraunhofer IML bei Erfüllung sämtlicher Auflagen konkretes Einsparpotenzial bei der Abfallentsorgung nachweisen.*

Kein unbehandelter Abfall mehr auf die Deponie, so lautet die Forderung. Aber wohin damit? 60 bis 70 verschiedene Abfallfraktionen fallen in einem Unternehmen an. Sie gesetzeskonform, umweltschonend und dazu noch wirtschaftlich sinnvoll zu entsorgen, ist eine komplexe Aufgabe. Die Abteilung Entsorgungslogistik des Fraunhofer IML unterstützt Industrie- und Verwaltungsbetriebe bei der Optimierung ihres Abfallmanagements. »Ist das Abfallmanagement eines Unternehmens noch zeitgemäß? Entspricht es den aktuellen gesetzlichen Anforderungen? Und nicht zuletzt: Wie und wo können Entsorgungsprozesse optimiert und Kosten gesenkt werden? Auf diese Fragen wollen wir Antworten geben«, umreißt Dr. Andreas Nickel die Aufgabe der Fraunhofer-Forscher.

Die Rahmendaten der Universität sind beeindruckend: Bis zu 20.000 Studierende, 2.200 Mitarbeiter und unzählige Besucher befinden sich jeden Tag auf dem 26 ha

großen Universitätsgelände mit seinen rund 70 Gebäuden. An weit über 10.000 Stellen fallen tagtäglich etwa 3.000 kg Gewerbeabfälle an wie Altpapier oder Verpackungen. Aber auch zahlreiche Sonderabfälle wie beispielsweise Laborchemikalien, Altöl oder Werkstattabfälle werden durch den Lehr- und Forschungsbetrieb der Universität produziert.

## Veränderung des Stoffstrommanagements

Gesammelt werden die einzelnen Abfälle in verschiedenartigen Behältern, die aufgrund des hohen Anfalls sowie aus arbeits- und brandschutzrechtlichen Gründen zumeist täglich zu entleeren sind. Hierzu wurde an der Universität in den vergangenen Jahren eine umfangreiche Entsorgungslogistik aufgebaut, bei der die verschiedenen Reinigungs-, Transport- und Entsorgungsdienstleister sowie die zuständigen Mitarbeiter der Universitätsverwaltung eng zusammenarbeiten.

Geplant und gesteuert wird die tägliche Abfallentsorgung zentral durch die technischen Hochschulbetriebe, wobei insbesondere die Vertragsgestaltung mit den Entsorgern sowie die gesetzlich vorgeschriebenen Kontroll- und Dokumentationspflichten zu



den täglichen Aufgaben der Mitarbeiter gehören. Die operative Betreuung der Entsorgung vor Ort hingegen liegt in den Händen der einzelnen Hausmeister, die jeweils für einen Teilbereich der Universität verantwortlich sind. Sie müssen die Nutzer aufklären, den Einsatz des Reinigungspersonals koordinieren, die Abfallsammlung kontrollieren und im Reklamationsfall den Entsorgungsdienstleistern kontaktieren.

»Unsere Untersuchung hat gezeigt, dass gerade in dieser dezentralen Aufgabenverteilung ein großes Optimierungspotenzial liegt«, berichtet Nikel. Bedingt durch die im Laufe der Jahre gewachsenen Strukturen an der Universität, lag bei den einzelnen Mitarbeitern und Dienstleistern ein sehr unterschiedliches Informationsniveau vor. »Dies führte dazu, dass Synergieeffekte bei der Entsorgungslogistik nicht richtig genutzt werden konnten, Behältersysteme mangels Feedbacks zu groß dimensioniert und ungünstig positioniert waren und die Nutzer durch unterschiedlich interpretierte Anweisungen zur Abfallsammlung verwirrt wurden.«

Daher erfassten und synchronisierten die Fraunhofer-Forscher zunächst die zum Teil langjährigen Erfahrungen der einzelnen

Uni-Mitarbeiter. Sämtliche entsorgungsrelevanten Daten und Informationen wurden anschließend in einem Entsorgungshandbuch zusammengeführt und allen Mitarbeitern zur Verfügung gestellt. Form und Inhalte des Entsorgungshandbuchs orientierten sich gezielt an den spezifischen Bedürfnissen einer Universitätsverwaltung, so dass die Mitarbeiter der Hochschulbetriebe die Pflege und Aktualisierung des Handbuchs zukünftig selbst vornehmen können. Damit ist die Transparenz der Informationsvorhaltung und -weitergabe sichergestellt.

Als Ergebnis des Projekts war es mit Hilfe der fundierten Planungsdaten möglich, konkrete Einsparpotenziale bei der Entsorgungslogistik aufzuzeigen: »Zum einen haben wir Sammelbehälter identifiziert und abgeschafft, die nicht oder nur selten benutzt wurden, sondern nur noch aus historischen Gründen vorhanden waren. Zum anderen konnten wir wirtschaftliche Vorteile bei Veränderung des ‚Stoffstrommanagements‘ nachweisen«, resümiert Andreas Nikel. Künftig wird man an der Universität nun vermehrt auf eine verursachungsgerechte, mengenbezogene Abrechnung der Abfallentsorgung setzen. So kann man hohe Ansprüche an eine umweltschonende Entsorgung umsetzen und gleichzeitig noch Geld sparen.

Verwirrende Vielfalt: Nie, selten oder falsch benutzte Sammelbehälter wurden identifiziert und abgeschafft.



Containerumschlag von Schiff auf Schiene – ein Wachstumsmarkt.

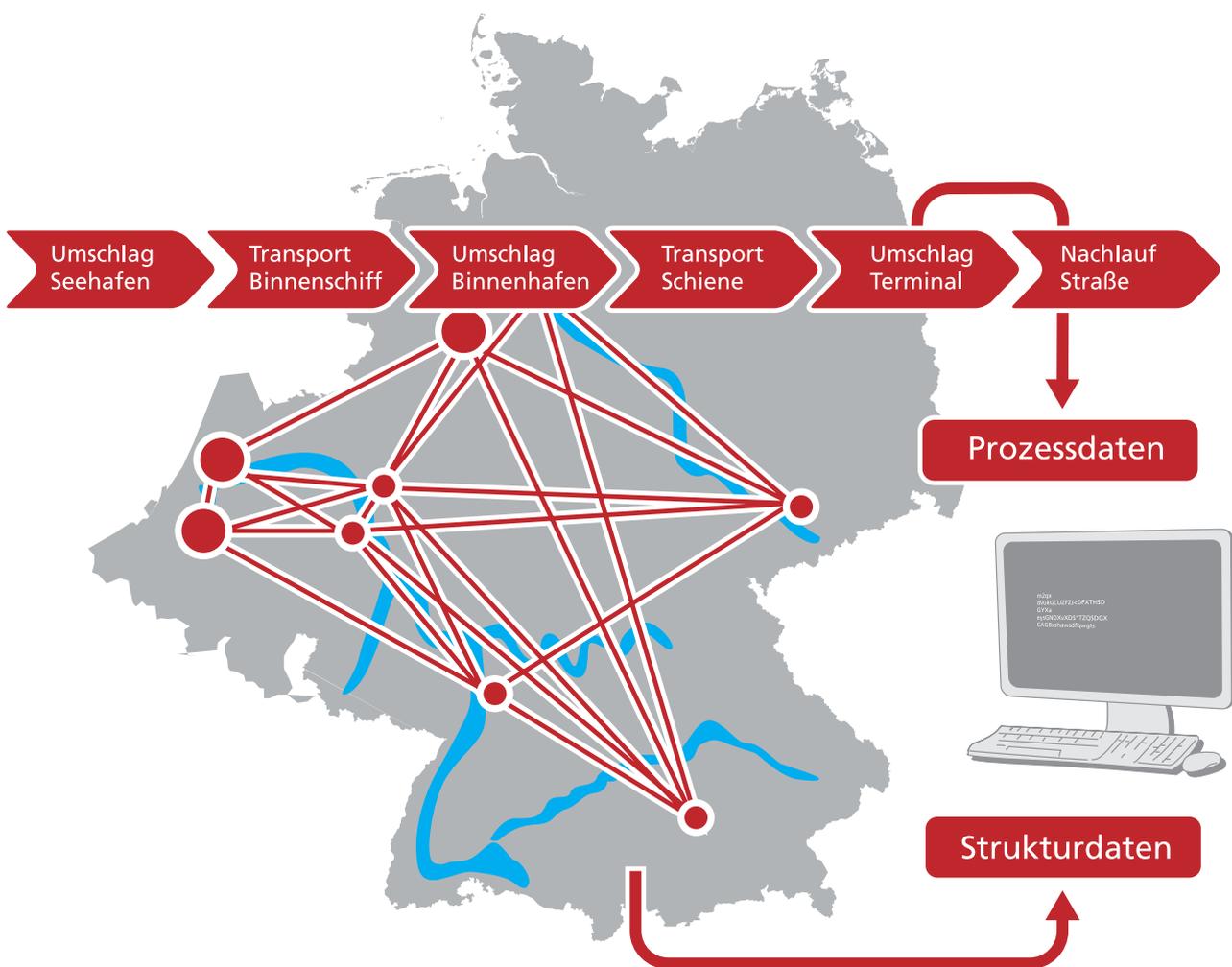
# SCHIFF? SCHIENE? ODER BEIDES?

## Trimodale Transportketten für Seehafenhinterlandverkehre

*Wie transportiere ich Güter möglichst kostengünstig, schnell, zuverlässig und obendrein noch umweltfreundlich? Die Verknüpfung der Verkehrsträger Bahn, Lkw und Schiff nennt der Logistiker »trimodale Transportketten«. Fraunhofer-IML-Mitarbeiter Florian Schwarz untersuchte in seiner Doktorarbeit die Ausgestaltung solcher Transportketten besonders im Hinblick auf die Verkehrsanbindung von Seehäfen mit dem Hinterland. Er entwickelte ein Modell, mit dem sich die Vor- und Nachteile der Transportträger bei unterschiedlichen Anforderungen ermitteln und optimale Transportketten gestalten lassen.*

### Ausgangssituation

Trimodale Transporte sind kombinierte Verkehre, bei denen der überwiegende Teil der Strecke durch eine Kombination von Eisenbahn und Binnenschiff bewältigt und der Vor- und Nachlauf auf der Straße möglichst kurz gehalten wird. Trimodale Transportketten für Seehafenhinterlandverkehre werden von Akteuren der Binnenschifffahrt, sowohl Reedern als auch Binnenhäfen, häufig als Möglichkeit genannt, das Aufkommen der Binnenschifffahrt im Containerverkehr zu steigern und die Stellung der Binnenhäfen in den Transportketten des Containerverkehrs zu trimodalen Hinterland-Umschlagplätzen, so genannten Hubs, auszubauen. Bisher fehlte aber eine umfassende wissenschaftliche Untersuchung der Wettbewerbsfähigkeit trimodaler Transportketten im Verhältnis zu anderen Transportangeboten im containerisierten Seehafenhinterlandverkehr.



Modellierungsansatz für Seehafenhinterlandverkehre

### Zielsetzung

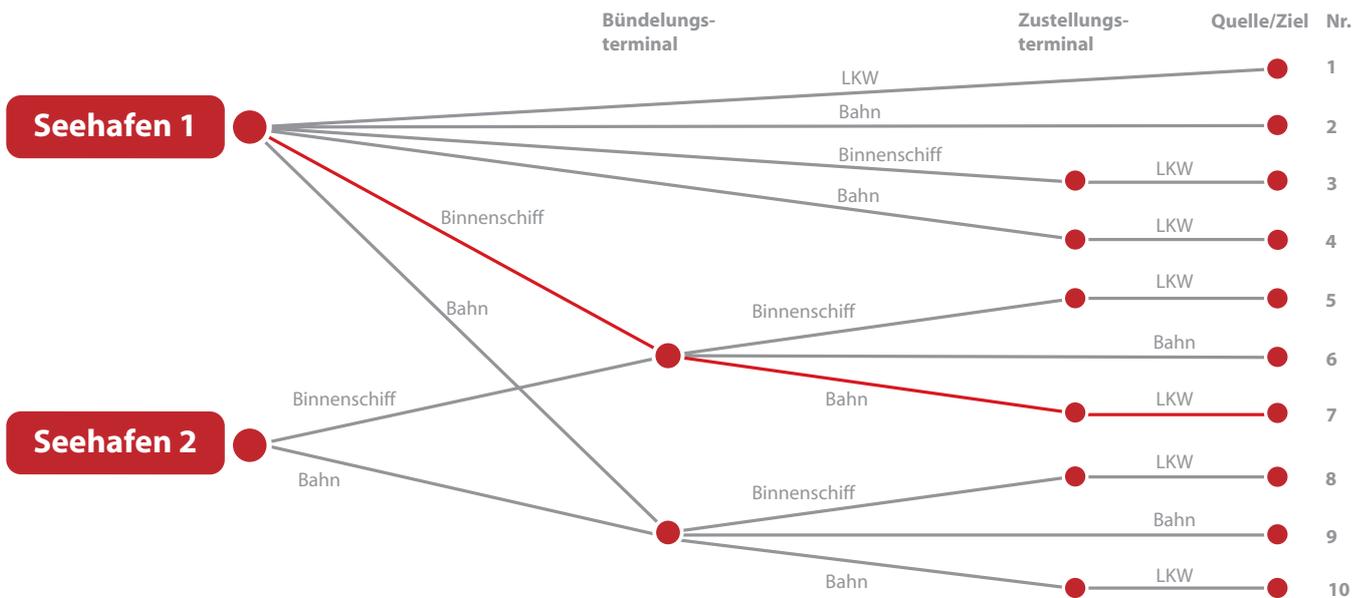
Zielsetzung der Arbeit war daher die modellgestützte Planung und Bewertung trimodaler Transportketten. Die Planung erfolgt auf strategisch-taktischem Level, also beispielsweise in Form einer Gestaltung der Umläufe bestimmter Transportmittel. Die Bewertung basiert auf erreichten Transportzeiten sowie Produktionskosten zur Erbringung der Transportleistung. Innerhalb des entwickelten Prozesskettenmodells findet die Ebene der Strukturen besondere Beachtung, da die Modellierung explizit die vorhandene Infrastruktur für die drei Landverkehrsträger Straße, Schiene und Binnenschifffahrt sowie die Terminals zur Verknüpfung dieser Verkehrsträger berücksichtigt. Diese Infrastruktur wird als unveränderlich angenommen. Ein Teilziel bestand daher darin, die für die Modellierung intermodaler Transportketten notwendigen Informationen über die verfügbare Infrastruktur in rechnergestützter Form im Sinne eines geographischen Informationssystems (GIS) zur Verfügung

zu stellen. Hierdurch wird zum einen der Planungsprozess wesentlich beschleunigt, zum anderen die Genauigkeit der Planung durch Berücksichtigung relationspezifischer Rahmenbedingungen erhöht. Ferner trägt der Modellierungsansatz dazu bei, die Nutzung des Modells auch Anwendern ohne Spezialkenntnisse zu den spezifischen Charakteristika der verschiedenen Verkehrsträger zu ermöglichen.

### Modellierungsansatz

Der Containerverkehr weist unverändert hohe Wachstumsraten auf, die in der Vergangenheit etwa alle zehn Jahre zu einer Verdopplung des Containervolumens geführt haben. Es wird immer dringlicher, die Hinterlandanbindung der Seehäfen zu verbessern. Hier kommt es bereits heute vielfach zu Kapazitätsengpässen bei allen Verkehrsträgern.

Bei der Aufteilung des Transportvolumens auf die Verkehrsträger, dem so genannten



Transportkettenalternativen für Seehafenhinterlandverkehre

Modal-Split, im Seehafenhinterlandverkehr der betrachteten Seehäfen Antwerpen, Rotterdam, Bremerhaven und Hamburg, dominiert bei genereller Betrachtung der LKW. In Abhängigkeit von der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur erreichen Bahn und Binnenschiff auf einzelnen Verkehrsrelationen aber Anteile von jeweils bis zu 90 Prozent. Eine Kombination der Angebote von Binnenschiff und Bahn findet bisher kaum statt. Verschiedene Möglichkeiten hierfür wurden in der Arbeit untersucht.

### Modellentwicklung

Für die Untersuchung wurde eine Modellierungsmethode für trimodale Seehafenhinterlandverkehre entwickelt, die die Prozesskettenanalyse mit dem Einsatz geographischer Informationssysteme (GIS) für intermodale Transporte verbindet. Als Hilfsmittel bei der Auswahl möglicher Transportrouten und der Visualisierung von Transportströmen stellt GIS bereits den Stand der Technik dar. Die in der Arbeit konzipierte Erweiterung der Funktionalität um die verkehrsträgerspezifischen Infrastrukturrestriktionen als Attribute der Wegenetze ermöglicht aber zukünftig eine wesentlich weitergehende Nutzung von GIS als Wissensbasis für die Planung intermodaler Transportnetze. Dabei handelt es sich um Informationen, die den möglichen Einsatz verschiedener Transportmittel beeinflussen: So ist in der Binnenschifffahrt je nach so

genannter Wasserstraßenklasse und weiteren Kriterien der Einsatz von Schiffen mit Kapazitäten zwischen 50 TEU<sup>1</sup> und 480 TEU möglich, für die Schiene müssen beispielsweise Informationen über Strecken- neigungen, maximale Zuglängen, Elektrifizierung der Strecken bekannt sein. Diese Informationen sind bisher nicht in elektronischer Form verfügbar, so dass der Planer intermodaler Transportketten immer darauf angewiesen ist, entsprechende Experten einzubeziehen. Über die Prozessketten- analyse wurden notwendige und wünschenswerte Informationen zur Infrastruktur der Verkehrsträger und Terminals definiert.

Die Akquisition einer entsprechenden Datengrundlage war für die Binnenschifffahrt sowie die Terminals erfolgreich. Für den Schienenverkehr war dies leider nicht der Fall, da hier Daten nur in jeweils länderspezifischen, nicht elektronisch weiterverwertbaren Formaten zur Verfügung gestellt werden. Dies führte zu einem hohen zeitlichen Aufwand bei der Informationsbeschaffung für den Schienentransport. Der hohe Aufwand unterstreicht die Notwendigkeit des verfolgten Ansatzes, diese Informationen dem Planer intermodaler Transportnetze in Form von geographischen Informationssystemen (GIS) zur Verfügung zu stellen.

Die Verknüpfung von Infrastruktur- und Prozessinformationen ist im Modell rechnergestützt in Form von Kalkulationsschemata realisiert, die zur Berechnung der einzelnen

<sup>1</sup>Twenty Foot Equivalent Unit

Prozesskettenelemente eingesetzt werden. Durch diese Verknüpfung werden, soweit möglich, Prozesselemente, wie beispielsweise ein Lokwechsel an einer Ländergrenze, aus den Infrastrukturinformationen abgeleitet. Weiterhin erleichtern die Infrastrukturinformationen die Auswahl geeigneter Transportmittel und dienen der Berechnung der Fahr- und Transportzeiten. Durch diesen Aufbau werden manuelle Eingaben durch den Anwender auf ein Minimum begrenzt. Somit ist es auch ohne Expertenwissen zu den einzelnen Verkehrsträgern möglich, das Modell für die Planung und Analyse intermodaler Transportketten einzusetzen.

### Ergebnisse der Untersuchungen

Es wurden trimodale Transportkettensalternativen von Antwerpen mit Binnenschifftransport über den Rhein und anschließendem Schienentransport nach München oder Graz, sowie Transportketten von den Nordhäfen Hamburg und Bremerhaven per Schienentransport nach Deggendorf oder Regensburg und anschließendem Binnenschifftransport auf der Donau als Linienverkehr nach Linz, Wien und Budapest untersucht. Die Ergebnisse umfangreicher Berechnungen zeigen hierbei für fast alle Szenarien trimodaler Transportketten Kostenvorteile gegenüber dem durchgehenden Verkehr auf der Schiene. Bestimmender Faktor für den erzielbaren Kostenvorteil ist ein möglichst hoher Anteil des Binnenschifftransports an der Gesamtstrecke. Andererseits ergeben sich bei

einem hohen Anteil Binnenschifftransport jedoch deutliche Nachteile hinsichtlich der erzielbaren Transportzeiten.

Über die Betrachtung der in den Containern transportierten Warenwerte, bei denen unter Berücksichtigung der Bestandskosten eine Gleichwertigkeit von Kostenvorteilen und Zeitnachteilen gegeben ist, wird eine Entscheidungsunterstützung gegeben, für welche Warenwerte trimodale Transportketten wettbewerbsfähig sind. Dabei zeigt sich, dass für einen großen Anteil der in Containern transportierten Güter, insbesondere natürlich für geringwertige Massengüter, aber auch bis hin zu relativ hochwertigen Elektronikgütern, trimodale Transportketten gegenüber dem durchgehenden Schienentransport wettbewerbsfähig sind.

Zur Optimierung der Hauptläufe der Verkehrsträger Binnenschiff und Schiene in trimodalen Transportketten bietet insbesondere die Umlaufplanung der Transportmittel Ansatzpunkte. Für den Binnenschifftransport zeigen die Ergebnisse ferner den immensen Einfluss der Anzahl Containerlagen, die auf einer Relation transportiert werden können. Diese übertreffen in der Bedeutung für die Transportkosten die maximalen Abmessungen des einsetzbaren Schiffstyps. Im Schienentransport zeigt sich hingegen, dass die Infrastrukturrestriktionen nur einen relativ geringen Einfluss auf die Transportkosten haben. Diese Aussage wird dadurch unterstrichen, dass die technisch anspruchsvollste Relation von Antwerpen über die

Binnenschifftransporte bieten viele Vorteile: Umweltfreundlichkeit, Sicherheit und Energieeffizienz bei großen Aufkommen.





Binnenhäfen entwickeln sich beim Containerverkehr zu trimodalen Hinterlandumschlagplätzen.

Niederlande nach München, die durch drei Länder mit unterschiedlichen Strom- und Zugsicherungssystemen führt, die günstigsten Transportkosten pro Kilometer innerhalb des Schienentransports aufweist.

Die Infrastrukturrestriktionen beeinflussen aber die erzielbaren Transportzeiten, die wiederum für die Umlaufplanung von erheblicher Bedeutung sind. Dies lässt den Schluss zu, dass im europäischen Schienengüterverkehr durch Ansätze im Bereich der Organisation und Planung vermutlich höhere Verbesserungspotenziale erschlossen werden können als durch die teilweise sehr kostenintensive Beseitigung technischer Hindernisse.

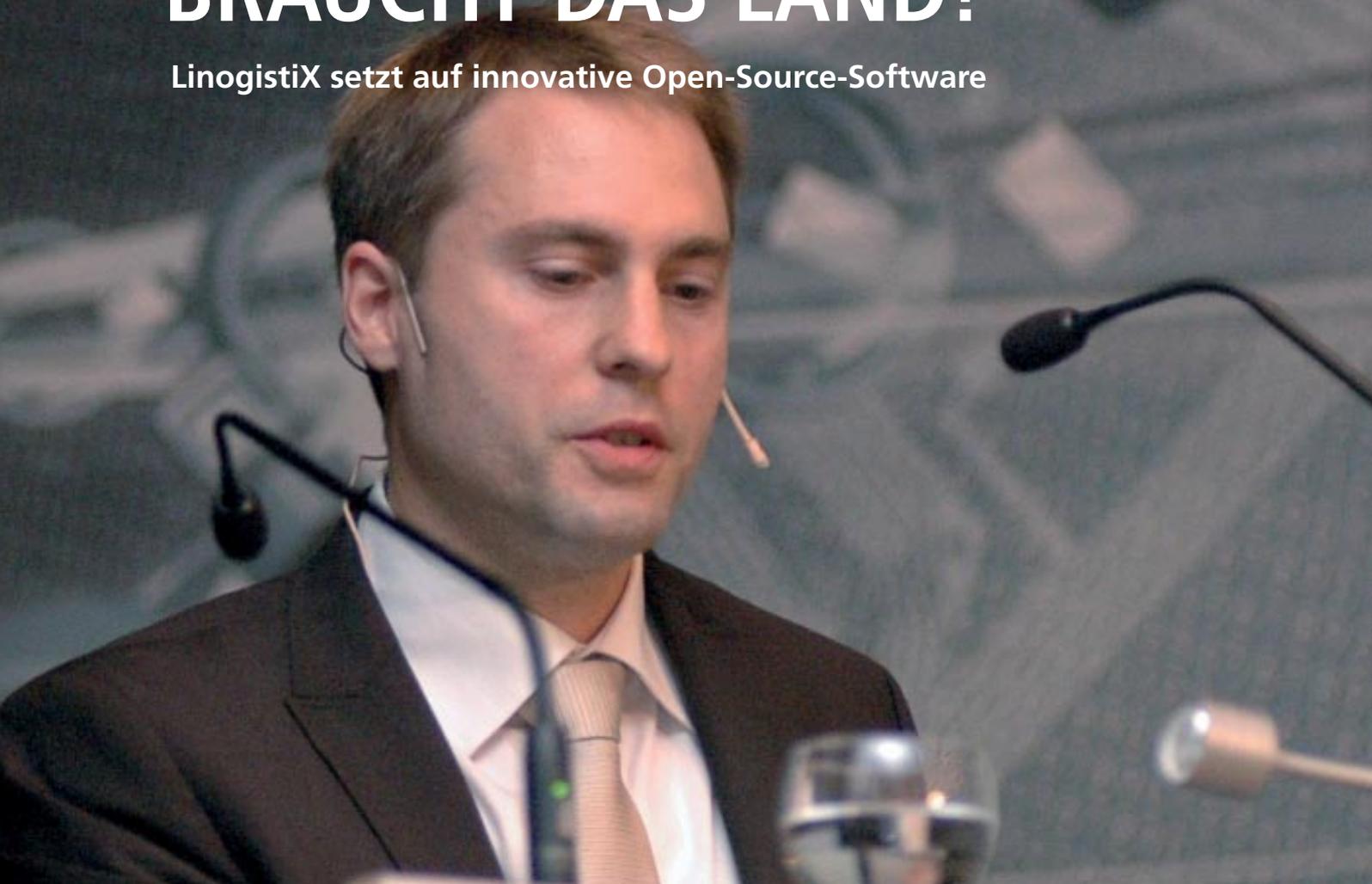
**Ausblick**

Weitere Forschungen zur Gestaltung intermodaler Transportnetze sollten insbesondere die Verbindung mit den Methoden der Netzplanung von Logistik-Servicenetzen zum Ziel haben. Die praktische Umsetzung der gewonnenen Forschungsergebnisse in einer stärker anwenderorientierten Form stellt eine weitere Herausforderung dar. Ein auf containerisierte Seehafenhinterlandverkehre spezialisierter Logistikdienstleister hat hieran bereits Interesse gezeigt. Dies belegt den hohen Praxisbezug des entwickelten Modellierungsansatzes und der erzielten Ergebnisse.



# NEUE IDEEN BRAUCHT DAS LAND!

LinogistiX setzt auf innovative Open-Source-Software



Jungunternehmer Andreas Trautmann stellte seine Geschäftsidee der Open-Source-Lösung auch auf den Dortmunder Gesprächen vor.

*Als jüngstes Spin-Off des Fraunhofer IML hat sich die LinogistiX die Aufgabe gestellt, innovative Softwarelösungen mit offenem Quellcode, so genannte Open-Source-Software, zu entwickeln und anzubieten. Diese Software soll logistische Warenströme in einfachen und komplexen Systemen bis hin zum »Internet der Dinge« steuern.*

»Die Geschäftsprozesse der Zukunft sind durchgängig und integriert, automatisch und synchronisiert. Sie verbinden die Lieferanten der Lieferanten mit den Kunden der Kunden in einem Wertschöpfungsnetzwerk«, beschreibt Jungunternehmer Andreas Trautmann die Ausgangslage, auf die er mit seiner Produktidee aufsetzt. Sehr häufig werden die aktuellen Entwicklungen durch neue Erkenntnisse, Technologien oder Verfahren der

Informationstechnik initiiert und bestimmt. Wie weit die Symbiose zwischen IT und Logistik vorangeschritten ist, hat sich nach Ansicht des Software-Spezialisten in jüngster Zeit bei der Entwicklung und Einführung der Transponder- oder RFID-Technologie (Radio Frequency Identification) gezeigt. Diese Technologie stelle die Weichen für die weitere zukünftige Entwicklung, da sie erstmals eine unmittelbare Verknüpfung von Material- und Datenfluss ermöglicht: »Ein Traum für jeden Logistiker!«

In derart komplexen Systemen wird es immer wichtiger, einen Überblick über alle beteiligten Komponenten und ihre Möglichkeiten in einem Prozess zu behalten. Die globale Verfügbarkeit von Echtzeitdaten fördert wiederum die Entwicklung des »Internets der

Dinge«, jener Vision, nach der zukünftig in Analogie zu den Datenpaketen im »Netz der Netze« auch Pakete, Paletten und Behälter im logistischen Netzwerk ihren Weg selbstständig finden können.

»Unsere Zielsetzung ist die Entwicklung einer modularen, offenen Produktfamilie LinogistiX LOS (Logistics Services) zur Lagerverwaltung und Materialflusssteuerung, die selbstverständlich die aktuellen Anforderungen erfüllt, aber auch jedem Kleinbetrieb und Mittelständler bei zukünftigem Bedarf die Teilnahme am Internet der Dinge erschwinglich macht«, berichtet Trautmann.

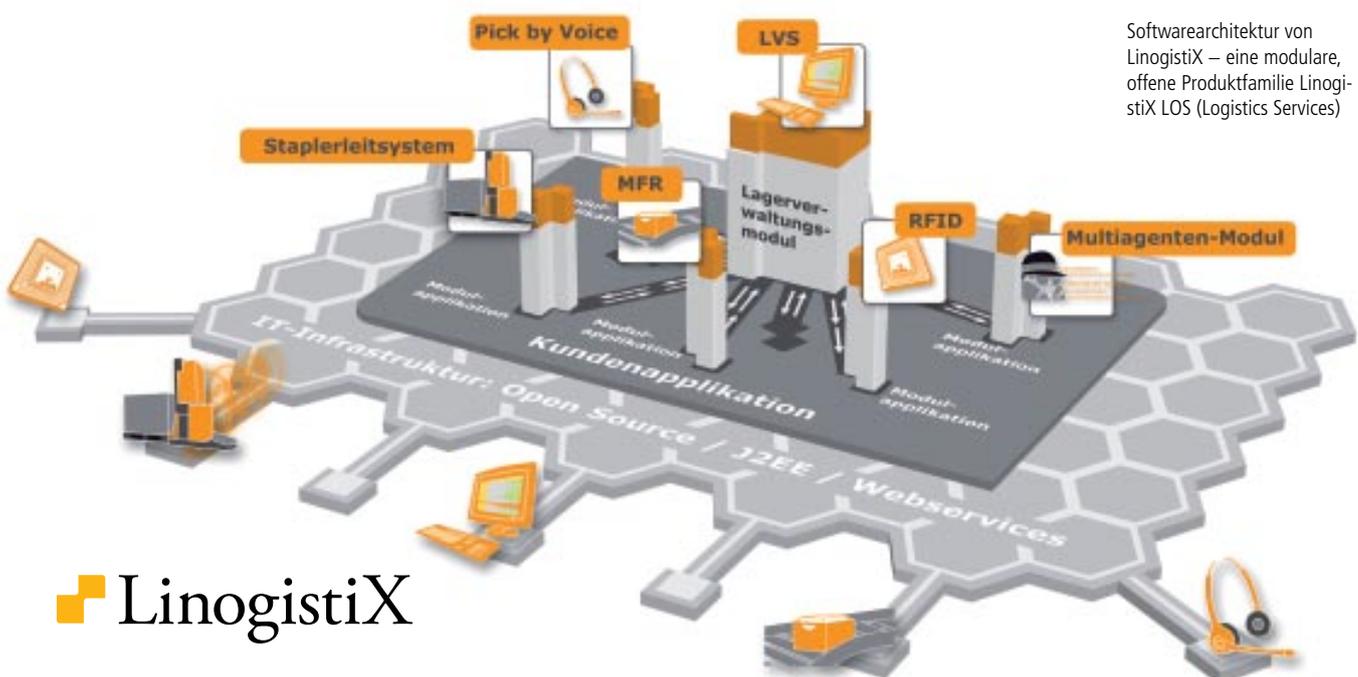
### Open-Source bietet Kostenvorteile

Das Besondere an der Open-Source-Lösung des jungen Unternehmens: Die Software ist preiswerter zu realisieren. »Gegenüber vergleichbaren am Markt erhältlichen Systemen sind wir bis zu 30 Prozent günstiger«, freut sich der ehemalige Fraunhofer-Mitarbeiter. Wie das geht? Das junge Team greift auf das am IML entwickelte Open-Source-Lagerverwaltungssystem myWMS und andere frei im Internet erhältliche Open-Source-Software bis hin zum bekannten Linux zurück. Diese ergänzt man mit am Markt zu kaufender Standardsoftware und erstellt daraus eine auf die Kundenbedürfnisse maßgeschneiderte Gesamtlösung, die LinogistiX selbstverständlich auch betriebsfertig installiert.

»Auf Wunsch können wir die Software sogar für den Kunden in einem ISO-zertifizierten Rechenzentrum betreiben, einschließlich einer 24-Stunden-Überwachung und allen Wartungsarbeiten.«

Andreas Trautmann kann neben dem günstigeren Preis auf eine Reihe anderer Argumente verweisen, die für seine Produktidee sprechen: »Bei Open-Source-Software werden durch die Offenheit des Quellcodes Mängel schnell erkannt und beseitigt. Um das Open-Source-Projekt formiert sich eine personell offene und verteilte Entwicklergemeinschaft, wobei die Entwickler meistens auch Benutzer der Applikation sind. Durch die Unabhängigkeit von einem Anbieter entsteht eine höhere Investitionssicherheit. Außerdem sorgt die breitere Installationsbasis für hohe Stabilität und Performance.«

Einen deutlichen Vorteil seines Unternehmens gegenüber anderen Softwarefirmen sieht der Neugründer in der besonderen Produktkenntnis: »Ich habe in meiner Zeit am Fraunhofer IML am Open-Source-Projekt myWMS mitgearbeitet und diese Software, die ein Kernstück unserer Lösungen darstellt, mit entwickelt. Das gibt mir einen Kompetenzvorsprung«. Außerdem ist der Softwareexperte felsenfest davon überzeugt, dass die Verbindung von Open Source und Logistik-IT völlig neue Rationalisierungspotenziale schafft, die den Unternehmen mehr und mehr aufgehen werden. Und die Lösungen von LinogistiX sollen zur Ausschöpfung dieser Potenziale beitragen.



Softwarearchitektur von LinogistiX – eine modulare, offene Produktfamilie LinogistiX LOS (Logistics Services)

 LinogistiX

## Guter Grund zum Feiern

25 Jahre Meilensteine in Materialfluss und Logistik



Großer Jubiläums-Empfang im Konzerthaus. Von links: Prof. Dr. Peer Witten, Prof. Dr. Andreas Pinkwart, Prof. Dr. Michael ten Hompel.

Am 30. Mai feierte das Fraunhofer IML sein 25jähriges **Bestehen**. Vor rund 700 Gästen im Dortmunder Konzerthaus lobte NRW-Innovationsminister Prof. Dr. Andreas Pinkwart: Sie haben kontinuierlich den Ausbau der eigenen wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit betrieben und Zukunftsthemen besetzt.

Damit leisten Sie einen starken Beitrag zur Entwicklung des Wissenschafts- und Wirtschaftsstandortes Deutschland. «

Konsequent übernehme das Fraunhofer IML die Brückenfunktion zwischen Hochschule und Wirtschaft. Durch die drei Leiter – Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen, Prof. Dr.-Ing. Axel Kuhn und Prof. Dr. Michael ten Hompel (geschäftsführend) und nicht zuletzt den Gründer und Leiter der ersten 19 Jahre, Prof. Dr.-Ing. Reinhard Jü-

nemann - war und ist das IML mit der Universität Dortmund und wissenschaftlichen Institutionen weltweit verbunden. Die 400 Mitarbeiter bearbeiten jährlich 500 bis 600 Projekte. Außenstellen in Cottbus, am Flughafen Frankfurt, in Paderborn und Prien am Chiemsee, seit 2004 auch in Lissabon und Peking sowie zahlreiche Unternehmensgründungen unterstützen den Wissenschaftstransfer in die Praxis.

In Dortmund holen sich Unternehmen und Institutionen europaweit und darüber hinaus Rat und tatkräftige Unterstützung für ihre Problemstellungen. Zum Jubiläum öffnete das Institut seine Türen für ausgewählte Gäste. Tags darauf veranstaltete die Bundesvereinigung Logistik in Verbindung mit dem Institutsjubiläum ihr Wissenschaftssymposium.



Eine besondere Auszeichnung erfuhr **Prof. Dr.-Ing. Axel Kuhn**, einer der drei Leiter des Fraunhofer IML. Im Oktober 2006 ernannte ihn die Chinesische Akademie der Wissenschaften und das 2005 gemeinsam mit der Fraunhofer-Gesellschaft gegründete Institut für Industrietechnologie (Institute of Industry Technology ITT) in Guangzhou zum Ehrenvorsitzenden. Kuhn, Inhaber des Lehrstuhls für Fabrikorganisation an der Universität Dortmund, pflegt seit 25 Jahren den Kontakt zu China. Bereits 2002 wurde er zum Ehrenprofessor der Pekinger Universität für Wissenschaft und Technologie ernannt. Seit 2003 berät Kuhn den Pekinger Stadtteil Haidian, der als »Silicon-Valley« Chinas bekannt ist. In diesem auch von internationalen High-Tech-Firmen geprägten Stadtbezirk mit fast 900 000 Studenten und 200 Universitäten entstand unter maßgeblicher Mitwirkung des Dortmunder Logistik-Professors der so genannte Digital Logi-

## Hohe Ehrung

Chinesische Akademie der Wissenschaften und Institute of Industry Technology, Guangzhou, ernennen Professor Kuhn zum Ehrenvorsitzenden

stics Harbour. Hier wird das gesamte in Haidian vorhandene Know-how zur Logistik gebündelt. Ein aktuelles Projekt unter Kuhns Beteiligung ist der Shanghai Seashore Logistics Park, in dem vor allem europäische Unternehmen angesiedelt werden sollen, die Logistiktechnik und -software in China verkaufen wollen.

## Neue Partner im openID-Center

arvato systems:  
SAP-Software in  
RFID-Umgebung

inet-logistics managt  
Mehrwegbehälter



Im openID-Center ist immer Betrieb.

Der zur Bertelsmann AG gehörende IT-Dienstleister arvato systems Technologies arbeitet künftig eng mit dem Fraunhofer IML zusammen. Das Unternehmen mit Hauptsitz in Gütersloh wird im openID-Center mit SAP-Logistik-Software über die vom Fraunhofer-Institut entwickelte Middleware auf vorhandene RFID-Komponenten zugreifen. »Beide Seiten ergänzen sich in ihren Kompetenzen«, sagt Prof. Dr. Michael ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter und Lehrstuhlinhaber an der Universität Dortmund. »Die Partnerschaft ist ein Paradebeispiel für die Verbindung von Wirtschaft und Wissenschaft im Bereich der Logistik-IT.« Zielsetzung des Projekts ist die Entwicklung eines Software-Prototypen für das Zusammenspiel von SAP-Software mit RFID. Dazu werden im openID-Center beispielhaft Prozesse im Wareneingang, in der Kommissionierung und im Warenausgang angesteuert. Das Ergebnis ist eine schlanke RFID-Lösung, die leicht einsetzbar ist. arvato systems Technologies wird diese Lösung auch im Rahmen seines ASP-Modells »lease&use« anbieten, bei dem Software-Module nach Bedarf gemietet werden können. »Als ausgewiesener SAP-Partner für das Supply Chain Management verfügen wir über besonderes Know-how in der Logistik«, so Hartmut Fries, Director SAP von arvato systems Technologies. »Im Bereich RFID haben wir uns

darauf spezialisiert, Komponenten verschiedener Hersteller nahtlos in bestehende IT-Infrastrukturen zu integrieren. Das openID-Center am Fraunhofer IML bietet dazu die RFID-Experten und das technische Umfeld.«

Die inet-logistics GmbH, Software-Anbieter für unternehmensübergreifende Logistik-Prozesse, und das Fraunhofer IML haben eine Zusammenarbeit im openID-Center beschlossen. Hier bringt inet-logistics eine Standardsoftware ein, die die Integrationsplattform für alle beteiligten Partner darstellt. Dieser logistics-server®, der ab dem Herbst 2006 im Einsatz ist, steuert die Bestandsführung, Behälterabrechnung von mit RFID-Tags ausgestatteten Mehrwegbehältern. Im openID-Center zeigt das Fraunhofer IML zusammen mit Partnerunternehmen in praxiserrechter Umgebung die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten der RFID-Technologie in vernetzten Wertschöpfungsketten.

»Die Partnerschaft mit dem Fraunhofer IML ist für uns die konsequente Fortführung unseres Bestrebens, die neuen Möglichkeiten der RFID-Technologie zu nutzen, um unternehmensübergreifende Transportprozesse nachhaltig zu optimieren«, erläutert Oswald Werle, Geschäftsführer von inet-logistics, die Hintergründe der Partnerschaft.

Als willkommenen Rahmen nutzten die Initiativen **Invest in Germany** und die **FC Deutschland GmbH** die Fußballweltmeisterschaft, um einer hochkarätigen internationalen Delegation von Unternehmen, Medienvertretern und Vertretern der Weltbank ausgewählte Standorte in Deutschland zu präsentieren. Neben München mit dem Cluster Biomedizin und Stuttgart als Robotik-Hochburg stand Dortmund mit dem Cluster Logistik und IT auf der Agenda.

Nach dem Besuch des IKEA-Distributionszentrums kam die Gruppe ins Fraunhofer IML. Prof. Dr. Michael ten Hompel und Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen stellten kurz das »Internet der Dinge« und die Aktivitäten im Bereich Logistik, Verkehr und Umwelt vor. Dann ging es in das openID-Center des IML, wo die Integration von RFID-Technik in

innerbetriebliche Logistikabläufe getestet wird.

Dass angewandte Forschung Spaß machen kann, zeigte der abschließende Wettbewerb Mann gegen Roboter-Torwart. »Das Ganze ging unentschieden aus. Der Standort gewann«, lautete das Fazit der »Wirtschaftswoche« im Nachbericht »Hoch aufgehängt«. Mit dem Wettschießen war dann der Bogen geschlagen zur WM 2006: Am Abend ging es zum Halbfinal-Spiel mit Deutschland ins Stadion. Das wurde zwar sportlich verloren – aber der Gastgeber gewann letztlich auch hier.

## Invest in Germany

Logistikstandort Dortmund punktete bei internationalen Investoren



WM-Fieber auch im openID-Center: RoboKeeper hielt so manchen Ball.

## Chancen in China

Europäisch-chinesisches Forum im Kongresszentrum Westfalenhallen



China boomt. Für 2010 erwartet man allein bei der Intra-logistik ein Marktvolumen von 320 Milliarden Euro. Trotz der großen Nachfrage sind Logistikausrüster aus Europa bisher nur sehr begrenzt in China vertreten. In Shanghai soll nun ein Industriepark entstehen, von dem aus Logistikausrüstungsunternehmen den chinesischen Markt erschließen können. Am 30. Mai fand ein Fachforum »Logistik-Equipment aus Deutschland für China« in Dortmund statt. Veranstalter waren das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML sowie als Partner die Bundesvereinigung Logistik und die Landesregierung Nordrhein-Westfalen. Auf chinesischer Seite waren die China Federation of Logistics and Purchasing sowie der

Shanghai Fengxian Distrikt vertreten. Gesponsert wurde die Veranstaltung vom **Shanghai Seashore International Logistics Equipment Park SSLEP**.

Konkretes Ziel war es, Unternehmen für das Projekt in Shanghai zu gewinnen, wo ein 9 km<sup>2</sup> großes Industriegebiet mit optimaler Anbindung an die internationalen Flughäfen Hongqiao und Pudong sowie den Tiefseehafen Yangshan entsteht. Hohe Repräsentanten aus China erörterten mit 70 Unternehmen Interessen, Chancen, Risiken und Geschäftsmodelle. Das französische Unternehmen Savoye und die deutsche Fiege Group unterzeichneten einen Letter-of-Intent. Beide Unternehmen wollen im Shanghai Logistics Equipment Park investieren.

Unterzeichneten den Letter-of-Intent: Degen Fang, SSLEP Jens Fiege, Fiege Group, Jean-David Attal, Savoye SA.

Der **Arbeitskreis Mittelstandspolitik des BITKOM (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.)** hatte sich für seine Sitzung am 8. August 2006 das Fraunhofer IML in Dortmund als Nahtstelle des Wissenstransfers ausgesucht. Denn neben der Mittelstandspolitik der neuen Bundesregierung und neuen Finanzierungsmöglichkeiten für mittelständische Unternehmen ging es um die engere Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung.

Welche Möglichkeiten sich in der Zusammenarbeit mit einem Institut der angewandten Forschung bieten, demonstrierten die Fraunhofer-Experten im Bereich des Warenumschlages, mit dem europäischen Forschungsprojektes zum industriell maßgeschneiderten »5-Tage-Auto« und der weltweit optimierten Standortwahl zur

Konzentrierter Wissenstransfer zwischen angewandter Forschung, Politik und mittelständischer Wirtschaft: (v.l.n.r.): Prof. Dr.-Ing. Axel Kuhn, Leiter des Fraunhofer IML, Hartmut Schauerte, parlamentarischer Staatssekretär im Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Heinz Paul Bonn, Vizepräsident des BITKOM.

Feinverteilung von Produkten und Waren. Als Highlight zeigte das openID-Center die Möglichkeiten von Radio Frequenz Identifikation (RFID) auf.

Die Forschungsprojekte mit spezifischem Fraunhofer-IML-Know-how und ihre Umsetzung mit Unternehmen beindruckten Staatssekretär Schauerte vom Wirtschaftsministerium und die Arbeitskreismitglieder. Heinz-Paul Bonn, Vorstandsvorsitzender der GUS Group und Vizepräsident des BITKOM, brachte es auf den Punkt: »Was Sie hier in der praktischen Umsetzung und angewandten Forschung nicht nur beim Thema RFID sehen und testen können, ist weltweit einmalig.«

## Wissenstransfer für den Mittelstand

Arbeitskreis des BITKOM am Fraunhofer IML – Staatssekretär zeigte sich bestens informiert





Prof. Dr. Michael ten Hompel verabschiedete die »Atlanta-Fahrer«: (von links nach rechts) Peter Gierlich (Logistik), Annika Lechner (Logistik), Thomas Maschek (Wirtschaftsingenieurwesen), Nandor Schmaus (Logistik).

## Über den Tellerrand

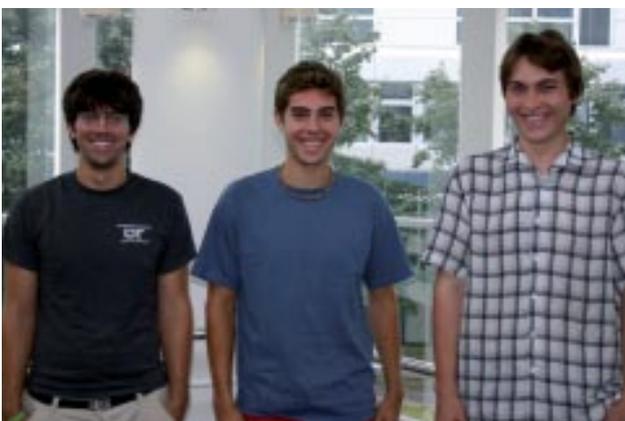
Studentenaustausch erweitert Blickwinkel

*Ein reger **Studentenaustausch** sorgt beim Fraunhofer IML für den Wissenschaftstransfer über die Köpfe. Besuchern wird die »Logistik made in Dortmund« nahe gebracht, während Dortmunder Studenten im Ausland »über den Tellerrand blicken« und internationale Erfahrungen sammeln.*

Am 8. August machten sich wieder vier Studenten für ein Studienjahr auf den Weg nach Atlanta, um am Georgia Institute of Technology zu studieren. Peter Gierlich, Annika Lechner, Thomas Maschek und Nandor Schmaus, alle zur Zeit im sechsten oder achten Semester, studieren dort an der überaus renommierten School of Industrial and Systems Engineering. Betreut werden sie auf Dortmunder Seite von Prof. Dr. Michael ten Hompel, Inhaber des Lehrstuhls für Förder- und Lagerwesen und geschäftsführender Leiter des Fraunhofer IML, auf amerikanischer Seite von Prof. Dr. Gunter P. Sharp vom GeorgiaTech. Seit 19 Jahren bietet der Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen in enger Kooperation mit dem GeorgiaTech mehreren Studenten die Möglichkeit, den amerikanischen Universitätsabschluss »Master of Science« zu erwerben.

Aber auch Dortmund hat ausländischen Studenten offenbar einiges zu bieten. Vier Studenten aus Nordamerika absolvierten mehrmonatige Forschungspraktika am Fraunhofer IML und zeigten sich von der hier praktizierten Verbindung von Wissenschaft und Praxis beeindruckt. Ende August reisten Michael Glucksman, Tyrone Phillips und Tabari Dosset in die USA und Olivier Laganieri nach Kanada zurück.

Tyrone Philipps, angehender Flugingenieur an der Universität von Tennessee, und Michael Glucksman, Maschinenbaustudent an der LeTourneau Universität Texas, arbeiteten im Rahmen einer Dissertation an einem effizienten und kostengünstigen Transportmittel mit, das Paletten direkt vom Ende der Fertigungslinie zu den Fahrzeugen transportiert. Olivier Laganieri, ebenfalls Maschinenbaustudent an der McGill Universität Montreal in Kanada, unterstützte eine Dissertation, die ein neuartiges automatisches Kommissioniersystem für Kunststoffbeutel als Ziel hat. Der vierte im Bunde, Tabari Dosset von der Stanford Universität in Kalifornien, befasste sich im Institutsbereich Kreislaufwirtschaft mit dem Recycling großer Seeschiffe.



Tyrone Philipps, Michael Glucksman und Olivier Laganieri absolvierten ein Praktikum im Bereich Materialflusssysteme.



Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen betreute Tabari Dosset bei seinem Praktikum zum Thema Schiffsrecycling.

# LASTADÄQUATE DIMENSIONIERUNG IN DER FÖRDERTECHNIK – ODER WIE MAN ES BESSER NICHT MACHEN SOLLTE...

Diesmal haben wir für Sie Kurioses aus der Welt der Logistik entdeckt. Werden auch Sie zum Entdecker! Schicken Sie uns Ihre lustigsten Bilder und Erlebnisse. Die Besten werden wir mit Namen veröffentlichen. Einfach eine E-Mail an:

logistikentdecken@iml.fraunhofer.de



## Jean Charles: »Der Flaschenzug«

In seinem Buch »Briefperlen« zitierte der französische Schriftsteller Jean Charles den Brief eines Mitarbeiters an seinen Chef...

Als ich an dem Gebäude ankam, sah ich, dass der Sturm eine große Anzahl Ziegel vom Dach geweht hatte. Ich habe deshalb einen Balken und einen Flaschenzug vom Dachboden aus angebracht und damit zwei Kisten beseitigt hatte, stellte ich fest, dass eine Anzahl Ziegel übrig war. Ich zog also die leere Kiste noch einmal aufs Dach und knotete das Seil unten fest. Dann ging ich erneut aufs Dach und füllte die Kiste mit den überflüssigen Ziegeln, ging wieder hinunter und löste das Seil. Unglücklicherweise war aber die Kiste voller Ziegel nun schwerer als ich, und bevor ich begriff was geschah, kam die Kiste herunter und ich schwebte, das Seil krampfhaft festhaltend, nach oben. Auf halbem Wege begegnete ich der Kiste, die mir so heftig an die Schulter stieß, dass mein Schlüsselbein brach.

Infolge der zunehmenden Geschwindigkeit kam ich ziemlich schnell oben an und schlug mit dem Kopf mit aller Gewalt gegen den Balken, während ich gleichzeitig mit meinen Fingern zwischen die Rollen des Flaschenzuges kam und sie mir dabei stark quetschte. Im gleichen Moment kam aber die Kiste unten an. Infolge der Geschwindigkeit schlug sie so heftig auf, dass der Boden heraussprang und die Ziegel überall herumflogen. Da ich jetzt natürlich viel schwerer war als die nun leere Kiste, sauste ich wieder nach unten. Die leere Kiste begegnete mir unterwegs, brach mir einen Knöchel, zerbeulte mir das rechte Knie und ritzte mir das Bein auf einer Länge von 40 cm auf. Als ich unten ankam, fiel ich auf die Ziegelsteine, brach mir drei Wirbel und bekam durch die scharfen Kanten mehrere schlimme Schnitte. Offenbar verlor ich dadurch die Geistesgegenwart, denn ich ließ das Seil los. Die Folge davon war, dass mir die leere Kiste auf den Kopf krachte, mir drei Zähne ausschlug und das Nasenbein brach. Aufgrund einer schweren Gehirnerschütterung verlor ich das Bewusstsein, welches ich erst im Krankenhaus wiedererlangte. Aus diesen Gründen bitte ich um einen Krankenurlaub.