



# Jahresbericht / Annual Report 2022

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML



# Jahresbericht / Annual Report 2022

---

**Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML**

# Vorwort / Preface

---

Die aktuellen Megatrends, mit denen wir uns am Fraunhofer IML in besonderer Weise beschäftigen, heißen Künstliche Intelligenz (KI) und Open Source. Dies galt auch für das zurückliegende Jahr 2022, in dem wir gemeinsam mit unseren Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft einige bemerkenswerte Innovationen auf den Weg bringen konnten.

Dabei hilft uns zunehmend die simulationsbasierte KI (S. 18), bei der autonome mobile Roboter (AMR) die Realität als Digitale Zwillinge in die Simulation übertragen. In dieser virtuellen Welt lernen sie, als Schwarm zu agieren oder sich in unbekannten Umgebungen zurechtzufinden. Anschließend wird das Erlernte in Form »Cyberphysischer Zwillinge« wiederum auf die Realität der AMR übertragen, die gewissermaßen als Avatare der Simulation agieren. Die Simulationen und deren Modelle sind inzwischen so gut geworden, dass virtuelle und reale Umgebungen für die Maschinen kaum mehr zu unterscheiden sind. Es entsteht ein digitales Kontinuum Künstlicher Intelligenz und damit eine neue Generation von AMR. Nach dem LoadRunner konnten wir 2022 mit evoBOT (S. 68) und O<sup>3</sup>dyn (S. 80) zwei Fahrzeuge präsentieren, deren Entwicklung in diese Richtung weist.

In den letzten Jahren ist die Erkenntnis gewachsen, dass Deutschland im Bereich KI investieren muss, um mit dieser Schlüsseltechnologie Wertschöpfungspotenziale in Wirtschaft und Gesellschaft zu heben und damit im weltweiten Wettlauf um die Technologieführerschaft mitzuhalten. Ein wesentlicher Grundstein hierfür ist eine adäquate, breit aufgestellte Forschung. Vor diesem Hintergrund ist die Verstärkung des Kompetenzzentrums Maschinelles Lernen Rhein-Ruhr als »Lamarr-Institut für Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz« ein Meilenstein für unsere KI-Forschung (S. 24). Das Institut ist Teil der KI-Strategie der Bundesregierung und wird getragen von den Fraunhofer-Instituten IAIS und IML sowie den Universitäten in Dortmund und Bonn. Die Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und das Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes NRW ermöglicht die Ausschreibung von elf neuen KI-Professuren und etwa 150 Stellen.

Auch das Fundament für den Megatrend Open Source haben wir 2022 gelegt: Mit der Veröffentlichung der ersten Open-Source-Komponenten aus unserem durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr geförderten Großprojekt »Silicon Economy« und aus dem vom Land NRW geförderten Projekt zum Aufbau des Europäischen Blockchain-Instituts nimmt das Betriebssystem der Logistik für die Plattformökonomie der Zukunft Gestalt an (ab S. 41). Mit der Open Logistics Foundation entstehen neue »Communitys«, die an einem »Linux der Logistik« arbeiten und so einheitliche Standards in Wertschöpfungsketten und eine gemeinsame Softwarebasis schaffen. Im Repository der Stiftung sind die Quellcodes etlicher Soft- und Hardwarekomponenten für alle interessierten Fachleute und Unternehmen frei verfügbar.

2022 hat sich mit SSI Schäfer zudem ein weiterer Big Player der Branche für ein Enterprise Lab am Fraunhofer IML entschieden (S. 22). Mit dem Start dieser Zusammenarbeit sind wir einen wichtigen Schritt gegangen, gemeinsam einen international sichtbaren Innovationsstandort für KI und Industrie 4.0 in Dortmund aufzubauen. Außerdem erhalten Sie spannende Einblicke in aktuelle Forschungsprojekte zur Nachhaltigkeit und zur Mobilität von morgen (ab S. 118).

Bauen auch Sie mit an der Zukunft der Logistik! Fühlen Sie sich eingeladen, die von uns entwickelten Hard- und Softwarekomponenten zu nutzen, damit wir voneinander lernen können – und werden Sie Teil unserer Open-Source-Community!

Ich wünsche Ihnen viel Spaß bei der Lektüre unseres Jahresberichts 2022 und danke herzlich all unseren Kunden, Partnern sowie vor allem unseren Kolleginnen und Kollegen am Fraunhofer IML, die all das möglich machen.

Für die Institutsleitung



Prof. Dr. Dr. h. c. Michael ten Hompel  
Geschäftsführender Institutsleiter



© Fraunhofer IML

/ The current megatrends that we at Fraunhofer IML are particularly focusing on are artificial intelligence (AI) and open source. The same was true in 2022, when we and our partners from science and industry successfully launched some remarkable innovations.

We are increasingly being assisted by simulation-based AI (p. 20), which involves using autonomous mobile robots (AMRs) to take reality and transfer it to a simulation by means of digital twins. In this virtual world, the robots learn to act as a swarm or find their way around in unknown environments. The AMR then takes the information learned by its “cyber-physical twin” and transfers it to reality, in a sense acting as an avatar of the simulation. The simulations and their models have now become so good that the virtual and real environments are virtually indistinguishable to the machines. A digital continuum of artificial intelligence is being created, and with it a new generation of AMRs. After the LoadRunner, in 2022 we presented two vehicles whose development represents further progress along this path: evoBOT (p. 68) and O<sup>3</sup>dyn (p. 80).

In recent years, there has been an increasing understanding that Germany needs to invest in AI and use this key technology to boost the potential for value creation in industry and society so that it can keep pace with the global race for technology leadership. Another cornerstone in this respect is a broad research base. With this in mind, the consolidation of the Competence Center for Machine Learning Rhine-Ruhr into the “Lamarr Institute for Machine Learning and Artificial Intelligence” represents a milestone in our AI research (p. 24). The institute is part of the German federal government’s AI strategy and is supported by Fraunhofer IAIS and IML and the universities in Dortmund and Bonn. Funding from the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) and the Ministry of Culture and Science of the German state of North Rhine-Westphalia has enabled the creation of 11 new professorships and some 150 jobs.

We also laid the groundwork for the megatrend of open source in 2022: With the publication of the first open-source

components from our large-scale “Silicon Economy” project funded by the German Federal Ministry for Digital and Transport and the project to create the European Blockchain Institute funded by the state of North Rhine-Westphalia, the operating system for logistics in the platform economy of the future is taking shape (from p. 41). The Open Logistics Foundation is giving rise to new communities working on a “Linux of logistics” to create uniform standards in value chains and a common software basis. The source code for many software and hardware components is freely available in the foundation’s repository to any professionals who are interested.

In 2022 SSI Schäfer, another big player in the industry, opted for an Enterprise Lab at Fraunhofer IML (p. 22). By launching this collaboration, we have together taken an important step toward building an internationally visible innovation hub for AI and Industry 4.0. You can also take a look at some exciting ongoing research projects on sustainability and the mobility of tomorrow (from p. 118).

Join us in building the future of logistics! Feel free to use the hardware and software components we have developed so we can learn from each other – and become part of our open-source community!

I hope you enjoy reading our Annual Report 2022 and I would like to thank all our customers, partners and, above all, our colleagues at Fraunhofer IML who have made all this possible.

On behalf of Institute Management

A handwritten signature in black ink that reads "Michael ten Hompel". The signature is written in a cursive, flowing style.

Prof. Dr. Dr. h. c. Michael ten Hompel  
Executive director

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>4</b>
<b>Porträt</b> .....	<b>8</b>
Die Fraunhofer-Gesellschaft .....	8
Das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML .....	10
Die Institutsleitung .....	12
Das Institut in Zahlen .....	13
Das Kuratorium .....	14
<b>Highlights</b> .....	<b>16</b>
»Simulationsbasierte KI« und das »Digitale Kontinuum« .....	18
SSI Schäfer gründet mit Fraunhofer IML das 13. Enterprise Lab. ....	22
Dortmund wird fester Standort für KI-Spitzenforschung .....	24
Ehrendokortitel für Prof. Michael Henke .....	26
40. Zukunftskongress Logistik unter dem Motto »Aufbruch ins »Silicon Economy Continuum«« .....	28
FTS-Fachtagung 2022 endlich wieder als Präsenzveranstaltung .....	30
Von 5G zu 6G – Konnektivität im Zeichen globaler Krisen .....	32
FLIP dreht Runden beim TEST CAMP Intralogistics .....	34
Initiativen .....	36
<b>Silicon Economy</b> .....	<b>38</b>
<b>Ausgewählte Projekte</b> .....	<b>50</b>
Bereich Materialflusssysteme .....	50
Bereich Unternehmenslogistik .....	92
Bereich Logistik, Verkehr und Umwelt .....	118
<b>Publikationen</b> .....	<b>138</b>
<b>Außenstellen des Fraunhofer IML</b> .....	<b>140</b>
<b>Impressum</b> .....	<b>141</b>

# / Content

<b>Preface</b> .....	<b>5</b>
<b>Portrait</b> .....	<b>8</b>
The Fraunhofer-Gesellschaft .....	9
The Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics IML .....	10
Board of Directors .....	12
The Institute in Figures .....	13
Board of Trustees .....	14
<b>Highlights</b> .....	<b>16</b>
“Simulation-based AI” and the “digital continuum” .....	20
SSI Schäfer and Fraunhofer IML found the 13th Enterprise Lab .....	22
Dortmund becomes permanent location for cutting-edge AI research .....	25
Honorary doctorate for Prof. Michael Henke .....	27
40th Future Logistics Congress .....	
“Toward the ‘Silicon Economy Continuum’” .....	28
AGV Conference 2022 – This time again as a presence event .....	30
From 5G to 6G – connectivity in times of global crisis .....	33
FLIP goes for a spin around TEST CAMP Intralogistics .....	34
Initiatives .....	36
<b>Silicon Economy</b> .....	<b>38</b>
<b>Selected Projects</b> .....	<b>50</b>
Section Material Flow Systems .....	50
Section Enterprise Logistics .....	92
Section Logistics, Traffic and Environment .....	118
<b>Selected Publications</b> .....	<b>138</b>
<b>Fraunhofer IML Branches</b> .....	<b>140</b>
<b>Editorial Notes</b> .....	<b>141</b>

# Die Fraunhofer-Gesellschaft / The Fraunhofer-Gesellschaft

---



Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Sie ist Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz. Mit inspirierenden Ideen und nachhaltigen wissenschaftlich-technologischen Lösungen fördert die Fraunhofer-Gesellschaft Wissenschaft und Wirtschaft und wirkt mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft.

Interdisziplinäre Forschungsteams der Fraunhofer-Gesellschaft setzen gemeinsam mit Vertragspartnern aus Wirtschaft und öffentlicher Hand originäre Ideen in Innovationen um, koordinieren und realisieren systemrelevante, forschungspolitische Schlüsselprojekte und stärken mit wertorientierter Wertschöpfung die deutsche und europäische Wirtschaft. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Austausch mit den einflussreichsten Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 30 000 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,9 Milliarden Euro (alle Zahlen Stand 2022). Davon fallen 2,5 Milliarden Euro auf den Bereich

Vertragsforschung. Rund zwei Drittel davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund ein Drittel steuern Bund und Länder als Grundfinanzierung bei, damit die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft entscheidend wichtig werden.

Die Wirkung der angewandten Forschung geht weit über den direkten Nutzen für die Auftraggeber hinaus: Fraunhofer-Institute stärken die Leistungsfähigkeit der Unternehmen, verbessern die Akzeptanz moderner Technik in der Gesellschaft und sorgen für die Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Hochmotivierte Mitarbeitende auf dem Stand der aktuellen Spitzenforschung stellen für uns als Wissenschaftsorganisation den wichtigsten Erfolgsfaktor dar. Fraunhofer bietet daher die Möglichkeit zum selbstständigen, gestaltenden und zugleich zielorientierten Arbeiten und somit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung, die zu anspruchsvollen Positionen in den Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft befähigt. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und des frühzeitigen Kontakts mit Auftraggebern hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.





© Fraunhofer-Gesellschaft

**/ The Fraunhofer-Gesellschaft based in Germany is the world's leading applied research organization. Prioritizing key future-relevant technologies and commercializing its findings in business and industry, it plays a major role in the innovation process. It is a trailblazer and trendsetter in innovative developments and research excellence. The Fraunhofer-Gesellschaft supports research and industry with inspiring ideas and sustainable scientific and technological solutions and is helping shape our society and our future.**

The Fraunhofer-Gesellschaft's interdisciplinary research teams turn original ideas into innovations together with contracting industry and public sector partners, coordinate and complete essential key research policy projects and strengthen the German and European economy with ethical value creation. International collaborative partnerships with outstanding research partners and businesses all over the world provide for direct dialogue with the most prominent scientific communities and most dominant economic regions.

Founded in 1949, the Fraunhofer-Gesellschaft currently operates 76 institutes and research units throughout Germany. Over 30,000 employees, predominantly scientists and engineers, work with an annual research budget of €2.9 billion. Fraunhofer generates €2.5 billion of this from contract research (all figures as of 2022). Industry contracts and publicly funded research projects account for around two thirds of that. The federal and state governments contribute around another third as base funding,

enabling institutes to develop solutions now to problems that will become crucial to industry and society in the near future.

The impact of applied research goes far beyond its direct benefits to clients: Fraunhofer institutes enhance businesses' performance, improve social acceptance of advanced technology and educate and train the urgently needed next generation of research scientists and engineers.

Highly motivated employees up on cutting-edge research constitute the most important success factor for us as a research organization. Fraunhofer consequently provides opportunities for independent, creative and goal-driven work and thus for professional and personal development, qualifying individuals for challenging positions at our institutes, at higher education institutions, in industry and in society. Practical training and early contacts with clients open outstanding opportunities for students to find jobs and experience growth in business and industry.

The prestigious nonprofit Fraunhofer-Gesellschaft's namesake is Munich scholar Joseph von Fraunhofer (1787–1826). He enjoyed equal success as a researcher, inventor and entrepreneur.

#### Kontakt / Contact

Fraunhofer-Zentrale  
Hansastraße 27c  
80686 München  
Tel. +49 89 1205-0  
Fax +49 89 1205-7513



© Fraunhofer IML, Georgios Katsimitsoulas

# Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

## / Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics IML

---

Das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML gilt als erste Adresse in der ganzheitlichen Logistikforschung und arbeitet auf allen Feldern der inner- und außerbetrieblichen Logistik. Im Sinne der Fraunhofer-Idee werden einerseits Problemlösungen zur unmittelbaren Nutzung für Unternehmen erarbeitet, andererseits wird aber auch Vorlaufforschung von zwei bis fünf Jahren, im Einzelfall darüber hinaus, geleistet. An dem 1981 gegründeten Institut arbeiten zurzeit über 700 Mitarbeitende, davon rund 400 wissenschaftliche Mitarbeitende.

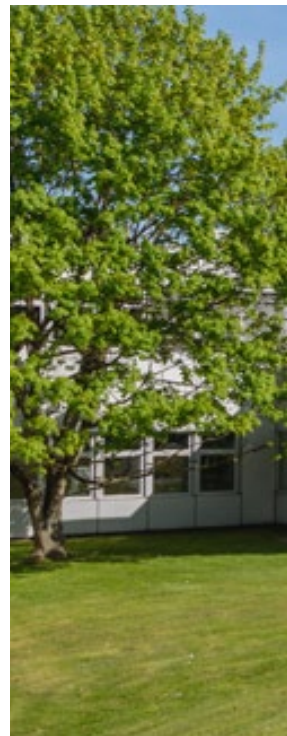
Nach Projekt- und Kundenbedarf zusammengestellte Teams schaffen branchenübergreifende und kundenspezifische Lösungen u. a. im Bereich der Materialflusstechnik, der Geschäftsprozessmodellierung sowie in den Bereichen Verkehrssysteme und Ressourcenlogistik. Weitere aktuelle Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Künstlichen Intelligenz, des Smart Finance und des »Internet der Dinge«, das das Institut Fraunhofer-weit koordiniert. Zudem arbeitet das Fraunhofer IML mit dem Großforschungsprojekt Silicon Economy an der Umsetzung einer dezentralen, föderalen und offenen Plattformökonomie in Deutschland und Europa. Bei interdisziplinären Projekten kann das Institut auf insgesamt 30 000 Mitarbeitende in 76 Einrichtungen der gesamten Fraunhofer-Gesellschaft zurückgreifen (Stand 2022). Auch die Geschäftsführung der Fraunhofer-Allianz Verkehr, in der 23 Fraunhofer-Institute und -Einrichtungen ihre verkehrsrelevanten Kompetenzen bündeln, sitzt in Dortmund.

Darüber hinaus ist das Fraunhofer IML ein wesentlicher Träger des »Digital Hub Logistics«, der Start-up-Initiativen Raum bietet, um digitale Produkte und Geschäftsmodelle zu entwickeln. Über die drei Institutsleiter, die alle auch Lehrstühle an der Technischen Universität Dortmund innehaben, bestehen zudem vielfältige Forschungsverbünde auch im Grundlagenforschungsbereich. Neben Dortmund sind Frankfurt/Main, Hamburg, Prien am Chiemsee und Peking weitere Standorte.

/ The Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics IML is the partner of choice for integrated logistics research. It works in all fields of internal and external logistics. In keeping with the Fraunhofer concept, solutions to problems for immediate use in business are developed on the one hand, but initial research is also conducted on the other hand for periods of two to five years, in some cases even longer. Founded in 1981, the institute currently employs more than 700 people, including around 400 scientific staff.

Teams assembled according to project and customer requirements create cross-industry and customer-specific solutions, among other things in the field of materials handling, business process modelling, transportation systems and resource logistics. Other current research focal points include artificial intelligence, smart finance and the Internet of Things, which is coordinated by the institute throughout the Fraunhofer-Gesellschaft. Fraunhofer IML is also working on the implementation of a decentralized, federal and open platform economy in Germany and Europe with the Silicon Economy major research project. The institute has access to a total of 30,000 employees in 76 organizations of the Fraunhofer-Gesellschaft for interdisciplinary projects (as of 2022). The general management of the Fraunhofer Transport Alliance, bundling the traffic and transportation expertise of 23 Fraunhofer institutes, is also located in Dortmund.

Furthermore, Fraunhofer IML is a key supporter of the "Digital Hub Logistics" providing room for start-up initiatives to develop digital products and business models. A variety of research associations, including in the area of fundamental research, exist through the three directors, all of which also hold professorships at the Technical University of Dortmund. Locations aside from Dortmund include Frankfurt/Main, Hamburg, Prien am Chiemsee and Beijing.



## Die Institutsleitung / Board of Directors

---

### Die Institutsleitung (v.l.) / The Board of directors (f.l.):

**Prof. Dr. Dr. h. c.  
Michael Henke**  
Institutsleiter,  
Leiter des Bereichs  
»Unternehmenslogistik« /  
director and responsible for  
“Enterprise Logistics”

Inhaber des Lehrstuhls für  
Unternehmenslogistik an der  
TU Dortmund / holder of the  
chair of enterprise logistics at  
TU Dortmund

**Prof. Dr. Dr. h. c.  
Michael ten Hompel**  
geschäftsführender  
Institutsleiter,  
Leiter des Bereichs  
»Materialflusssysteme« /  
executive director and  
responsible for  
“Material Flow Systems”

Inhaber des Lehrstuhls für  
Förder- und Lagerwesen an der  
TU Dortmund / holder of the  
chair of transportation and  
warehousing at TU Dortmund

**Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen**  
Institutsleiter,  
Leiter des Bereichs  
»Logistik, Verkehr und  
Umwelt« /  
director and responsible for  
“Logistics, Traffic and  
Environment”

Institutsleiter des Instituts für  
Transportlogistik an der  
TU Dortmund / managing  
director institute of transport  
logistics at TU Dortmund



© Fraunhofer IML, Sebastian Beierle

# Das Institut in Zahlen / The Institute in Figures

<b>Betriebshaushalt / Budget*</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022**</b>
Gesamt / total	31.589	31.801	34.605	36.732	43.944	ca. 50.000

<b>Personalentwicklung / Personnel Development</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022**</b>
Gesamt / total	288	315	318	334	377	ca. 400

\* in 1000 Euro; inkl. Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML / in 1000 Euro; incl. Fraunhofer Center for Maritime Logistics and Services CML

\*\* Zahlen vorläufig

# Das Kuratorium / Board of Trustees

---

## Berater / Software-Dienstleister / Consultants / Logistics Service Provider

### **Dr.-Ing. Christian Jacobi**

agiplan GmbH  
Geschäftsführender Gesellschafter  
Vorsitzender des Kuratoriums

### **Frauke Heistermann**

Befesa S.A.  
Board of Directors

## Dienstleister / Service Provider

### **Matthias Löhr**

LB GmbH  
Geschäftsführender Gesellschafter

### **Dipl.-Kfm. Erich Staake**

Duisburger Hafen AG  
Vorstandsvorsitzender

### **Dr.-Ing. Thomas Böger**

Schenker Europe GmbH  
Executive Vice President Contract Logistics/SCM

### **Dr. Stephan Peters**

Rhenus SE & Co. KG  
Mitglied des Vorstands

### **Susanne Klingler-Werner**

UPS Supply Chain Solutions  
Managing Director

## Verbände / Politik / Associations

### **Dr. jur. Martin Henke**

VDV e.V.  
Geschäftsführer Eisenbahnverkehr

### **Dr. Beate Wieland**

Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen  
Leiterin der Abteilung 3 – Forschung

### **Dr. Niels Wiecker**

Hansestadt Hamburg, Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation  
Leiter der Abteilung Hafen und Logistik

### **Stefan Schreiber**

Industrie und Handelskammer zu Dortmund  
Hauptgeschäftsführer

## Produzierende Unternehmen / Manufacturing Companies

### **Dr.-Ing. Christoph Beumer**

Beumer Group GmbH & Co. KG  
Vorsitzender der Geschäftsführung

### **Prof. Dr.-Ing. Rudolf Lödige**

Lödige Industries GmbH  
Vorsitzender des Beirats

## Forschung und Wissenschaft / Research and Science

### **Prof. Dr.-Ing. Thorsten Schmidt**

TU Dresden, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme



© Fraunhofer IML, Sebastian Beierle

### **Wissenschaftlich-Technischer Rat** / Scientific and Technical Council

#### **Dipl.-Ing. Stefan Schmidt**

Wissenschaftlich-Technischer Rat des Fraunhofer IML

### **Ständige Gäste** / Permanent Guests

#### **Prof. Dr.-Ing. Jörn Mosler**

TU Dortmund  
Dekan FB Maschinenbau

#### **Prof. Dr. Manfred Bayer**

Rektor der TU Dortmund

### Das Kuratorium / Board of trustees

Die Kuratorinnen und Kuratoren des Fraunhofer IML stehen der Institutsleitung beratend zur Seite. Zu ihnen gehören Persönlichkeiten der Wissenschaft, der Wirtschaft und der Politik.

/ The advisory committee supports and offers consultation to the Fraunhofer IML. Members of the advisory committee come from industry, economy and policy.

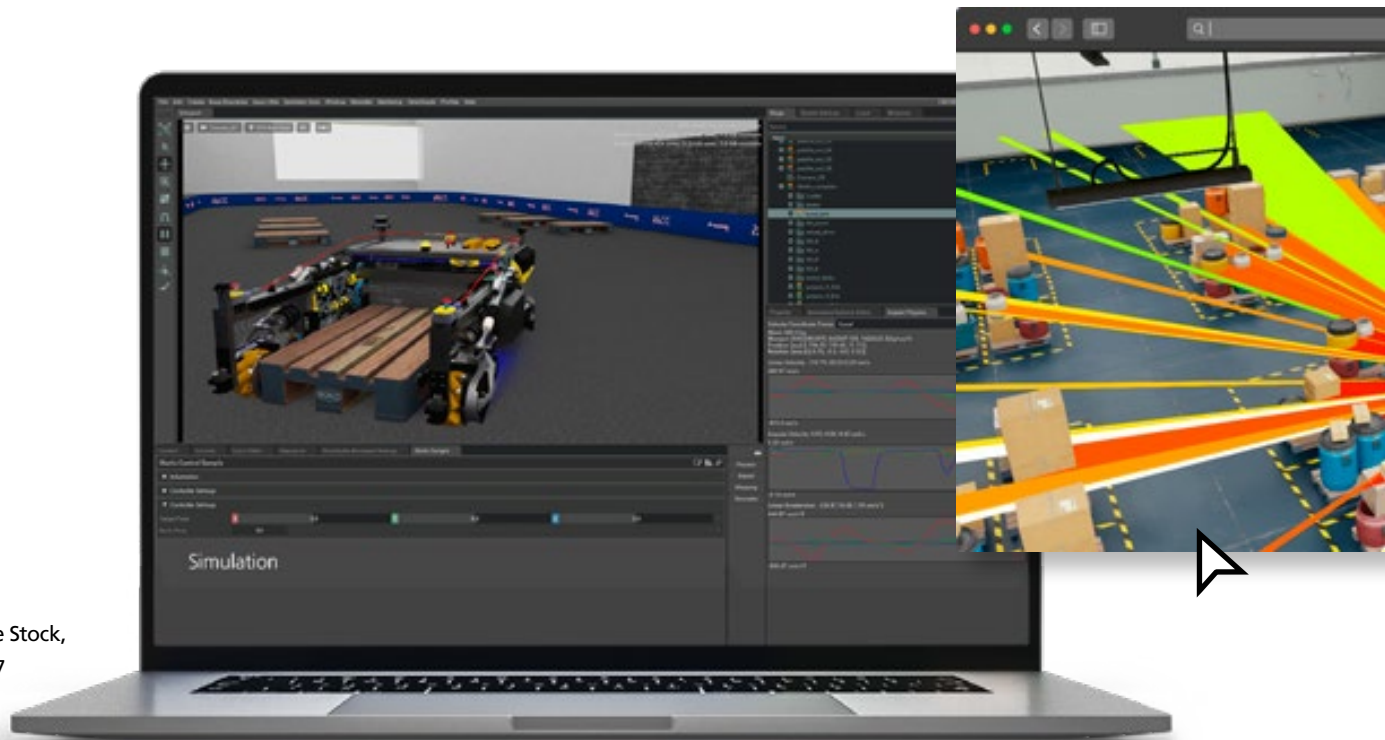


# Highlights

© Fraunhofer IAIS  
Dirk Baumbach







© Adobe Stock,  
guteksk7

## »Simulationsbasierte KI« und das »Digitale Kontinuum«

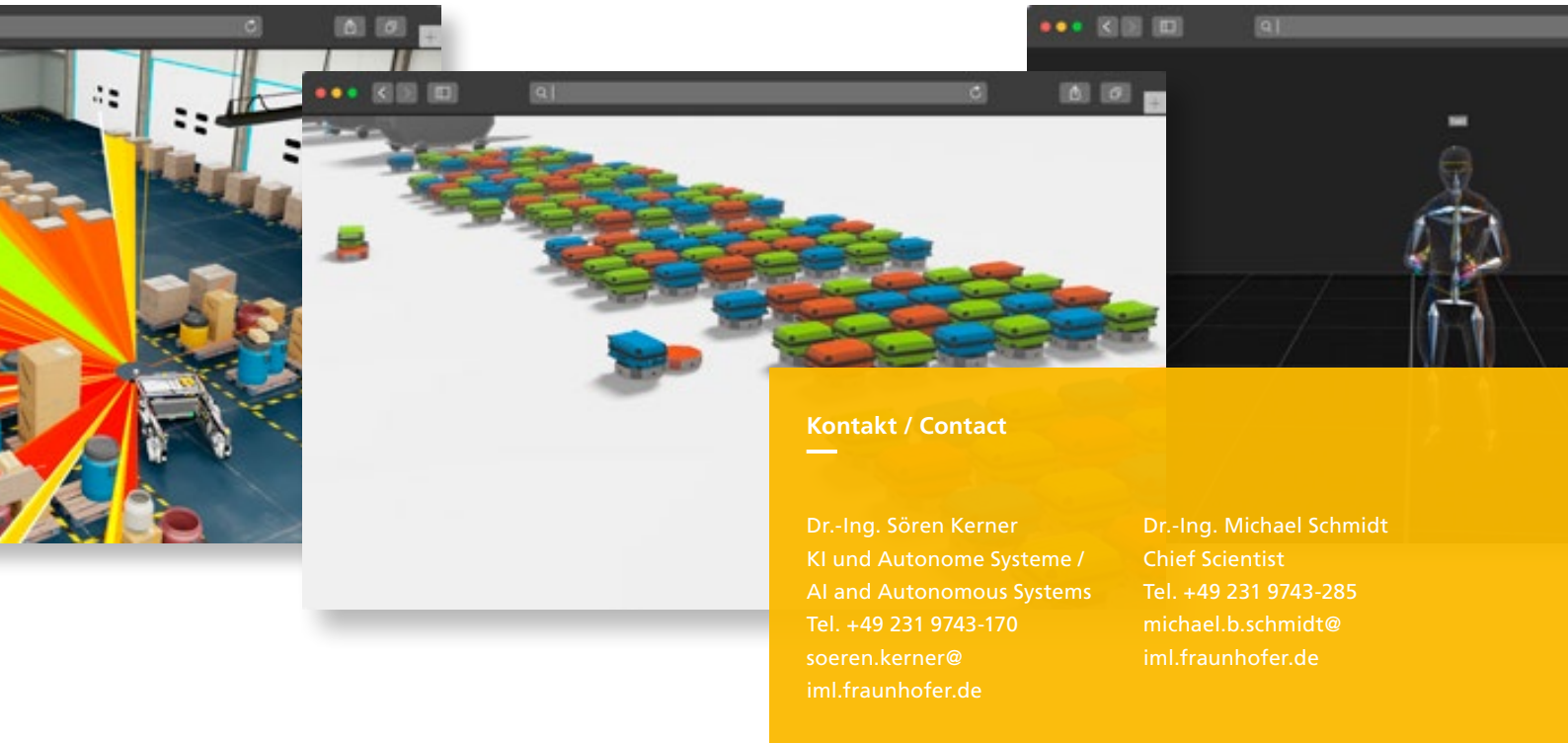
Die Komplexität logistischer Prozesse ist hoch. Um die Logistik sinnvoll zu gestalten, sind große Datenmengen zu verarbeiten und gegensätzliche Ziele miteinander zu vereinbaren. Dabei arbeiten die Akteure oft mit Vereinfachungen und Heuristiken, die unmittelbar logisch erscheinen, aber zu Lösungen führen können, die weit vom Optimum entfernt sind. Um zumindest einige Varianten miteinander vergleichen zu können, werden logistische Systeme simuliert. In die Modelle dieser Simulationen fließen das Fachwissen und die Intuition von Expertinnen und Experten ein.

Die simulationsbasierte Künstliche Intelligenz (KI) geht einen Schritt weiter: Basis sind Simulationsumgebungen, die logistische Systeme, etwa ein Lager, detailgetreu und ganzheitlich abbilden. Die Modellfehler sind dabei so gering, dass diese Simulationen physikalisch quasi-korrekt sind. Diese neue Generation Digitaler Zwillinge bildet eine Digitale Realität, in der technische und logistische Prozesse ablaufen und gestaltet werden. Das kann ein Algorithmus sein, ein einzelnes Fahrzeug wie O<sup>3</sup>dyn (siehe S. 80) oder ein Schwarm unserer

neuen evoBOTs (S. 68). In solchen detailgetreuen virtuellen Welten kann ein Sensor nicht mehr unterscheiden, ob er eine simulierte virtuelle Welt erfasst oder Impulse der physischen Welt verarbeitet. Auch ein Akteur verhält sich dort genau so wie in der Realität.

Der nächste Schritt ist, die Modelle der Digitalen Zwillinge automatisch zu generieren und sie maschinell lernen zu lassen – zunächst in der virtuellen Welt und dann ein Leben lang in der physischen Welt. Abertausende von Systemvarianten können so simuliert und Verhalten in einer Dimension erlernt werden, wie es in der Realität allein nicht möglich wäre. Digitale Modelle werden dabei immer mehr von Abbildern zu Taktgebern physischer Abläufe; der Roboter wird zum cyberphysischen Zwilling, also zu einem »Avatar der Virtuellen Realität« und damit zum Gegenstück des Digitalen Zwillings.

Die Entwicklung hin zu dieser simulationsbasierten KI ist seit Jahren im Gange. Neu sind die Ganzheitlichkeit in Sensorik,



### Kontakt / Contact

Dr.-Ing. Sören Kerner  
 KI und Autonome Systeme /  
 AI and Autonomous Systems  
 Tel. +49 231 9743-170  
 soeren.kerner@  
 iml.fraunhofer.de

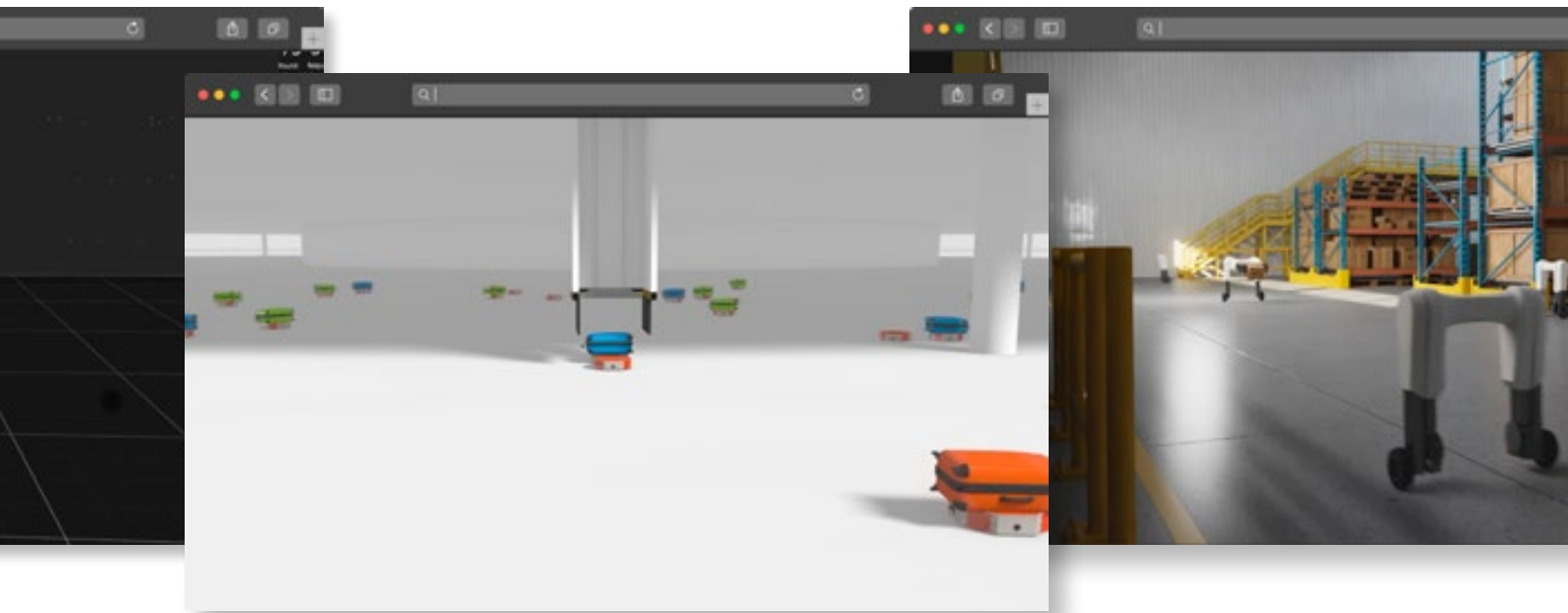
Dr.-Ing. Michael Schmidt  
 Chief Scientist  
 Tel. +49 231 9743-285  
 michael.b.schmidt@  
 iml.fraunhofer.de

Aktorik und Kommunikation der simulierten Realität in Verbindung mit einer Rechnerleistung, die es erlaubt, auch komplexe Systeme in (Über-)Echtzeit abzubilden. Die Abfolgen von Realität → Digitalem Zwilling → Virtueller Realität → cyberphysischem Zwilling bzw. von Entwicklung und Ausführung schließen sich. Es entsteht das »Digitale Kontinuum«: ein hochbeschleunigter, sich fortwährend selbst optimierender Regelkreis Künstlicher Intelligenz.

Nicht nur im Technikbereich entstehen digitale Kontinuen. Mit der Plattformökonomie schließen sich derzeit Prozess- und Wertschöpfungsketten. Planung, Ausschreibung, Disposition, Betrieb etc. werden auf KI-Plattformen verknüpft. Es formen sich lernende, sich selbst verstärkende und beschleunigende Prozesse: ein »Supply-Chain-Kontinuum« entsteht. Ein solches Kontinuum setzt Transparenz, Datensouveränität, Virtualisierung und echtzeitnahe Vernetzung – mit anderen Worten: die Silicon Economy – voraus (S. 38). Gleiches gilt für die logistische Leistungserbringung auf dem Shopfloor, wo sich Menschen und Maschinen wie in sozialen Netzwerken

organisieren und die physische Einbindung des Menschen im Mittelpunkt steht.

Die Folge all dessen ist eine Hochfrequenzlogistik, in der Entscheidungen und Transaktionen vernetzt und im Mikrosekundentakt ablaufen, KI-basiert und weitgehend autonom. Bei all der Technik sollte aber nicht aus den Augen verloren werden, wozu sie dient: Es geht um nicht weniger als die Gestaltung einer nachhaltigen, resilienten, wandelbaren und transparenten Zukunft.



## / “Simulation-based AI” and the “digital continuum”

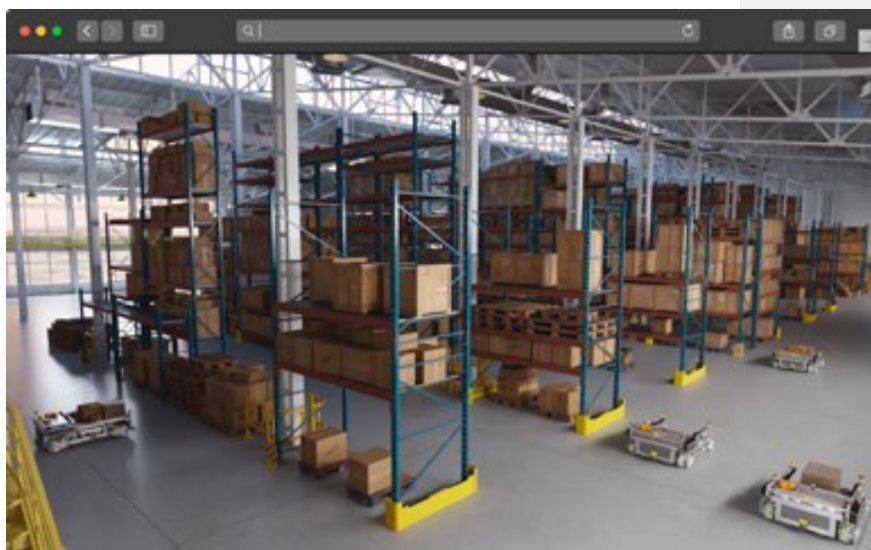
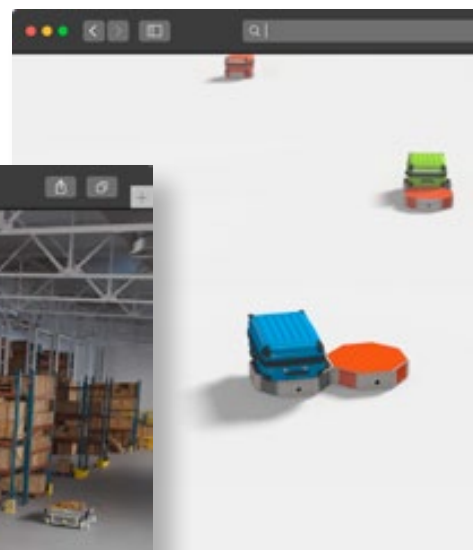
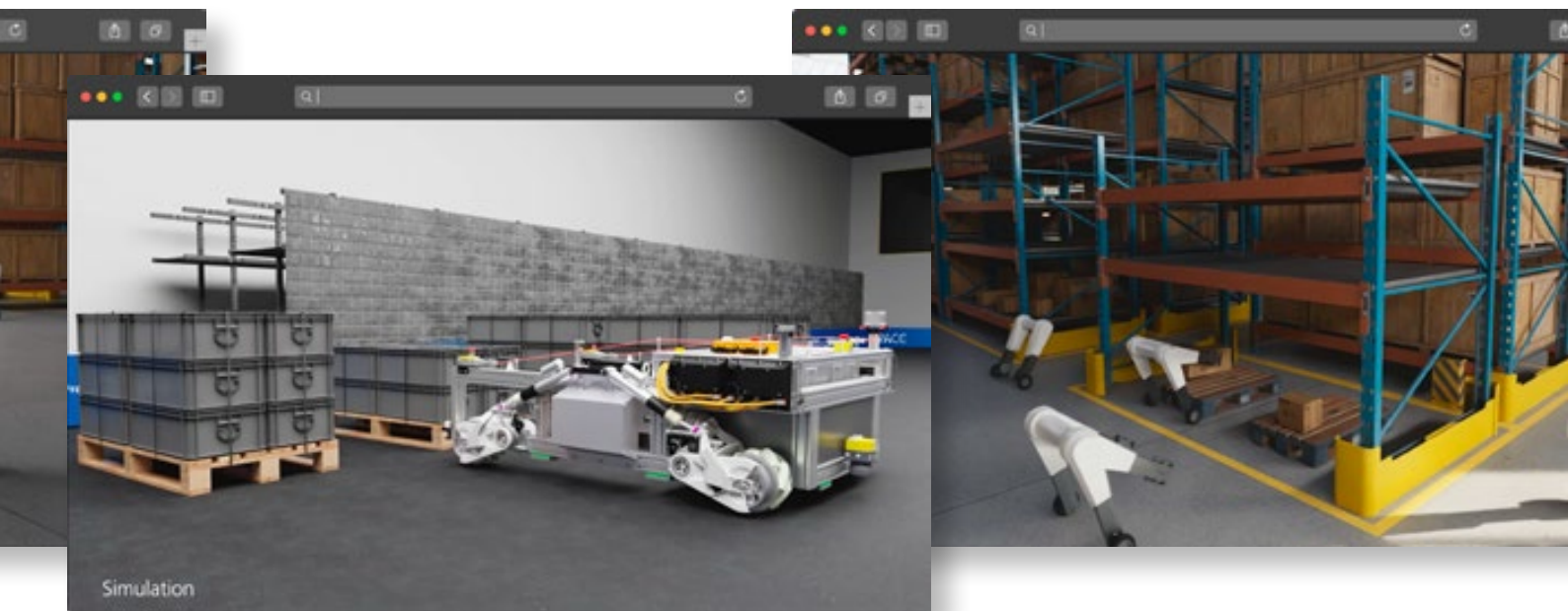
/ Logistical processes are highly complex. Designing them in a practical way requires processing large volumes of data and reconciling conflicting targets. Those involved often work with simplifications and heuristics that appear logical at first glance, but that can lead to solutions that are far from optimal. Simulations of logistical systems allow at least some of the options to be compared against each other. The models in these simulations incorporate the specialist knowledge and intuitions of experts.

Simulation-based artificial intelligence (AI) goes one step further: It is based on simulated environments that map logistical systems, such as warehouses, in detail and in full. The model errors in these simulations are so minor that their physical accuracy is virtually perfect. This new generation of digital twins forms a digital reality in which technical and logistical processes can be run and designed. These might be algorithms, individual vehicles such as O<sup>3</sup>dyn (see p. 80) or a swarm of our new evoBOTS (p. 68). In this kind of detailed virtual world, a sensor cannot tell whether it is sensing a simulated

virtual world or stimuli from the physical world. Actuators also behave exactly as they would in the real world.

The next step is to automatically generate the models of the digital twins and train them using machine learning – first in the virtual world and then for their whole lives in the physical world. Many thousands of versions of a system can be simulated in this way and behaviors can be learned on a scale that would be impossible in reality alone. Rather than just being representations, digital models are increasingly setting the pace of physical processes; this makes the robot into a cyber-physical twin, or an “avatar of virtual reality,” the counterpart of the digital twin.

This simulation-based AI has been in development for many years. What is new is how complete the simulated reality is in terms of sensors, actuators and communication, as well as computing power that enables complex systems to be mapped in (faster than) real time. The sequence of reality → digital twin → virtual reality → cyberphysical twin, or the sequence



of development and execution, is closing. The result is the “digital continuum”: a highly accelerated and constantly self-updating control loop of artificial intelligence.

Digital continuums are not just being created in the field of technology. The platform economy is also leading to the closure of process and value chains. Planning, tendering, scheduling, operation etc. are being linked together on AI platforms. Learning, self-reinforcing and self-accelerating processes are forming: A “supply chain continuum” is arising. This continuum requires transparency, data ownership, virtualization and near-real-time networking – in other words, the silicon economy (p. 38). The same applies to the provision of

logistical services on the shop floor, where

humans and machines are being organized in ways similar to social networks and the physical integration of the human being is at the center.

The outcome of all this is a high-frequency form of logistics where decisions and transactions are networked and run on the basis of AI, largely autonomously and with response times just microseconds long. With all this technology, however, it is important not to lose sight of its purpose: It is about nothing less than creating a sustainable, resilient, adaptable and transparent future.



### Kontakt / Contact

Dipl.-Ing. Guido Follert  
Maschinen und Anlagen /  
Machines and Facilities  
Tel. +49 231 9743-253  
guido.follert@  
iml.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Jana Jost  
Robotik und Kognitive  
Systeme / Robotics and  
Cognitive Systems  
Tel.+49 231 9743-522  
jana.jost@  
iml.fraunhofer.de

© SSI Schäfer



## SSI Schäfer gründet mit Fraunhofer IML das 13. Enterprise Lab

### / SSI Schäfer and Fraunhofer IML found the 13th Enterprise Lab

Die SSI Schäfer Gruppe, einer der weltweit größten Anbieter von Intralogistiklösungen, gründet gemeinsam mit dem Fraunhofer IML das mittlerweile 13. Enterprise Lab in Dortmund. Genauso wie die KION Group, Keller & Kalmbach, die Commerzbank, die European Pallet Association e. V. (EPAL), die Deutsche Telekom, Dachser SE, die Rhenus SE & Co. KG, Boehringer-Ingelheim, die BMW Group, die DB Schenker AG, die Würth-Gruppe und die Sick AG setzt SSI Schäfer auf die innovative Zusammenarbeit von Industrie und Forschung in einem einzigartigen Rahmen.

Das am 1. Juni 2022 gestartete Enterprise Lab ist Teil der Technologieoffensive von SSI Schäfer. Innerhalb der Laufzeit von vorerst drei Jahren sollen technologisch nachhaltige und innovative Lösungen für grundlegende Herausforderungen der Logistik gefunden werden. Dazu gehört die erschwerte Lieferung von Waren durch Urbanisierung und starke Verkehre in den Innenstädten. Dieses Problem wird verschärft durch die immer weiter ansteigende Zahl von Online-Bestellungen, gerade in den letzten Jahren der Pandemie.

Steffen Bersch, CEO der SSI Schäfer Gruppe, sieht großes Potenzial im Enterprise Lab: »Wir freuen uns auf die intensive Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IML und auch mit den anderen Enterprise-Lab-Partnern. Wir sind überzeugt, dass uns die Kooperation mit den Experten neue Erkenntnisse und Impulse für zukünftige Innovationen in der Intralogistik liefern wird.«

/ The SSI Schäfer Group, one of the largest providers of intralogistics solutions in the world, joined forces with Fraunhofer IML to found what is now the 13th Enterprise Lab in Dortmund. In the same way as the KION Group, Keller & Kalmbach, Commerzbank, the European Pallet Association e.V. (EPAL), Deutsche Telekom, Dachser SE, Rhenus SE & Co. KG, Boehringer-Ingelheim, the BMW Group, DB Schenker AG, the Würth Group and Sick AG, SSI Schäfer relied on the innovative cooperation of industry and research in a unique setting.

The Enterprise Lab, which was started on July 1, 2022, is part of SSI Schäfer's technology initiative. Over the initial three-year duration, the objective is to find sustainable, innovative solutions for fundamental challenges in logistics. This includes the complicated delivery of goods caused by urbanization and heavy traffic in city centers. This problem has been intensified by an ever-increasing number of online orders, especially in the recent years of the pandemic.

Steffen Bersch, CEO of the SSI Schäfer Group, sees great potential in the Enterprise Lab: "We look forward to intensive collaboration with Fraunhofer IML and the other Enterprise Lab partners. We are confident that working with the experts will provide us with new knowledge and ideas for future innovations in intralogistics."



## Dortmund wird fester Standort für KI-Spitzenforschung

Die Zukunftstechnologie Künstliche Intelligenz (KI) wird durch das Lamarr-Institut fest in Dortmund verankert. Fünf der insgesamt sechs zeitlich begrenzten Projekte zur KI-Forschung, werden durch die institutionelle Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und der beteiligten Bundesländer Berlin, Baden-Württemberg, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Sachsen, als dauerhafte Einrichtung verstetigt. Dazu werden insgesamt bis zu 100 Millionen Euro jährlich bereitgestellt. Das »Lamarr-Institut für Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz«, vormals das Kompetenzzentrum Maschinelles Lernen Rhein-Ruhr (ML2R), soll dazu beitragen Deutschland im europäischen und internationalen Rahmen als führenden Forschungsstandort der KI zu etablieren.

»Die KI-Kompetenzzentren sind eine tragende Säule der KI-Forschung in Deutschland. Mit der Verstetigung ihrer Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und die Länder geben wir den Forschenden Planungssicherheit und die Möglichkeit, längerfristige und komplexere Fragestellungen intensiv zu bearbeiten. So machen wir Deutschland als KI-Standort noch attraktiver. Darüber hinaus sollen die Forschungsergebnisse möglichst schnell den Menschen zugutekommen – wie beispielsweise eine verbesserte Früherkennung von Krebserkrankungen«, betonte Bundesforschungsministerin Bettina Stark-Watzinger, anlässlich der Eröffnung am 1. Juli 2022.

Ministerium für  
Kultur und Wissenschaft  
des Landes Nordrhein-Westfalen



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung





#### Kontakt / Contact

Dr.-Ing. Sören Kerner  
 KI und Autonome Systeme /  
 AI and Autonomous Systems  
 Tel. +49 231 9743-170  
 soeren.kerner@  
 iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IAIS, Dirk Baumbach

## / Dortmund becomes permanent location for cutting-edge AI research

/ The Lamarr Institute in Dortmund, Germany, is providing a permanent home for research into artificial intelligence (AI) as a technology of the future. Thanks to institutional funding from the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) and the federal states involved (Berlin, Baden-Württemberg, Bavaria, North Rhine-Westphalia and Saxony), five of the six temporary projects that were under way in the area of AI research are now able to continue as permanent institutions with a total annual budget of up to 100 million euros. Formerly known as the Competence Center Machine Learning Rhine-Ruhr (ML2R), the Lamarr Institute for Machine Learning and Artificial Intelligence (to use its full name) is aiming to reinforce Germany's position as a leading AI research location from a European and international perspective.

"The AI competence centers represent one of the cornerstones of AI research in Germany. The decision made by the BMBF and federal states to continue their funding will allow us to give researchers a more secure framework in which to plan their work – and they will also benefit from the opportunity to

investigate more complex issues over a longer period. This will make Germany an even more attractive home for AI. What's more, it is hoped that the results obtained from the research will start benefiting people rapidly – by improving early detection of cancer, for example," said Bettina Stark-Watzinger, Federal Minister of Education and Research, speaking at the opening of the Lamarr Institute on July 1, 2022.



Website



### Kontakt / Contact

Dipl.-Kffr. Bettina von  
Janczewski  
Kommunikation und  
Marketing / Communication  
and Marketing  
Tel. +49 231 9743-193  
bvj@iml.fraunhofer.de

Julian Jakubiak M. A.  
Kommunikation und  
Marketing / Communication  
and Marketing  
Tel. +49 231 9743-612  
julian.jakubiak@  
iml.fraunhofer.de

© Teemu Leinonen, LUT

# Ehrendokortitel für Prof. Michael Henke

## / Honorary doctorate for Prof. Michael Henke

Neben seiner Tätigkeit als Institutsleiter am Fraunhofer IML und als Inhaber des Lehrstuhls für Unternehmenslogistik an der TU Dortmund ist Prof. Michael Henke seit sieben Jahren auch als Adjunct Professor for Supply Chain Management an der School of Business and Management der LUT University in Lappeenranta/Finnland aktiv. Für diese langjährige Zusammenarbeit verlieh ihm die finnische Hochschule am 28. Mai 2022 die Ehrendoktorwürde. Er trägt nun den Titel Univ.-Prof. Dr. habil. Dr. h. c. Michael Henke.

Michael Henke begann seine Karriere mit einem Studium zum Diplom-Ingenieur für Brauwesen- und Getränketechnologie an der TU München. Im Anschluss promovierte und habilitierte er an der dortigen Fakultät für Wirtschaftswissenschaften. Während und nach der Habilitation arbeitete er für die Supply Management Group SMG in St. Gallen. Von 2007 bis 2013 forschte und lehrte Michael Henke als Professor an der EBS Universität für Wirtschaft und Recht in Wiesbaden und Oestrich-Winkel.

Seine Forschungsschwerpunkte liegen vor allem in den Bereichen Management der Industrie 4.0 und Plattformökonomie sowie auf Einkauf und Logistik. Einen besonderen Fokus setzt er auf die Blockchain-Technologie und Smart Contracts, Financial Supply Chain Management sowie Supply Chain Risk Management. Seit September 2013 ist Henke Institutsleiter für den Bereich Unternehmenslogistik am Fraunhofer IML und Inhaber des Lehrstuhls für Unternehmenslogistik an der Fakultät für Maschinenbau der TU Dortmund.

/ Alongside his responsibilities as institute director of Fraunhofer IML and chair of corporate logistics at TU Dortmund University, Prof. Michael Henke has also been working for the last seven years as adjunct professor for supply chain management at the School of Business and Management at LUT University in Lappeenranta, Finland. On May 28, 2022, in recognition of this long collaboration, the Finnish university presented him with an honorary doctorate. With his full list of titles, he is now Univ.-Prof. Dr. habil. Dr. h. c. Michael Henke.

Michael Henke began his career with a degree in brewing and beverage technology from the Technical University of Munich. He then took his doctorate and professorship in the Faculty of Economics at the same university. During and after his professorship qualification, he worked for Supply Management Group SMG in St. Gallen. From 2007 to 2013, Michael Henke researched and taught as a professor at EBS University of Economics and Law in Wiesbaden and Oestrich-Winkel.

His research mainly looks at the management of Industry 4.0 and the platform economy, as well as purchasing and logistics. He focuses particularly on blockchain technology and smart contracts, financial supply chain management and supply chain management. Since September 2013, Henke has been institute director in the enterprise logistics department at Fraunhofer IML and chair of enterprise logistics in the Faculty of Mechanical Engineering at TU Dortmund University.



## Kontakt / Contact

Dipl.-Kffr. Bettina von Janczewski  
Kommunikation und Marketing / Communication and Marketing  
Tel. +49 231 9743-193  
bettina.von.janczewski@iml.fraunhofer.de

Julian Jakubiak M. A.  
Kommunikation und Marketing / Communication and Marketing  
Tel. +49 231 9743-612  
julian.jakubiak@iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML



## 40. Zukunftskongress Logistik unter dem Motto »Aufbruch ins ›Silicon Economy Continuum«

/ 40th Future Logistics Congress “Toward the ‘Silicon Economy Continuum’”

Vom 13. bis zum 15. September 2022 fand der »Zukunftskongress Logistik – 40. Dortmunder Gespräche« statt. Unter dem Motto »Aufbruch ins ›Silicon Economy Continuum« – Die Zukunft der Logistik ist digital, offen und nachhaltig« hatten Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft und Wirtschaft die Möglichkeit, sich über die aktuellen Entwicklungen und Möglichkeiten der Logistik auszutauschen. Im Mittelpunkt standen die neusten Technologien der Plattformökonomie.

Der vom Fraunhofer IML und Digital Hub Logistics veranstaltete Kongress fand aufgrund der Corona-Pandemie erneut rein digital und kostenlos statt. Der seit 40 Jahren etablierte Kongress bot spannende Gespräche und Keynotes zu den Schwerpunktthemen Künstliche Intelligenz, Blockchain-basierte Finanzflüsse und Konzepte für lebenswerte Städte und Regionen.

Am zweiten und dritten Kongresstag gaben themenspezifische Sequenzen unter anderem Einblicke in die Digitalisierung von Ladungsträgern, datenbasierte Optimierung, Leise Logistik sowie die Möglichkeiten von Co-Creation mithilfe von digitalen Plattformen. Zwischen den Vorträgen demonstrierten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IML im Rahmen der »Digital Sandbox« Anwendungen direkt aus der Forschung. Anhand von Prototypen stellten sie zahlreiche innovative Technologien für die Logistik von morgen vor.

/ The “Future Logistics Congress – 40th Dortmund Talks” was held on September 13–15, 2022. With the theme “Toward the ‘Silicon Economy Continuum’ – the future of logistics is digital, open and sustainable,” the congress gave representatives from the worlds of science and industry the chance to exchange ideas on the latest developments and opportunities in logistics. The main focus was on the state-of-the-art technologies of the platform economy.

The congress, organized by Fraunhofer IML and Digital Hub Logistics, was once again held online due to the coronavirus pandemic and was free of charge for all participants. The congress, which was established 40 years ago, offered exciting discussions and keynotes on the topics of artificial intelligence, blockchain-based financial flows and concepts for livable cities and regions.

The second and third days of the congress included themed sequences providing insights into the digital transformation of load carriers, data-based optimization, quiet logistics and the opportunities of co-creation using digital platforms. In between the talks, scientists from Fraunhofer IML used the “Digital Sandbox” to demonstrate applications straight from research.

With the help of prototypes, they presented a number of innovative technologies for the logistics of tomorrow.



Website



**Kontakt / Contact**

Dipl.-Ing. Thomas Albrecht  
Maschinen und Anlagen /  
Machines and Facilities  
Tel. +49 231 9743-423  
thomas.albrecht@  
iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML

# FTS-Fachtagung 2022

## endlich wieder als Präsenzveranstaltung

### / AGV Conference 2022 –

### This time again as a presence event

Die FTS-Fachtagung ist das Branchentreffen für Fahrerlose Transportsysteme und hat bereits eine über 30-jährige Tradition mit 16 Veranstaltungen, davon mittlerweile bereits sechsmal in Dortmund. Auch 2022 blickten wieder über 190 Expertinnen und Experten gemeinsam in die Zukunft: Unter dem Motto »Bewährte Technik und innovative Technologien: Mit FTS und AMR bereit für zukünftige Herausforderungen« tauschten sie sich am 21. September am Fraunhofer IML über aktuelle Entwicklungen in der Branche aus.

Nachdem die FTS-Fachtagung 2020 aufgrund der Corona-Pandemie digital stattfinden musste, trafen sich die Teilnehmenden in diesem Jahr wieder vor Ort in Dortmund. In sechs Vorträgen erhielten sie Einblicke in die FTS-Praxis: Anwender und Betreiber berichteten über ihre Betriebserfahrungen mit verschiedenen Typen von Fahrerlosen Transportsystemen und gingen dabei auch auf technische Details der realisierten Lösungen ein.

Prof. Michael ten Hompel eröffnete die Tagung mit einem Impulsvortrag zu den Möglichkeiten, wie Künstliche Intelligenz und Open Source in Zukunft zu innovativen Lösungen in der Intralogistik beitragen können. Bei der Podiumsdiskussion am Nachmittag tauschten sich Anwender und FTS-Hersteller zum Thema »Autonome Fahrzeuge in der Intralogistik: Gibt es sinnvolle Use Cases?« aus und diskutierten dabei vor allem über den seit einigen Jahren beinahe inflationär gebrauchten Begriff der »Autonomie« bei FTF. Außerdem präsentierten 28 Unternehmen aus der FTS-Branche bei der tagungsbegleitenden Ausstellung ihre Arbeit, Produkte und Dienstleistungen.

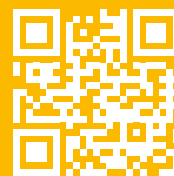
Die nächste FTS-Fachtagung wird am 26. September 2024 stattfinden.

/ The AGV conference is known as that meeting for automated guided vehicles and already has a tradition of more than 30 years with 16 events, six of which have already taken place in Dortmund. So in 2022, over 190 experts once again looked to the future together: under the motto "Proven technology and innovative technologies: Ready for future challenges with AGVs and AMR", they exchanged views on current developments in the industry at the Institute on September 21st.

After the AGV conference 2020 had to take place digitally due to the Corona pandemic, the participants met again on site in Dortmund this year. In six presentations, they gained insights into AGV practice: users and operators reported on their operating experiences with various types of automated guided vehicles and also went into technical details of the solutions implemented.

Prof. Michael ten Hompel opened the conference with a keynote speech on the possibilities of how artificial intelligence and open source can contribute to innovative solutions in intralogistics in the future. During the panel discussion in the afternoon, users and AGV manufacturers exchanged views on the topic of "Autonomous vehicles in intralogistics: are there sensible use cases?", discussing in particular the term "autonomy" in AGVs, which has been used almost inflationarily for some years now. In addition, 28 companies from the AGV sector presented their work, products and services at the exhibition accompanying the conference.

The next AGV conference will be held on September 26, 2024.



Website

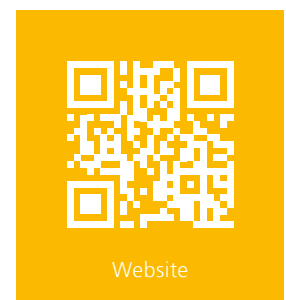


## Von 5G bis 6G – Konnektivität im Zeichen globaler Krisen

»Vor 20 Jahren haben wir das Internet der Dinge ausgerufen und vor zehn Jahren die vierte industrielle Revolution. Beides braucht moderne Kommunikationsstandards wie 5G und wird in dieser Dekade industrielle Normalität. 5G und 6G haben zudem das Potenzial, die Logistik mit der Nutzung cyberphysischer Systeme grundsätzlich zu revolutionieren«, betonte Prof. Michael ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IML, im Rahmen seines Vortrags auf der dritten »5G.NRWWeek«. Die Veranstaltung, die vom 7. bis zum 10. November 2022 in Dortmund stattfand, wird vom Competence Center 5G.NRW (CC5G.NRW) unter Konsortialführung des SIKoM+ an der Bergischen Universität Wuppertal organisiert und soll den Mobilfunkstandard 5G sowie die damit verbundenen digitalen Innovationen vorstellen und voranbringen. Darüber hinaus dient die Themenwoche auch als zentrale Austauschplattform.

Schwerpunktmäßig wurde während der »5G.NRWWeek« der aktuelle Stand sowie die Entwicklungen der 5G- und 6G-Technologie diskutiert.

Der Höhepunkt der Woche war die Jahreskonferenz am 10. November 2022 unter dem Motto »Von 5G zu 6G – Konnektivität im Zeichen globaler Krisen«. Dort wurde von führenden Vertreterinnen und Vertretern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, wie der NRW-Wirtschaftsministerin Mona Neubaur, darüber diskutiert, inwiefern die Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) zum Klima- und Umweltschutz, zur Energiesicherheit und damit zu einer nachhaltigen Wertschöpfung beitragen kann und muss.







#### Kontakt / Contact

Leon Valentin  
 Siebel-Achenbach B.Eng.  
 IoT und Eingebettete Systeme /  
 IoT and Embedded Systems  
 Tel. +49 231 9743-432  
 leon.valentin.  
 siebel-achenbach@  
 iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML,  
 Sebastian Beierle

## / From 5G to 6G – connectivity in times of global crisis

“Twenty years ago we predicted the arrival of the internet of things, and ten years ago the fourth industrial revolution. These both require modern communication standards like 5G, and during this decade they are becoming the norm in industry. In addition, 5G and 6G have the potential to fundamentally revolutionize logistics by using cyberphysical systems,” Prof. Michael ten Hompel, Executive Director of Fraunhofer IML, emphasized during his presentation at the third “5G.NRWeek.” The event, held in Dortmund on November 7–10, 2022, is organized by the Competence Center 5G.NRW (CC5G.NRW) under the leadership of the SIKoM+ consortium at the University of Wuppertal, and is intended to present and promote the 5G mobile communication standard and associated digital innovations. The themed week is also a central platform for information sharing.

The main focus during “5G.NRWeek” is on discussing the current state of 5G technology along with ongoing developments toward future 6G technology.

The highlight of the week was the annual conference on November 10, 2022, entitled “From 5G to 6G – connectivity in times of global crisis.” Leading representatives from the world of industry, science and politics, such as the Minister of Economic Affairs of North Rhine-Westphalia Mona Neubaur, discussed the extent to which information and communication technology (ICT) can and must contribute to climate and environmental protection, energy security and therefore also sustainable value creation.



### Kontakt / Contact

Dipl.-Ing. Thomas Albrecht  
Maschinen und Anlagen /  
Machines and Facilities  
Tel. +49 231 9743-423  
thomas.albrecht@  
iml.fraunhofer.de

Dennis Lünsch M.Sc.  
Robotik und Kognitive  
Systeme / Robotics and  
Cognitive Systems  
Tel. +49 231 9743-519  
dennis.luensch@  
iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML

# FLIP dreht Runden beim TEST CAMP Intralogistics / FLIP goes for a spin around TEST CAMP Intralogistics

Während des TEST CAMP Intralogistics vom 21. bis zum 23. März 2022, unter Federführung des VDMA-Fachverbands »Fördertechnik und Intralogistik«, ließ das Fraunhofer IML das schlanke Transportfahrzeug »Flexible Lifter for Intralogistics and Production« (FLIP) gemeinsam mit vielen weiteren fahrerlosen Fahrzeugen unterschiedlicher Hersteller durch die Dortmunder Westfalahallen fahren. Möglich machte dies eine standardisierte FTS-Kommunikation dank der neuen Schnittstelle VDA 5050 – genauer der VDA-5050-Open-Source-Implementierung »libVDA5050++«. Auf einer Aktionsfläche fuhren zahlreiche Fahrerlose Transportfahrzeuge (englisch: Automated Guided Vehicle, kurz: AGV) unterschiedlichster Bauart und Größe sowie mit unterschiedlichen Navigationssystemen. Im Rahmen des sogenannten »AGV Mesh-Up« erledigten diese zusammen intralogistische Aufgaben als heterogene Fahrzeugflotte unter einem gemeinsamen Leitsystem. Damit zeigten die Teilnehmer, dass dank der VDA 5050 komplexe Inbetriebnahmen, Interoperabilitätsprobleme sowie Platzverlust durch separate Fahrwege künftig der Vergangenheit angehören.

FLIP ist mit einer Breite von 560 mm nur knapp breiter als die Behälter, die er aufnimmt. Der innovative Bewegungsablauf erinnert an die Beine eines Grashüpfers. Er kann Behälter oder auch ganze Behälterstapel direkt vom Boden anheben, indem er sie mit seinen »Schenkeln« umschließt und durch das Anziehen seiner »Beine« anhebt. Eine Übergabestation ist nicht nötig, Behälter können überall aufgenommen und wieder abgestellt werden.

/ During TEST CAMP Intralogistics on March 21–23, 2022, under the leadership of the "Materials Handling and Intralogistics" trade association of the German Mechanical Engineering Industry Association (VDMA), Fraunhofer IML operated its streamlined transportation vehicle "Flexible Lifter for Intralogistics and Production" (FLIP) together with many other automated guided vehicles (AGVs) from different manufacturers in the Westfalahallen in Dortmund. This was made possible by a standardized AGV communication system based on the new VDA 5050 interface – more accurately, the VDA-5050 open-source implementation "libVDA5050++." An action area provided the stage for numerous automated guided vehicles in a wide range of shapes and sizes and with different navigation systems. During this "AGV Mesh-Up," the vehicles worked together as a heterogeneous fleet to carry out intralogistics tasks under one common AGV fleet management system. This allowed the participants to show how VDA 5050 will soon make complex commissioning, interoperability problems and loss of space from separate travel paths into things of the past.

At just 560 mm in width, FLIP is only just wider than the containers it carries. Its innovative movement sequence is similar to that of a grasshopper's legs. It can lift containers or even whole stacks of containers directly off the ground by putting its "thighs" round them and bending its "legs." No transfer station is needed; containers can be picked up and put back down anywhere.



# Initiativen / Initiatives



## Kontakt / Contact

Dipl.-Logist. Christian Prasse  
 Strategische Initiativen /  
 Strategic Initiatives  
 Tel. +49 231 97 43-269  
 christian.prasse@  
 iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML, Michael Neuhaus

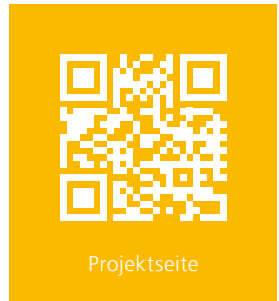
## Fünf Jahre Digital Hub Logistics: Start-up-Spirit für Unternehmen / Five years of Digital Hub Logistics: start-up spirit for businesses

2017 hatte das Fraunhofer IML den Startschuss für die Gründung des Digital Hub Logistics im Rahmen der »Digital.Hub Initiative« des Bundes gegeben – 2022 feierte er seinen fünften Geburtstag. Die Innovationscoaches des Hubs unterstützen Digitalteams mittelständischer Unternehmen – sogenannte Start-ins – bei der Entwicklung neuer digitaler Produkte und dem Aufbau entsprechender Geschäftsmodelle. Unternehmen haben unter anderem die Möglichkeit, Mitglied im Hub zu werden und Co-Working-Spaces vor Ort zu nutzen. Zudem können sie auch einzelne »Innovationsbausteine« buchen, um ihre Digitalisierungsprojekte voranzubringen. Darüber hinaus berät der Hub kleine und mittelständische Unternehmen im Rahmen geförderter Projekte, u. a. im European Digital Innovation Hub Dortmund, kurz EDIH-DO.

Das Start-up-Netzwerk des Hubs gründet nicht zuletzt auf dem Digital Logistics Award, einem Wettbewerb für kreative Businessideen in der Logistik, der 2017 zum ersten Mal ausgeschrieben wurde: Insgesamt 200 Start-ups und Start-ins nahmen in den vergangenen fünf Jahren teil und Preisgelder in der Gesamthöhe von rund 150.000 Euro wurden an 16 Gewinnerteams vergeben.

/ In 2017, Fraunhofer IML launched Digital Hub Logistics as part of the German federal government's "Digital.Hub Initiative" – and in 2022 it celebrated its fifth anniversary. The hub's innovation coaches support digital teams from small and medium-sized enterprises – known as start-ins – in developing new digital products and building suitable business models. It provides businesses with opportunities including becoming a member of the hub and using co-working spaces on site. They can also book individual "innovation modules" to advance their digital transformation projects. As well as this, the hub advises small and medium-sized enterprises through funded projects, including in the European Digital Innovation Hub Dortmund or EDIH-DO.

The hub's start-up network is based in large part on the Digital Logistics Award, a competition for creative business ideas in logistics that was first held in 2017. A total of 200 start-ups and start-ins have taken part in the last five years, and prize money amounting to around 150,000 euros has been awarded to 16 winning teams.





© Fraunhofer IML



**LEISTUNGSZENTRUM  
LOGISTIK UND IT**

**Kontakt / Contact**

Dr.-Ing. Benedikt Mättig Verpackungs- und Handelslogistik und AutoID-Technologien / Packaging and Retail Logistics Tel. +49 231 9743-270 benedikt.maettig@ iml.fraunhofer.de	Maik Hausmann M. Sc. Supply Chain Development & Strategy Tel. +49 231 9743-538 maik.hausmann@ iml.fraunhofer.de
---	--

## Leistungszentrum bringt Technologien in Unternehmen / High-performance center brings technologies into businesses

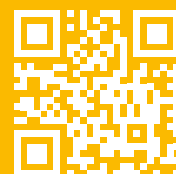
Mit dem Start in seine vierte Förderphase im Januar 2022 hat das Leistungszentrum Logistik und IT, ein Gemeinschaftsprojekt der Fraunhofer-Institute IML und ISST, einen Schwerpunkt auf den Transfer von Forschungs- und Projektergebnissen in die Praxis gelegt: Die Labs des Leistungszentrums – AI Lab, Exoskelett Lab, Pace Lab, Picking Lab und XR Lab sowie ein Escape Room – erstellten dafür ein umfangreiches Beratungs-, Workshop- und Trainingsangebot. Unternehmen können die Technologien und Infrastrukturen am Wissenschaftsstandort Dortmund nutzen und mit Fachleuten aus der Logistik an konkreten Fragestellungen arbeiten.

Gleichzeitig hat das Leistungszentrum insgesamt zwölf Transferprojekte initiiert, in denen intelligente technologische Lösungen für die Logistik entwickelt werden. Im Rahmen von zwei »Call for Ideas« – einer davon zum Schwerpunkt Nachhaltigkeit – konnten sich Forschende um eine Förderung ihrer Projekte bewerben. Das Leistungszentrum Logistik und IT wurde 2017 eingerichtet, um den Wissensaustausch unter Forschenden in Dortmund zu intensivieren. Die vierte Förderphase ist auf drei Jahre angelegt, die Fördersumme beträgt insgesamt drei Millionen Euro.

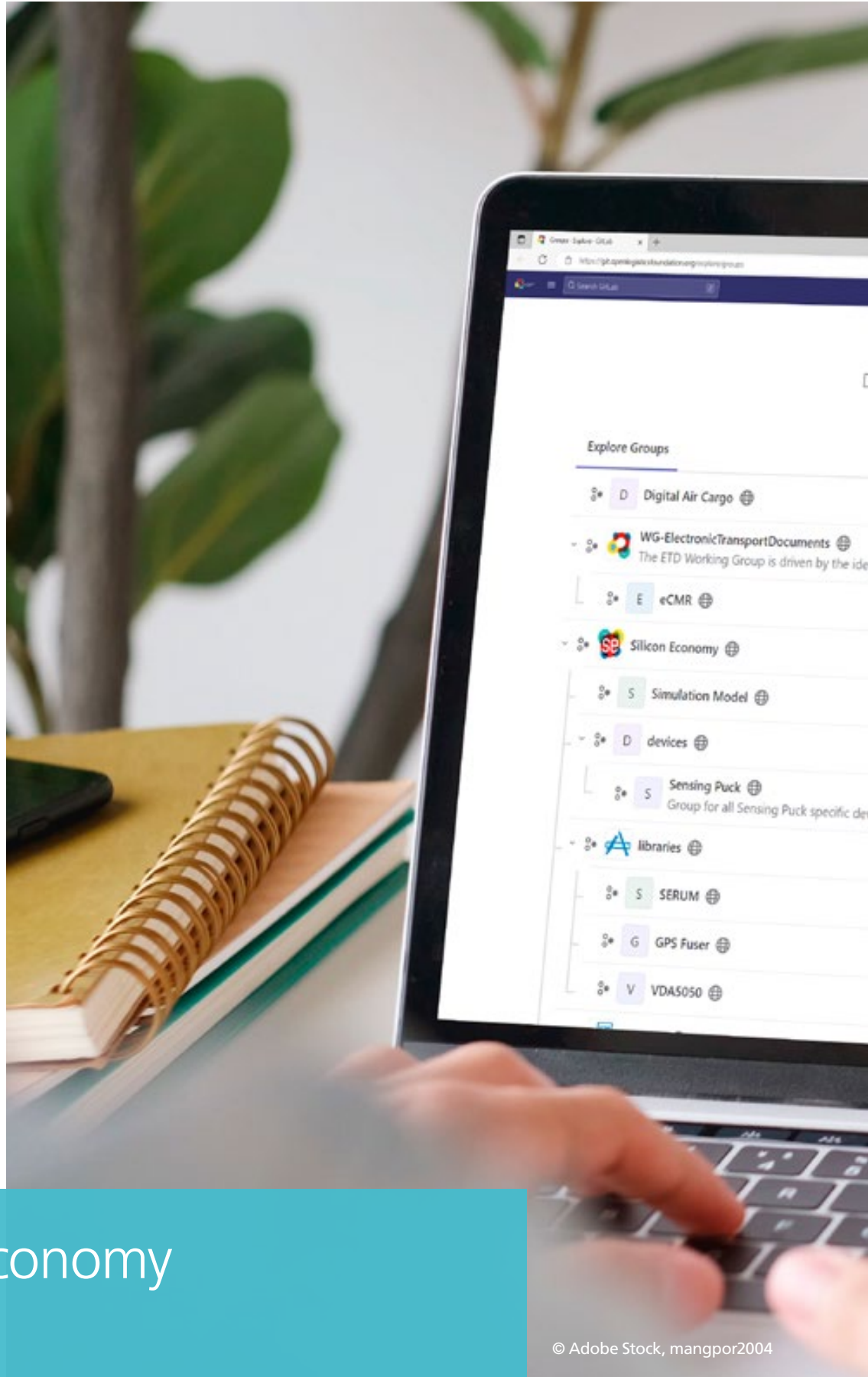
/ As it entered its fourth funding phase in January 2022, the Center of Excellence Logistics & IT, a joint project of Fraunhofer IML and Fraunhofer ISST, focused on transferring research and project results into practice: The labs of the Center of Excellence – the AI Lab, Exoskeleton Lab, Pace Lab, Picking Lab, XR Lab and Escape Room – offer comprehensive advice, workshops and training. Businesses can make use of the technologies and infrastructures that Dortmund offers as a scientific hub and work on specific issues with logistics professionals.

The Center of Excellence has also initiated a total of twelve transfer projects to develop intelligent technological solutions for logistics. Researchers applied for funding for their projects through two "calls for ideas," one of which focused on sustainability.

The Center of Excellence Logistics & IT was founded in 2017 to intensify the exchange of knowledge between researchers. The fourth phase is set to last three years and the funding amounts to a total of three million euros.



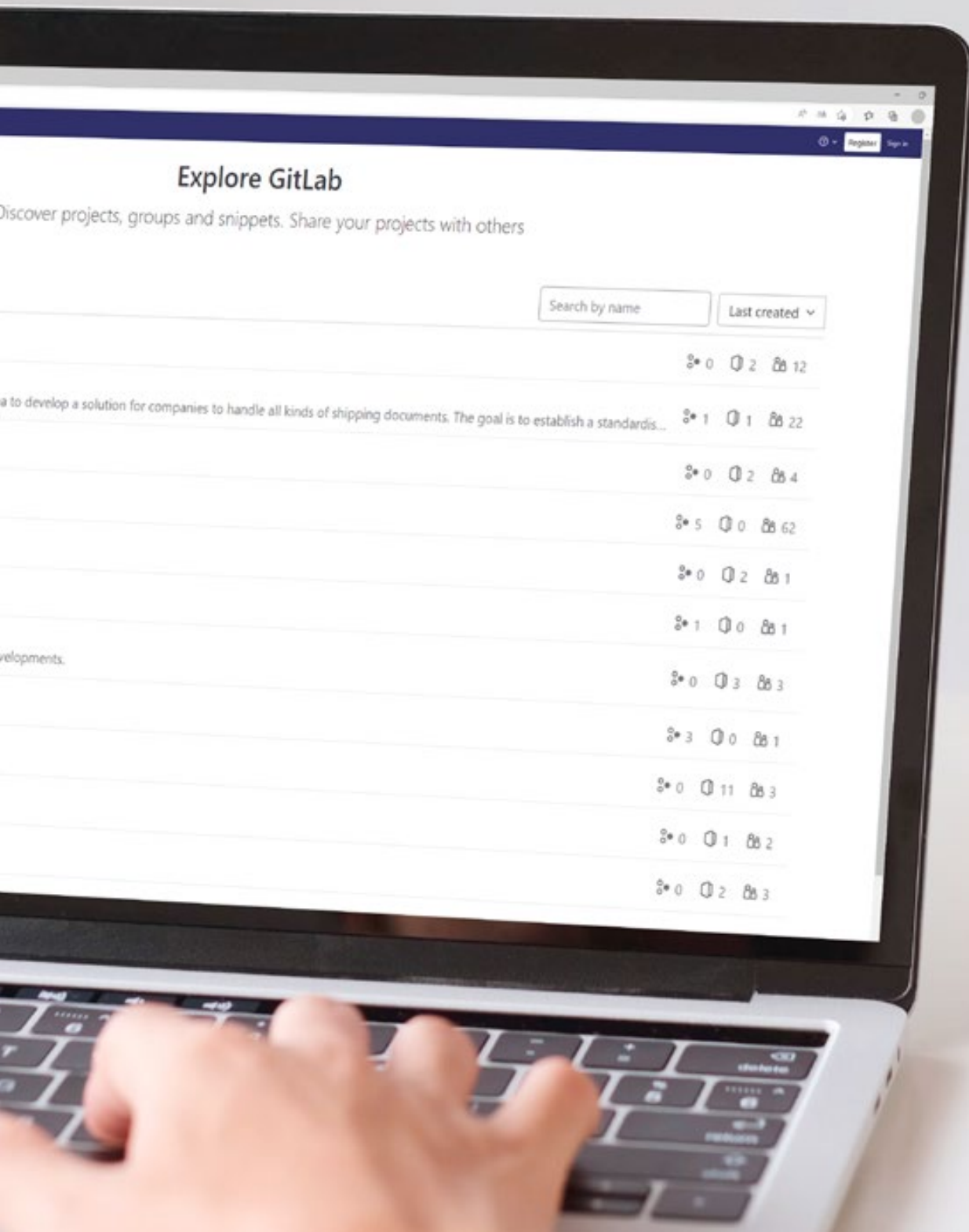
Projektseite



# Silicon Economy

---

© Adobe Stock, mangpor2004





## Kontakt / Contact

Dr.-Ing. Michael Schmidt  
Strategische Initiativen /  
Strategic Initiatives  
Tel. +49 231 9743-285  
michael.b.schmidt@  
iml.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Maximilian Austerjost  
Einkauf & Finanzen im SCM /  
Procurement & Finance in SCM  
Tel. +49 231 9743-331  
maximilian.austerjost@  
iml.fraunhofer.de

© Adobe Stock,  
sodawhiskey

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# Open Source als Businessmodell der Zukunft: Erste Ergebnisse bereits online

## / Open source as the business model of the future: initial results already online

Mit der Veröffentlichung der ersten Open-Source-Komponenten aus der Silicon Economy hat das Betriebssystem der Logistik für die Plattformökonomie der Zukunft weiter Gestalt angenommen. Die Ergebnisse aus den Forschungsprojekten stehen Unternehmen nun als Quellcodes und Baupläne in einer digitalen Bibliothek, dem Open Logistics Repository, frei zur Verfügung. Mehr als ein Dutzend Services und Dienste, die oft mehrere, auch separat einsetzbare Kernfunktionen beinhalten, sind im vergangenen Jahr in das Repository eingegangen. Sie stammen aus den Projekten »Silicon Economy Logistics Ecosystem«, das vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) gefördert wird, und »Blockchain Europe«, gefördert vom Land Nordrhein-Westfalen. Mit einem »Online-Readiness-Check« auf der Silicon-Economy-Website können sich Unternehmen zudem einen ersten Eindruck verschaffen, ob sie von den Entwicklungen profitieren können.

Open Source gilt auch in der Logistik als das Businessmodell der Zukunft. Die Silicon-Economy-Komponenten helfen Unternehmen dabei, neue digitale Produkte und neue digitale Geschäftsmodelle zu entwickeln. Innovative Lösungen, Transparenz und niedrige Einstiegsbarrieren ermöglichen dabei einen raschen Markteintritt. Die Expertinnen und Experten für digitale Plattformen am Institut beraten und unterstützen die Industrie bei der Anpassung von Komponenten auf konkrete Anwendungsfälle sowie bei der Integration in ihre IT-Landschaften. Speziell zur Kommerzialisierung von Geschäftsmodellen wurde ein Vorgehensmodell mit fünf Schritten entwickelt.

Für besondere Aufmerksamkeit im Rahmen der Silicon-Economy-Forschung sorgten im Übrigen die Entwicklungen im Bereich der mobilen Transportroboter, »evoBOT« (S. 68) und »O<sup>3</sup>dyn« (S. 80). Teile der Hardware und Software aus den entsprechenden Projekten sind ebenfalls bereits im Repository zu finden.

/ With the publication of the first open-source components of the Silicon Economy, the operating system for logistics in the platform economy of the future has continued to take shape. The results of the research projects are now freely available to businesses in a digital library, the Open Logistics Repository, in the form of source code and blueprints. More than a dozen services, often containing multiple core functions that can be deployed separately, have been added to the repository in the past year. They have originated from the "Silicon Economy Logistics Ecosystem" project, funded by the German Federal Ministry for Digital and Transport (BMDV), and the "Blockchain Europe" project, funded by the German state of North Rhine-Westphalia. An "online readiness check" on the Silicon Economy website also gives businesses an initial impression of whether they can benefit from the developments.

In logistics too, open source is seen as the business model of the future. The Silicon Economy components are helping businesses to develop new digital products and new digital business models. Innovative solutions, transparency and low barriers to entry mean that they can bring their products to market quickly. The institute's experts in digital platforms advise and support industry in adapting components to specific use cases and integrating them into their IT landscapes. A five-step process model has been developed specially for the commercialization of business models.

The development of the mobile transport robots "evoBOT" (p. 68) and "O<sup>3</sup>dyn" (p. 80) has also attracted particular interest in the area of Silicon Economy research. Some of the hardware and software from the corresponding projects is already available in the repository.





© Fraunhofer IML

## Blockchain und Zoll / Blockchain and customs

Das Projekt »BORDER« fokussiert das länderübergreifende und vertrauensbildende Handling zoll-relevanter Daten per Blockchain. In Zusammenarbeit mit Industriepartnern werden Anwendungsfälle identifiziert und Blockchain-basierte Softwarekomponenten entwickelt. Die ersten dieser Komponenten wurden Ende 2022 unter einer Open-Source-Lizenz veröffentlicht und stehen als webbasiertes Softwaresystem frei zur Verfügung.

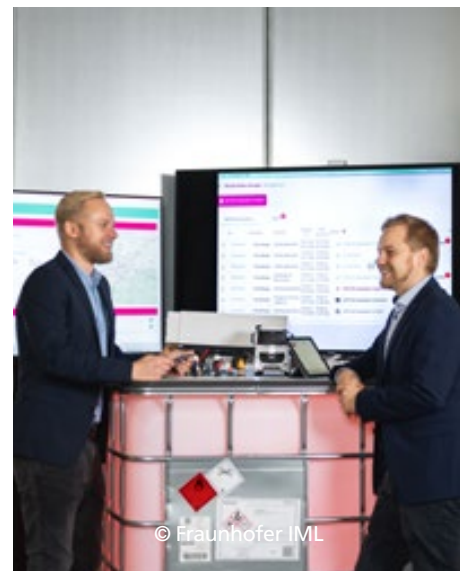
/ The "BORDER" project is focusing on the cross-border and trust-building handling of customs data in a blockchain. In collaboration with industry partners, use cases are being identified and blockchain-based software components are being developed. The first of these components were published in late 2022 under an open-source license and are freely available as a web-based software system.



## Blockchain und Gefahrgut / Blockchain and dangerous goods

Das Anwendungsprojekt »dangerous« befasst sich mit der Konzeption und Umsetzung eines Open-Source-Blockchain-Systems, das eine manipulationssichere Speicherung und einen Austausch von Gefahrgut-Informationen zwischen den Akteuren ermöglicht. Zukünftig sollen weitere Instanzen wie z. B. Rettungskräfte systemseitig eingebettet werden, um bei einem Gefahrgutunfall Echtzeit-Informationen über die Ladung zu erhalten.

/ The application project "dangerous" deals with the design and implementation of an open-source blockchain system that enables the tamper-proof storage and exchange of dangerous goods information between involved parties. There are also plans to incorporate additional entities such as the emergency services in the future so that real-time information on the load can be provided in the event of an accident involving dangerous goods.



© Adobe Stock, fotografiedk

## Open-Source-Blockchain-Baukasten / Open-source blockchain modules

Die Blockchain-Basiskomponenten sind universelle Software-Bausteine für eine Blockchain-basierte Infrastruktur. Die Bausteine können nach dem Baukastenprinzip einzeln oder als Kombination zu einem Modul in die bestehende IT-Infrastruktur integriert werden. 2022 gingen der Token Manager, das Autorisierungsmodul, der Light Node Service und die Digitale Mappe als Open Source online.

/The basic components of blockchain technology are universal software modules for a blockchain-based infrastructure. The components can be integrated into the existing IT infrastructure either individually or in combination as a unit. In 2022, the token manager, the authorization module, the light node service and the digital folder went online under an open-source license.

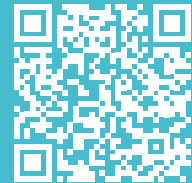




## Blockchain-basierte Geschäftsmodelle / Blockchain-based business models

Die Chancen der Blockchain-Technologie sind vielseitig. Um Anleitung und Unterstützung in der Auswahl und Modellierung geeigneter Use Cases im Unternehmen zu bieten, hat Blockchain Europe praxistaugliche Methoden und Werkzeuge entwickelt. Geschäftsmodellmusterkarten sowie zwei Canvases inspirieren, leiten durch den Entwicklungsprozess und helfen, geeignete Anwendungsfelder zu finden und auszugestalten.

/ Blockchain technology offers a diverse range of opportunities. Blockchain Europe has developed practical methods and tools to offer guidance and support in selecting and modeling suitable use cases in a business. Sample business model cards and two canvases provide inspiration, offer guidance through the development process and help to find and design suitable application areas.



Projektseite

## Blockchain-basierte Kapazitätsbörse / Blockchain-based capacity exchange

Im Teilprojekt »C3BO« (Connecting 3D Printers via Blockchain) wird eine Blockchain-basierte Kapazitätsbörse für den Anwendungsfall 3D-Druck entwickelt. Durch den Einsatz von Smart Contracts in Kombination mit der manipulationssicheren Datenspeicherung in der Blockchain kann ein vertrauensvoller Handel von Kapazitäten realisiert und ein erster Schritt in Richtung einer Shared Economy gegangen werden.

/ The subproject "C3BO" (Connecting 3D Printers via Blockchain) is developing a blockchain-based capacity exchange for the use case of 3D printing. Using smart contracts in combination with tamper-proof data storage in a blockchain allows capacities to be traded trustfully and represents a first step toward a shared economy.



Projektseite



## Blockchain-basierter Digitaler Zwilling / Blockchain-based digital twin

Das Anwendungspotenzial der Blockchain-Technologie in cyberphysischen Produktionssystemen ermittelt Blockchain Europe durch den Test von Lösungen mithilfe eines Blockchain-basierten Digitalen Zwilling. Smarte Arbeitsstationen und Transportroboter können via Smart Contracts autonom miteinander verhandeln, selbstständig Prozesse koordinieren und Leistungen abrechnen.

/ Blockchain Europe is identifying the potential uses of blockchain technology in cyberphysical production systems by testing solutions using a blockchain-based digital twin. Smart workstations and transport robots can use smart contracts to negotiate autonomously with each other, independently coordinate processes and bill for services.



Projektseite



© Fraunhofer IML

## Kompakter Sensing Puck sorgt für lückenlose Transportketten / Compact Sensing Puck ensures uninterrupted transport chains

Bei Transport, Umschlag und Lagerung vieler Produkte aus unterschiedlichsten Branchen müssen häufig bestimmte Bedingungen eingehalten werden, etwa eine gleichbleibende Temperatur oder Luftfeuchtigkeit. Erfolgt der Transport über Standard-Lkw oder reguläre Logistikstandorte, ließ sich dies bislang nur unzureichend dokumentieren. Abhilfe schafft das kompakte, robuste und einfach zu bedienende Track-&-Trace-Device Sensing Puck.

/ When transporting, handling and storing many products from a range of industries, specific conditions often need to be met, such as constant temperature or humidity. Where the products have been transported in standard trucks or via regular logistics sites, in many cases it has not been possible to document those conditions adequately. Help is at hand from a compact, robust and easy-to-operate track and trace device: the Sensing Puck.



© Adobe Stock, sodawhiskey

## IoT-Broker integriert Devices / IoT Broker integrates devices

Der IoT-Broker ist eine Lösung zur Integration von IoT-Devices. Er ermöglicht die robuste Anbindung einer großen Anzahl unterschiedlichster Geräte und Sensoren. Jede Nachricht wird verarbeitet und gespeichert, keine Nachricht geht verloren. Der IoT-Broker ermöglicht zudem die Aufbereitung der Daten der IoT-Geräte für die weitere Nutzung durch andere interne und externe Dienste.

/ The IoT Broker is a solution for integrating IoT devices. It makes it possible to robustly connect a large number of different devices and sensors. Every message is processed and stored, and no messages are lost. The IoT Broker also allows the data from the IoT devices to be processed for use by other internal and external services.



© Adobe Stock, Kim

## Abstimmungstool sorgt für Planungssicherheit in der Produktion / Alignment tool ensures planning security in production

Ein kollaboratives Bedarfs- und Kapazitätsmanagement integriert die Bedarfe bzw. Kapazitäten eines Produktionsnetzwerkes in die rollierenden Planungen der Produktionsplaner. Das web-basierte Abstimmungstool »Collaborative Demand Aligner« unterstützt unter Berücksichtigung der Datensouveränität den Bedarfsabgleich. Lieferzeiten können besser eingehalten, Engpässe und Überproduktionen vermieden werden.

/ A collaborative demand and capacity management system integrates the demands and capacities of a production network into the rolling plans of production planners. The web-based alignment tool "Collaborative Demand Aligner" supports the alignment of demands while ensuring data ownership. It improves adherence to delivery times and helps avoid bottlenecks and overproduction.





© Fraunhofer IML

## Ladungsträger anhand natürlicher Merkmale identifizieren / Identifying load carriers using natural characteristics

Identifikationsprozesse von Ladungsträgern sind heute noch sehr zeit- und personalaufwendig, da sie überwiegend auf Barcodes basieren. Der neue Dienst befähigt Unternehmen dazu, Ladungsträger nur auf Basis ihrer äußeren Merkmale – beispielsweise Farbe, Form, Größe oder Textur – kamerabasiert eindeutig zu identifizieren. Im Zentrum steht ein Algorithmus zur Wiedererkennung der Ladungsträger.

/ Processes for identifying load carriers are still very time-consuming and labor-intensive because they are mainly based on barcodes. The new service enables companies to identify specific load carriers using a camera, solely on the basis of their external characteristics such as color, shape, size and texture. At its heart is an algorithm for recognizing the load carriers.



Projektseite

© Fraunhofer IML,  
Michael Neuhaus

## GPS Fuser Lib lokalisiert Roboter im Outdoorbereich / GPS Fuser Lib localizes robots in outdoor areas

Die »GPS Fuser Lib« kann zur Lokalisierung mobiler Roboter und Fahrerloser Transportfahrzeuge (FTF) über Differenzielles GPS (DGPS) im Outdoorbereich genutzt werden. Die Softwarebibliothek fusioniert die Positionsdaten von mindestens zwei DGPS-Empfängern zu einer Pose. Außerdem werden die GPS-Koordinaten in ein kartesisches Koordinatensystem umgerechnet.

/ The "GPS Fuser Lib" can be used to localize mobile robots and automated guided vehicles (AGVs) using differential GPS (DGPS) in outdoor areas. The software library amalgamates position data from at least two DGPS receivers into a single position. The GPS coordinates are also converted into a Cartesian coordinate system.



Projektseite



© Fraunhofer IML

## Virtuelles Abbild ermöglicht Evaluation neuer Roboter / Virtual representation allows new robots to be evaluated

Die Entwicklung neuer Roboter beansprucht nach klassischen Methoden mehrere Jahre. Das »O<sup>3</sup>dyn«-Simulationsmodell – ein virtuelles Abbild des am IML entwickelten Outdoor-Roboters »O<sup>3</sup>dyn« – ermöglicht das realitätsnahe Evaluieren neuer Konstruktionen, Sensoren und Algorithmen innerhalb der Simulation und beschleunigt die Entwicklungsprozesse. Zu den Kernfunktionen gehören Anwendungsszenarien wie Teleoperation, Autonome Navigation oder Palettenmanipulation.

/ Developing new robots by conventional methods takes several years. The "O<sup>3</sup>dyn" simulation model, a virtual representation of the "O<sup>3</sup>dyn" outdoor robot developed at the IML, makes it possible to realistically evaluate new constructions, sensors and algorithms within the simulation, accelerating development processes. Its core functions include usage scenarios such as teleoperation, autonomous navigation and pallet manipulation.



Projektseite



© Fraunhofer IML

## Digitaler Frachtbrief reduziert administrative Aufwände / Digital consignment note reduces administrative burden

Für den internationalen Straßengüterverkehr steht mit dem eCMR ein Service zur Verfügung, um digitale Frachtbriefe zu erzeugen, zu speichern und weiterzugeben. Er wurde unter Berücksichtigung internationaler Standards konzipiert und gewährleistet die Authentizität und Integrität von Transportinformationen. Dies geschieht mithilfe einer digitalen Signatur, einer Versionshistorie sowie der Speicherung des Hash-Werts in einer Blockchain.

/ The eCMR is a service for international road freight transport that generates, stores and forwards digital consignment notes. It was designed in compliance with international standards and safeguards the authenticity and integrity of transport information. It does this by using a digital signature, a version history and a hash value stored in a blockchain.



## Dashboard verbessert Luftfracht-Frischelogistik / Dashboard improves perishable logistics in air cargo

Der Importprozess für frische Güter (Perishables) ist noch stark von physischen Dokumenten abhängig, die Informationsbeschaffung findet weitgehend manuell statt. Das »Perishable Dashboard« unterstützt nun Importagenten bei der Einfuhr. Der Entwicklung liegt der internationale Datenstandard ONE Record zugrunde, so dass eine maximale Kompatibilität zur Luftfrachtbranche gewährleistet wird.

/ The import process for perishable goods is still heavily dependent on physical documents, and information is mainly obtained manually. Now, import agents can turn to the "Perishable Dashboard" for support. The development is based on the international ONE Record data standards, ensuring maximum compatibility for the air cargo sector.

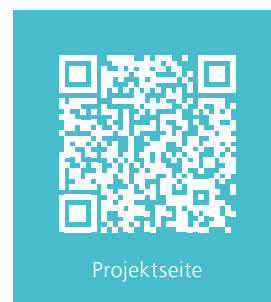


© Adobe Stock, gonin

## IDS Integration Toolbox erleichtert den Zugang zu Datenräumen / IDS Integration Toolbox facilitates access to data spaces

Der Einstieg in die Welt der International Data Spaces (IDS) stellt für Entwickler oft eine Herausforderung dar. Die IDS Integration Toolbox bietet jetzt Workflow-Methoden, die die IDS-spezifischen Handhabungen von Daten auf ein Minimum an Komplexität herunterbrechen. Die Software-Bibliothek kann für die Entwicklung eigenständiger Adapter-Module genutzt oder in datengebende Applikationen integriert werden.

/ Entering the world of International Data Spaces (IDS) is often a challenge for developers. The IDS Integration Toolbox now offers workflow methods that break down the IDS-specific handling of data and reduce complexity to a minimum. The software library can be used for the development of stand-alone adapter modules or for integration into data-providing applications.





© Adobe Stock, Gorodenkoff

## FTF lassen sich unkompliziert auf VDA-5050-Standard umrüsten / AGVs can now be easily converted to the VDA 5050 standard

Mithilfe des VDA-5050-Standards lässt sich die Schnittstelle von Fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF) von der Leitsteuerung zum jeweiligen FTF vereinheitlichen. Die neue libVDA5050++ bietet nun eine generische Open-Source-Umsetzung des Standards. Hersteller von FTF können ihre Fahrzeuge so schnell und ohne größere Aufwände auf den Standard umrüsten. Durch die Kapselung der Steuerungslogik reduzieren sich Komplexität und Verwaltungsaufwand.

/ The VDA 5050 standard allows the interface between control systems and automated guided vehicles (AGV) to be standardized. The new libVDA5050++ now offers a generic open-source implementation of the standard. This means that AGV manufacturers can convert their vehicles to meet the standard quickly and without major effort. The encapsulation of the control logic reduces complexity and administrative effort.



Projektseite

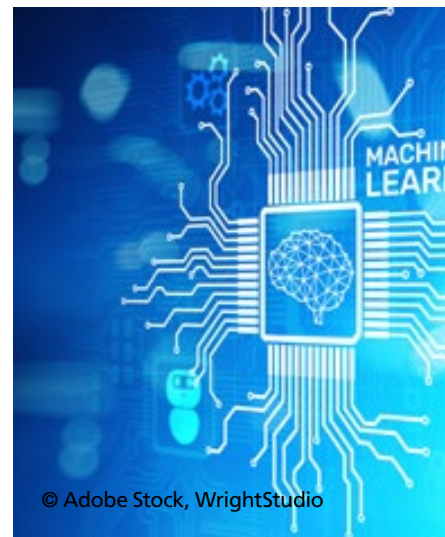
## Toolbox unterstützt Entwicklung von ML-Software / Toolbox supports the development of ML software

Machine-Learning-(ML)-Verfahren werden heute in den verschiedensten Aufgabenbereichen der Logistik eingesetzt. Die »ML Toolbox« stellt nun Werkzeuge für diverse Anwendungsbereiche des Machine Learning zur Verfügung. In der aktuellen Version liegt der Fokus auf Bildverarbeitungsanwendungen. Weitere Komponenten unterstützen bei der Integration von Konfigurationen für das Training von ML-Modellen.

/ Machine learning (ML) processes are used today in a variety of areas of logistics. The "ML Toolbox" now provides tools for use in a number of different areas of machine learning. The current version focuses on image processing applications. Other components provide assistance with the integration of configurations for training ML models.



Projektseite



© Adobe Stock, WrightStudio



© Adobe Stock, kasto

## Neuer Dienst orchestriert Verkehre auf Hafengeländen / New service orchestrates traffic on port sites

Ein webbasiertes System – die sogenannte Umfuhrplattform – unterstützt Terminaldisponenten, indem es Umfuhraufträge und zur Verfügung stehende Ressourcen zentral abbildet. Außerdem steht ein Optimierungsalgorithmus zur Tourenplanung und zum Matching von Ressourcen zur Verfügung. Im Ergebnis lassen sich Transportkosten, CO<sub>2</sub>- und Lärmemissionen reduzieren, Hafengelände und deren peripheres Straßenverkehrsnetz entlasten.

/ A web-based system – known as transshipment platform – supports terminal dispatchers by centrally mapping transshipment orders and available resources. An optimization algorithm for route planning and resource matching is also available. The result is reduced transport costs, CO<sub>2</sub> and noise emissions and less strain on port sites and the peripheral road network.



Projektseite

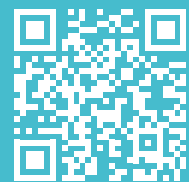


## Erfolgreiches Jahr für Open Logistics Foundation: Die Community wächst

Im ersten Jahr ihres Bestehens hat die Open Logistics Foundation mehr als 20 Unternehmen der Logistikbranche aus Deutschland und Europa als Mitglieder ihrer Community gewonnen. Die Unternehmen unterstützen die Mission der gemeinnützigen Stiftung, die 2021 auf Initiative des Fraunhofer IML mit den führenden Logistikdienstleistern Rhenus, Dachser, Schenker und Duisport gegründet wurde. Gemeinsames Ziel ist es, die Digitalisierung der Logistik durch die Entwicklung freier Open-Source-Komponenten zu beschleunigen und offene Standards für digitale Prozesse zu etablieren. Das Fraunhofer IML gestaltet die Arbeit der Stiftung als strategisches Mitglied im Netzwerk mit.

Im April konnte die Stiftung das Open Logistics Repository (s. auch Seite 40) in Betrieb nehmen. Auf der Plattform werden Quellcodes und Baupläne aller digitalen Innovationen aus den Working Groups (WG) der Stiftung veröffentlicht.

Das Leuchtturmprojekt der Stiftung aus der WG »Electronic Transport Documents« ist der digitale Frachtbrief (eCMR), der im Dezember auch auf dem Digital-Gipfel der Bundesregierung vorgestellt wurde. Innovative Digitalisierungsprojekte in der Luftfracht stehen in der WG »Digital Air Cargo« auf der Agenda.



Projektseite





#### Kontakt / Contact

Jens Leveling M. Sc.  
Software & Information  
Engineering  
Tel. +49 231 9743-221  
jens.leveling@  
iml.fraunhofer.de

© Open Logistics Foundation

## / A successful year for the Open Logistics Foundation: the community is growing

/ In its first year, the Open Logistics Foundation gained more than 20 new members for its community from among businesses in the logistics sector in Germany and Europe. The businesses support the mission of the non-profit foundation, which was founded in 2021 on the initiative of Fraunhofer IML together with the leading logistics providers Rhenus, Dachser, Schenker and Duisport. Their shared goal is to drive forward the digital transformation of logistics by developing free open-source components, and to establish open standards for digital processes. As a strategic member of the network, Fraunhofer IML is helping to shape the foundation's work.

In April, the foundation launched the Open Logistics Repository (see also page 40), a platform for publishing the source code and blueprints for all the digital innovations from the foundation's working groups (WGs).

The foundation's flagship project from the "Electronic Transport Documents" WG is the digital consignment note (eCMR), which was also presented in December at the German federal government's digital summit. On the agenda for the "Digital Air Cargo" WG are innovative digital transformation projects in the field of air cargo.

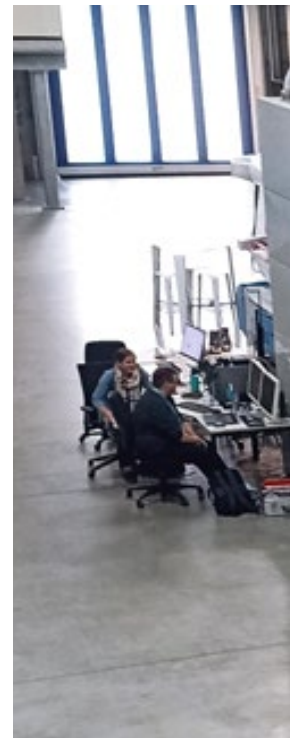


# Materialflusssysteme / Material Flow Systems

---

© Fraunhofer IML,  
Michael Neuhaus





## Digitaler Zwilling in der Anwendung: Modulare Produktionslogistik in der Prozessindustrie

Im Fokus des Projekts »MoProLog« (Modulare Produktionslogistik) stand die Konzipierung und Erprobung modularer Systeme für die Ver- und Entsorgung innerhalb der Prozessindustrie. Das seit November 2019 laufende Projekt wurde als Teil der ENPRO2.0-Initiative (»Energieeffizienz und Prozessbeschleunigung für die Chemische Industrie«) erfolgreich im Oktober 2022 abgeschlossen. Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) hat das Fraunhofer IML gemeinsam mit fünf Konsortialpartnern standardisierte Schnittstellen entwickelt: mechanischer, energetischer sowie informations- und automatisierungstechnischer Art. Diese sind wichtig, um die Prozessfähigkeit modularer Logistiksysteme im Sinne von »Plug & Operate« im gesamten Anlagen-Lebenszyklus sicherzustellen.

Das Ziel, einen offenen Standard für modulare Logistikanlagen in der Prozessindustrie zu etablieren, konnten die Forschenden damit vorantreiben. Ebenso konnten sie eine dienstbasierte Architektur (»logistics-as-a-service«) für modulare Anlagen durch parametrierbare Dienste konzipieren. Die Ergebnisse

des Projekts wurden an einer realen Anlage demonstriert – einem modularen Lagenpalettierer mit intelligentem Energiemanagement. Im Zusammenspiel mit einem vom Fraunhofer IML entwickelten Digitalen Zwilling, der eine systematische Abbildung aller Prozesse, Objekte und Ressourcen erstellt, ließ sich ein transparenter Informationsfluss gestalten. Der Digitale Zwilling kann so relevante Produktions- und Auftragsinformationen an den modularen Lagenpalettierer weiterleiten, aber auch Daten über die implementierten Schnittstellen sammeln. Dieser Prozess befähigt das System zur Autonomie und ermöglicht eine dezentrale Entscheidungsfindung zur Anlagenoptimierung.



### Kontakt / Contact

Arnd Ciprina  
 Informationslogistik und  
 Assistenzsysteme /  
 Information Logistics and  
 Decision Support Systems  
 Tel. +49 231 9743-243  
 arnd.ciprina@  
 iml.fraunhofer.de

Felix Borgmann M. Sc.  
 Produktionslogistik /  
 Production Logistics  
 Tel. +49 231 9743-458  
 felix.borgmann@  
 iml.fraunhofer.de

Frank Baumann  
 Informationslogistik und  
 Assistenzsysteme /  
 Information Logistics and  
 Decision Support Systems  
 Tel. +49 231 9743-242  
 frank.baumann@  
 iml.fraunhofer.de

© Stephan Scheuren,  
 BEUMER Maschinenfabrik  
 GmbH & Co. KG.

## / Digital twin in practice: modular production logistics in the process industry

/ The “MoProLog” (Modular Production Logistics) project focused on the design and testing of modular systems for supply and disposal in the process industry. The project began in November 2019 and was successfully completed as part of the ENPRO2.0 initiative (“Energy Efficiency and Process Acceleration for the Chemical Industry”) in October 2022. With funding from the German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK), Fraunhofer IML has collaborated with five partners in a consortium to develop standardized mechanical, energy and information and automation technology interfaces. These are important in order to ensure the “plug & operate” process capability of modular logistics systems throughout the system’s life cycle.

The researchers have moved closer to the goal of establishing an open standard for modular logistics systems in the process industry. They have also designed a logistics-as-a-service architecture for modular systems on the basis of configurable services. The project results have been demonstrated on a real system – a modular layer palletizer with intelligent energy

management. By combining this with a digital twin developed by Fraunhofer IML that creates a systematic map of all the processes, objects and resources, it was possible to produce a transparent flow of information. The digital twin can pass relevant production and order information to the modular layer palletizer, but can also collect data via the interfaces. This process enables autonomous operation and decentralized decision-making with the aim of optimizing the system.



## Kontakt / Contact

Emanuel Skubowius M. Sc.  
Informationslogistik &  
Assistenzsysteme /  
Information Logistics and  
Decision Support Systems  
Tel. +49 231 9743-632  
emanuel.skubowius@  
iml.fraunhofer.de

Dipl.-Inf. Benjamin Korth  
Informationslogistik &  
Assistenzsysteme /  
Information Logistics and  
Decision Support Systems  
Tel. +49 231 9743-232  
benjamin.korth@  
iml.fraunhofer.de

© Adobe Stock, SomYuZu

# Digitalisierte Abstimmungs- und Verhandlungsprozesse in Supply Chains

## / Digitalized coordination and negotiation processes in supply chains

Für eine Zusammenarbeit sind Verhandlungs- und Abstimmungsprozesse notwendig. Die Suche nach Lösungen, die von allen Parteien akzeptiert werden, erzeugt Transaktionskosten, da schrittweise Vorschläge generiert, ausgetauscht und bewertet werden. Diese Kosten können es sogar verhindern, überhaupt eine akzeptable Lösung zu finden oder nach vorteilhafteren Lösungen zu suchen. Ein Optimum wird somit seltener gefunden, da die Transaktionskosten unbekanntes Opportunitätskosten entgegenstehen. Potenziale z. B. für höhere Gewinne oder nachhaltigeres Handeln bleiben ungenutzt.

Ein Lösungsansatz besteht in der Digitalisierung und Automatisierung von Verhandlungen und Abstimmungen. Lösungsvorschläge mithilfe von Informationsmodellen zu strukturieren und über Schnittstellen auszutauschen, beschleunigt den Prozess und Informationen werden einheitlich interpretierbar. Mit Zielfunktionen (gegensätzlich oder kollaborativ) lassen sich Angebote automatisch erstellen und auswerten. Entscheidet Software, wann eine Abstimmung bzw. Verhandlung erfolgt, und führt Einigungen und Durchführung herbei, wird ein autonomer Prozess erreicht.

Die Machbarkeit automatisierter Verhandlungs- und Abstimmungsprozesse konnte 2022 in zwei Projekten prototypisch gezeigt werden.

Im Silicon-Economy-Entwicklungsprojekt »Collaborative Demand Aligner« wurde eine Open-Source-Software entwickelt und über die Open Logistics Foundation veröffentlicht. Sie unterstützt das multilaterale Sourcing bzw. den Abgleich von Bedarfen und Kapazitäten in Liefernetzwerken.

Das Forschungsprojekt »Industrie 4.0 Recht-Testbed« zeigt die Machbarkeit automatisierter Geschäftsbeziehungen unter Berücksichtigung von rechtlichen, technischen und IT-Sicherheitsaspekten. Hier verhandeln und schließen Softwareagenten autonom rechtsgültige Transport- und Produktionsverträge, die als Smart Contracts ausgeführt werden.

/ Collaboration requires negotiation and coordination processes. The search for solutions that can be accepted by all parties generates transaction costs at each step as proposals are produced, shared and evaluated. These costs can even prevent an acceptable solution from being found at all, or hamper the search for more favorable solutions. The ideal solution is therefore rarely identified, because the transaction costs must be offset against unknown opportunity costs. The potential for greater profits or more sustainable action, for example, remains unexploited.

One solution lies in digitalizing and automating negotiation and coordination. Structuring proposed solutions with the help of information models and sharing them via interfaces accelerates the process and enables information to be interpreted in a standardized way. Target functions (whether conflicting or collaborative) allow quotations to be drawn up and evaluated automatically. If the software decides when a coordination or negotiation will take place and triggers agreement and execution, this makes the process autonomous.

The feasibility of automated negotiation and coordination processes was demonstrated in 2022 in two prototype projects.

In the Silicon Economy development project "Collaborative Demand Aligner," open-source software was developed and published through the Open Logistics Foundation. This software supports multilateral sourcing and the alignment of needs and capacities in supply networks.

The research project "Industry 4.0 Legal Testbed" demonstrates the feasibility of automated business relationships, taking into account legal, technical and IT security factors. Here, software agents autonomously negotiate and conclude legally enforceable transportation and production contracts that are executed as smart contracts.



## Volumenoptimierung in der Luftfracht: Unterstützt durch Mixed Reality

Die optimale Beladung von Frachtflugzeugen ist enorm wichtig für Unternehmen mit Logistik in der Luftfracht, da ungenutzter Freiraum teuer ist und Sicherheitsrisiken birgt. Dafür ist der Aufbau von ULDs (Unit Load Devices, Ladungsträger in der Luftfracht) bedeutsam. Das Ergebnis ist dabei maßgeblich von der Erfahrung des Personals abhängig, da es oft wenige oder keine unterstützenden Maßnahmen beim Aufbau gibt.

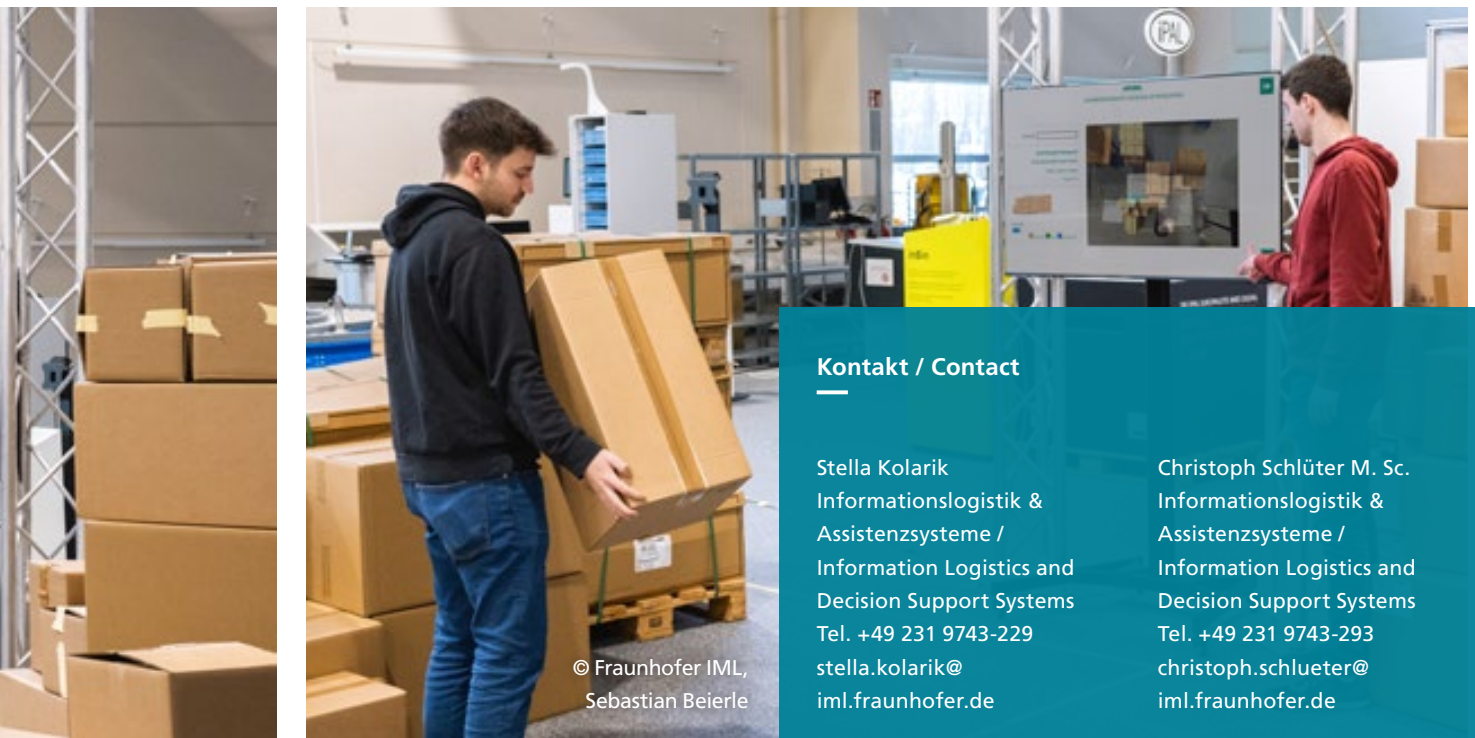
Ziel des Projekts, das im Rahmen des DB Schenker Enterprise Labs lief, war es, den ULD-build-up-Prozess mithilfe von Mixed Reality zu unterstützen und somit die Auslastung der ULDs zu verbessern.

Dazu evaluierten die Experten verschiedene AR-basierte Unterstützungsmaßnahmen, wie z. B. eine Laserprojektion oder HoloLens-Einblendung zur korrekten Platzierung von Waren auf dem ULD. Als praxistauglich stellte sich eine monitorbasierte Lösung heraus, bei der das ULD von oben gefilmt, auf dem Bildschirm angezeigt und mit Hilfsgrafiken erweitert wird. Hierbei konnte auf eine Software von DB Schenker

zur Optimierung der Beladung zurückgegriffen werden. Ein Prototyp aus dem Projekt, der das ULD von oben beobachtet, kann sowohl das bestmögliche nächste Objekt als auch dessen optimale Platzierung anzeigen.

Den Prototyp evaluierte das Projektteam hinsichtlich Usability und Praxistauglichkeit. Die Ergebnisse zeigen, dass die Anwendung hohes Potenzial hat, in der Praxis einen großen Mehrwert zu liefern. Das Team arbeitete zudem Vorbedingungen heraus, die für einen Praxiseinsatz erfüllt sein müssen. So muss die Optimierungssoftware für die Luftfracht angepasst und die Informationslage über die zu verladenden Objekte am Einsatzort verbessert werden. Diese Handlungsbedarfe und Möglichkeiten zur Verbesserung der Prozesse in der Luftfracht adressiert die weitere Forschungsarbeit im gemeinsamen Lab.





© Fraunhofer IML,  
Sebastian Beierle

### Kontakt / Contact

Stella Kolarik  
Informationslogistik &  
Assistenzsysteme /  
Information Logistics and  
Decision Support Systems  
Tel. +49 231 9743-229  
stella.kolarik@  
iml.fraunhofer.de

Christoph Schlüter M. Sc.  
Informationslogistik &  
Assistenzsysteme /  
Information Logistics and  
Decision Support Systems  
Tel. +49 231 9743-293  
christoph.schlueter@  
iml.fraunhofer.de

## / Volume optimization in air cargo: supported by mixed reality

/ Optimizing the loading of cargo aircraft is enormously important for businesses that rely on air cargo logistics, because unused space means high costs and safety risks. The build-up of ULDs (unit load devices, which carry loads in the air cargo sector) is significant here. The result is largely dependent on the experience of the staff, as there are rarely any measures available to support the build-up.

The aim of the project, which ran as part of the DB Schenker Enterprise Lab, was to support the ULD build-up process by using mixed reality to make better use of the capacity of the ULDs.

To achieve this, the experts evaluated various AR-based support measures, such as a laser projection or HoloLens overlay, to show the correct position of goods on the ULD. One practicable approach proved to be a monitor-based solution in which the ULD is filmed from above and the image is displayed on a screen and enhanced with assistive graphics. In this

context, software from DB Schenker was used to optimize loading. A prototype of the project that monitors the ULD from above can indicate what the ideal next object is as well as how best to position it.

The project team evaluated the prototype in terms of usability and practicability. The results show that the application has great potential to provide significant added value in practice. The team also drew up preconditions that need to be met for the use of the solution in practice. The optimization software needs to be adapted for air cargo and the information regarding the objects to be loaded at the operation site must be improved. The action required and the opportunities to improve the processes in air cargo are being addressed by the ongoing research that is taking place in the joint lab.



### Kontakt / Contact

Dipl.-Ing. Olaf Vieweg  
Informationslogistik und  
Assistenzsysteme /  
Information Logistics and  
Decision Support Systems  
Tel. +49 231 9743-412  
olaf.vieweg@  
iml.fraunhofer.de

Pia Schreynemackers M. Sc.  
Informationslogistik und  
Assistenzsysteme /  
Information Logistics and  
Decision Support Systems  
Tel. +49 231 9743-168  
pia.schreynemackers@  
iml.fraunhofer.de

© Adobe Stock, chokniti

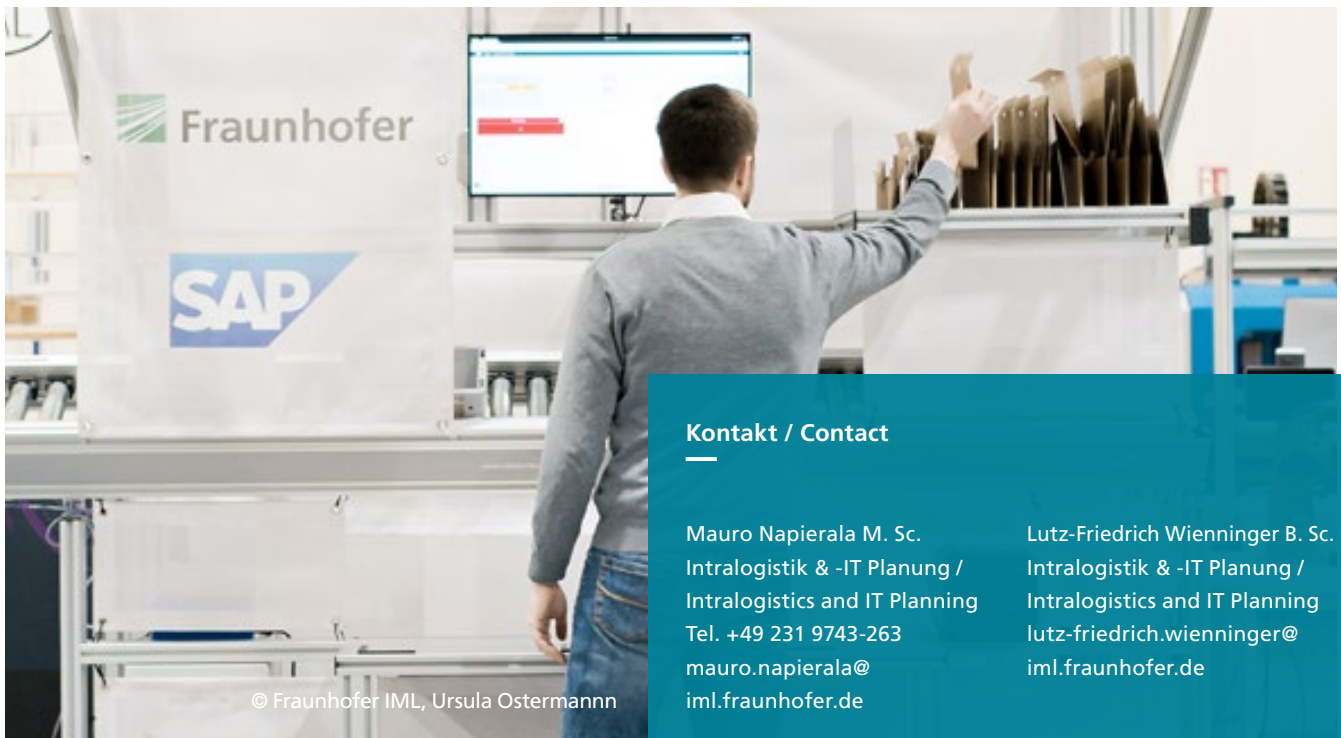
## Erfolgsfaktor Compliance und Nachhaltigkeit / Success factors compliance and sustainability

Ein Unternehmen aus der Maschinenbaubranche ist mit einer Projektanfrage im Themenfeld Nachhaltigkeit und Compliance an das Fraunhofer IML herantreten. Die Aufgabe, ökologische und soziale Verantwortung mit dem Streben nach wirtschaftlichem Erfolg in Einklang zu bringen, ist für alle Unternehmen zu einer strategischen Herausforderung geworden. Im Rahmen des gemeinsamen Projekts sollen die administrativen und operativen Prozesse hinsichtlich geltender Gesetze bewertet werden, um einen tiefgreifenden Reifegrad der rechtlichen Konformität insbesondere in den Bereichen Umweltschutz und Arbeitssicherheit zu erhalten.

Im Rahmen eines Vorgesprächs haben die Forschenden des Fraunhofer IML eine Compliance Map entwickelt und alle zutreffenden Rechtsbereiche identifiziert. Diese haben sie dann in einem Vor-Ort-Besuch ausführlicher in Form von Interviews und Ortsbegehungen evaluiert und so ein ausführliches Zielbild erarbeitet. Die gewonnenen Ergebnisse haben sie in einem Compliance-Analysebericht dokumentiert und in Form einer Präsentation dem Unternehmen vorgestellt.

/ A mechanical engineering business has approached Fraunhofer IML with a project inquiry in the area of sustainability and compliance. The task of bringing environmental and social responsibility into line with the pursuit of economic success has become a strategic challenge for every business. As part of the joint project, the administrative and operational processes need to be assessed in the light of current legislation in order to achieve a high level of maturity in terms of legal compliance, particularly with regard to environmental protection and occupational health and safety.

In a preliminary discussion, researchers at Fraunhofer IML drew up a compliance map and identified all the relevant areas of legislation. They then evaluated these in greater depth during a site visit with the help of interviews and site inspections, which enabled them to draw up a comprehensive set of objectives. The results were documented in a compliance analysis report and submitted to the business in the form of a presentation.



© Fraunhofer IML, Ursula Ostermann

#### Kontakt / Contact

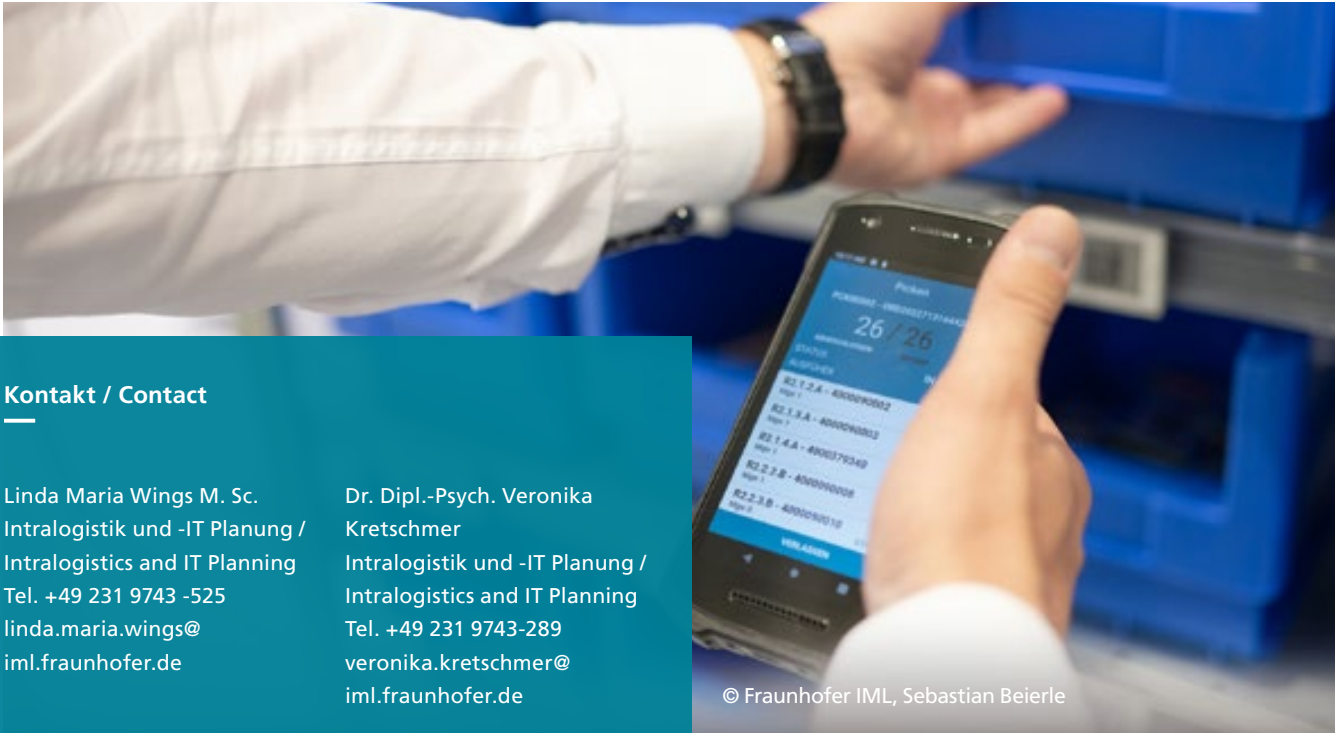
Mauro Napierala M. Sc.  
Intralogistik & -IT Planung /  
Intralogistics and IT Planning  
Tel. +49 231 9743-263  
mauro.napierala@  
iml.fraunhofer.de

Lutz-Friedrich Wienninger B. Sc.  
Intralogistik & -IT Planung /  
Intralogistics and IT Planning  
lutz-friedrich.wienninger@  
iml.fraunhofer.de

## Optimierung von »Pick & Pack«-Prozessen / Optimization of "pick & pack" processes

Die üblicherweise durch manuelle Tätigkeiten ausgeführten »Pick & Pack«-Prozesse können nun mithilfe eines »Pick & Pack-Demonstrators« zur Mensch-Maschine-Interaktion durchgeführt werden, den Forschende des Fraunhofer IML im Auftrag des internationalen Softwareunternehmens SAP entwickelt haben. Unterstützung erhielten sie dabei durch das Fraunhofer IOSB und das Fraunhofer IAIS. Beim Demonstrator werden Buchungsschritte durch das Zusammenspiel von Bildverarbeitung sowie Sprachein- und -ausgaben eliminiert, sodass sich die Nutzerinnen und Nutzer ausschließlich auf die wertschöpfenden Tätigkeiten fokussieren können. Die Anmeldung am Arbeitsplatz erfolgt automatisch mittels Gesichtserkennung. Anschließend startet die Cloud-Instanz die Lageraufgabe und mittels Sprachausgaben führt der Demonstrator durch den »Pick & Pack«-Prozess. Parallel zur Ausführung des Prozesses werden die ausgeführten Tätigkeiten durch die Kameraerkennung getrackt und auf Korrektheit geprüft. Bei Prozessabweichungen, beispielsweise einer fehlerhaften Artikelentnahme, weist der Demonstrator den Nutzenden über Sprachausgaben auf die jeweilige Abweichung hin.

/ Usually performed manually, "pick & pack" processes can now be executed using a pick & pack demonstrator for human-machine interaction developed by researchers at Fraunhofer IML for the international software company SAP. They were supported by Fraunhofer IOSB and Fraunhofer IAIS. The demonstrator eliminates booking steps thanks to the interplay of image processing and speech input and output, so that users can focus entirely on the actions that actually add value. Facial recognition enables automatic registration at the workplace. The cloud instance then starts the warehouse task and guides the demonstrator through the "pick & pack" process by means of speech output. While the process is being executed, the image recognition camera tracks actions as they are performed to make sure they are correct. If there are any deviations from the process, for example if the wrong article is picked up, the demonstrator uses speech output to notify the user of the deviation.



### Kontakt / Contact

Linda Maria Wings M. Sc.  
 Intralogistik und -IT Planung /  
 Intralogistics and IT Planning  
 Tel. +49 231 9743 -525  
 linda.maria.wings@  
 iml.fraunhofer.de

Dr. Dipl.-Psych. Veronika  
 Kretschmer  
 Intralogistik und -IT Planung /  
 Intralogistics and IT Planning  
 Tel. +49 231 9743-289  
 veronika.kretschmer@  
 iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML, Sebastian Beierle

## ERiK – Ergonomischer Ressourcenplaner in der Kommissionierung

### / ERiK – ergonomic resource planner for order picking

Eine ungleichmäßige Belastungsverteilung zwischen Kommissionierenden bei manuellen Prozessen erhöht das Risiko physischer und psychischer Erkrankungen sowie gesteigerter Mitarbeitenden-Fluktuation in Logistikbetrieben. Aktuell erhält der/die nächste freie Mitarbeitende den nächsten offenen Auftrag, wobei Artikel- und Umgebungsfaktoren oder Personenmerkmale im Hinblick auf eine belastungs- und beanspruchungsorientierte Auftrags- und Personalzuteilung keine umfassende Berücksichtigung finden.

Ziel des Forschungsprojekts »ERiK – ergonomischer Ressourcenplaner in der Kommissionierung« war es, die Allokation von Aufträgen und Ressourcen mit dem Einbezug von Kriterien der Ergonomie wie Gewicht, Greifhöhe, Geschlecht oder Stresslevel zu optimieren. Das Projektteam, bestehend aus Forschenden der Fraunhofer Austria GmbH und des Fraunhofer IML sowie Industrie- und Sozialpartnern, forcierte die Entwicklung einer softwaregestützten Logik zur intelligenten Steuerung von Aufträgen und Personalressourcen. Die erste Projektphase lief von Mai 2022 bis Januar 2023.

/ The unbalanced allocation of work between pickers in manual processes increases the long-term risk of physical and mental illness and leads to higher employee turnover in logistics businesses. Currently, the next free worker is assigned the next open order, with no comprehensive consideration of the type of articles, the environmental factors or the personal characteristics and no focus on stresses and strains in the way orders are assigned to staff.

The purpose of the research project "ERiK – ergonomic resource planner for order picking" was to optimize the allocation of orders and resources, taking into account ergonomic criteria such as weight, reaching height, gender and individual stress levels. The international project team, made up of researchers from Fraunhofer Austria GmbH and Fraunhofer IML as well as industry and social partners, aims at the development of a software-based structure for the intelligent management of orders and personnel resources. The first project phase had a term from May 2022 to January 2023.



© Adobe Stock, momius

#### Kontakt / Contact

Marvin Wiedemann M. Sc.  
KI und Autonome Systeme /  
AI and Autonomous Systems  
Tel. +49 231 9743-136  
marvin.wiedemann@  
iml.fraunhofer.de

Marc Hantzsch M. Sc.  
Robotik und Kognitive  
Systeme / Robotics and  
Cognitive Systems  
Tel. +49 231 9743-560  
marc.hantzsch@  
iml.fraunhofer.de

## IMOCO 4.E – Produktivität der Industrie 4.0 noch besser / IMOCO4.E – the productivity of Industry 4.0 is now even better

Das Fraunhofer IML ist Teil des europäischen Projekts »IMO-CO4.E« (Intelligent Motion Control under Industry4.E). Ziel der durch »ECSEL Joint Undertaking« (Electronic Components and Systems for European Leadership) finanzierten Initiative ist die Verbesserung der Produktionseffizienz der Industrie 4.0 in Bereichen wie der Industrierobotik und dem Gesundheitswesen. Das Fraunhofer IML legt gemeinsam mit 45 Partnern aus 13 Ländern den Fokus auf einen Demonstrator für den sicheren Einsatz mobiler, autonomer Robotersysteme in dynamischen Indoor-Umgebungen in der Intralogistik.

Das seit September 2021 laufende Projekt hat es geschafft, erste Simulationen für das Fahrzeug »iGo neo« durchzuführen. Im Frühjahr 2023 steht der erste Integrationstest des Fahrzeugs mit dem Flottenkoordinationstool des Fraunhofer IML an. Das Projekt soll eine 10-prozentige Reduzierung der Unfälle in der Lagerlogistik ermöglichen und eine 5-prozentige Reduzierung des Energieverbrauchs durch optimierte Maschinenauslastung.

/ Fraunhofer IML is carrying out successful research as part of the European project "IMOCO4.E" (Intelligent Motion Control under Industry4.E). The aim of the initiative, financed by the "ECSEL Joint Undertaking" (Electronic Components and Systems for European Leadership), is to improve the production efficiency of Industry 4.0 in areas such as industrial robotics and healthcare. Together with 45 partners from 13 countries working in close collaboration with industry, Fraunhofer IML is focusing on a demonstrator for the safe use of mobile, autonomous robot systems in dynamic indoor environments in intralogistics.

The project has been running since September 2021 and has succeeded in carrying out the first simulations for the "iGo neo" vehicle. The first integration test of the vehicle with the Fraunhofer IML fleet coordination tool is scheduled for spring 2023. The project is expected to reduce accidents in warehouse logistics by 10 percent and energy consumption by 5 percent thanks to optimized utilization of machine capacity.



## Kontakt / Contact

Marina Mardanova M. Sc.  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-445  
marina.mardanova@  
iml.fraunhofer.de

Lea Isfort B.A.  
Intralogistik und IT-Planung /  
Intralogistics and IT Planning  
Tel. +49 231 9743-507  
lea.isfort@  
iml.fraunhofer.de

Sebastian Flores M. Eng.  
KI und Autonome Systeme /  
AI and Autonomous Systems  
Tel. +49 231 9743-564  
sebastian.flores@  
iml.fraunhofer.de

© Adobe Stock,  
ART STOCK CREATIVE

# »Datenfabrik.NRW«: Die intelligente Fabrik von morgen / “Datenfabrik.NRW”: the intelligent factory of tomorrow

Eine datengetriebene Fabrik der Zukunft, die mithilfe Künstlicher Intelligenz (KI) arbeitet, wird bereits heute im Projekt »Datenfabrik.NRW« entwickelt. Das Fraunhofer IML und drei weitere Fraunhofer-Institute arbeiten gemeinsam mit Industriepartnern daran, die Bereiche der Fabrikplanung, Produktion, Logistik und der Unternehmensarchitektur zu analysieren und in Pilotbereichen zu transformieren.

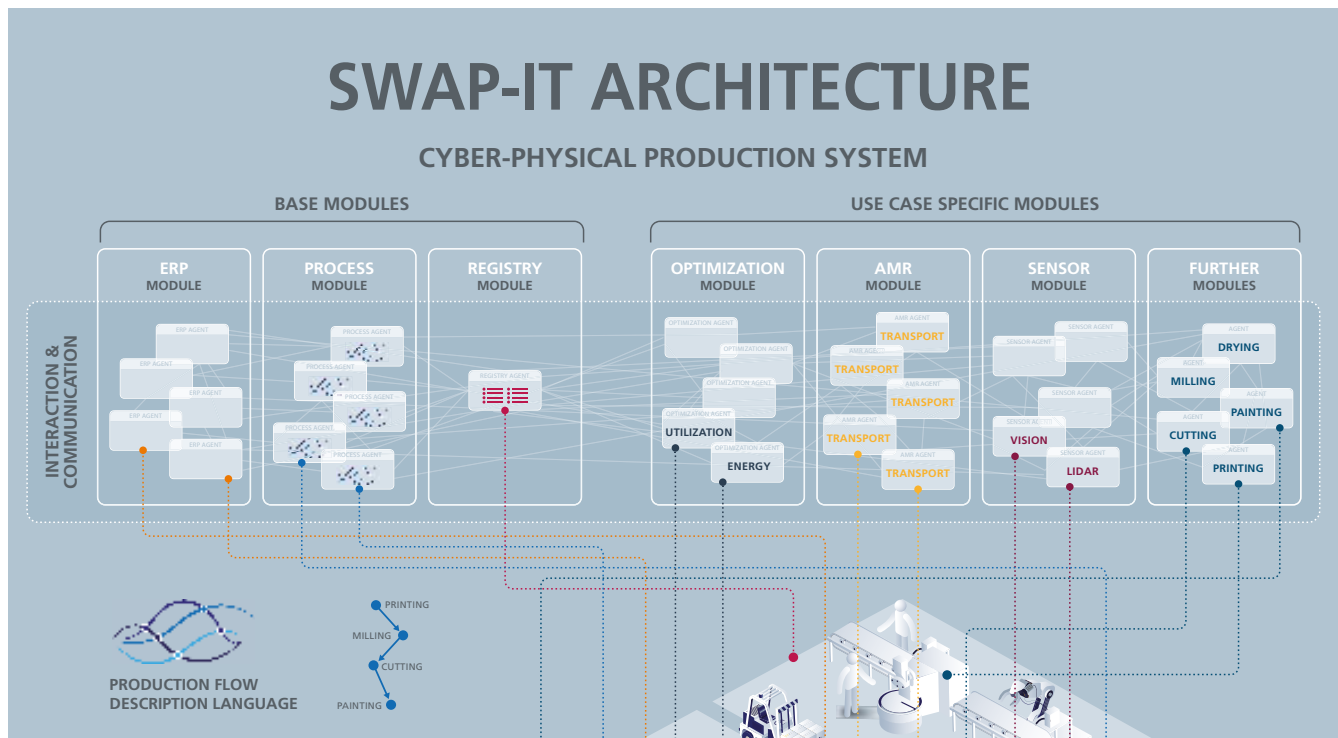
Der Forschungsbereich Logistik umfasst die Schwerpunkte der Inbound-Logistik, des innerbetrieblichen Transports und der Kommissionierung. Das Fraunhofer IML arbeitet schwerpunktmäßig an der Gestaltung der KI in der Logistik. Im Use Case in der Inbound-Logistik werden maschinelle Lernverfahren für die Prognose von Transportvolumina und die Optimierung von Transportentscheidungen entwickelt – mit dem Ziel einer maximalen Auslastung von Fahrzeugen. Weitere Use Cases fokussieren die KI-gestützte Bild- und Textverarbeitung im Wareneingang und in der Einlagerung. Der Use Case im Bereich Kommissionierung und Montage beschäftigt sich mit den Materialflüssen zwischen Wareneingang und Bereitstellung an der Montagelinie. Bei den Use Cases geht es unter anderem darum, eingehenden Produktionsmaterialien den optimalen Platz im Warenlager zuzuteilen und deren Transport vom Warenlager an die Produktionslinie zu planen.

Das Gesamtziel im Bereich Logistik der »Datenfabrik.NRW« liegt darin, die Potenziale von KI in der Logistik für die Produktion von morgen zu erschließen. Sowohl die Kompetenzplattform »KI.NRW« als auch das Spitzencluster »it's OWL« unterstützen die Verbreitung der Ergebnisse. Das seit 2021 laufende Projekt wird während der Laufzeit von vier Jahren durch das Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie (MWIKE) des Landes NRW gefördert.

/ A data-driven factory of the future that operates with the help of artificial intelligence (AI) is already being developed as part of the “Datenfabrik.NRW” project. Fraunhofer IML and three other Fraunhofer institutes are working together with industry partners on analyzing factory planning, production, logistics and business architecture and transforming these areas into pilot projects.

As a research area, logistics covers inbound logistics, in-house transportation and order picking. Fraunhofer IML is primarily focusing on the design of AI in logistics. In the inbound logistics use case, machine learning processes are being developed to predict transportation volumes and optimize transportation decisions – with the aim of ensuring that vehicles are used to their full capacity. Other use cases are focusing on AI-based image and text processing in goods receipt and storage. The order picking and assembly use case is dealing with the material flows between goods receipt and supply on the assembly line. Among other things, the use cases aim to assign incoming production materials to the optimum location in the warehouse and to plan the transportation of these materials from warehouse to production line.

The overall objective in the logistics section of “Datenfabrik.NRW” is to harness the potential of AI in logistics for the production of tomorrow. Both the competence platform “KI.NRW” and the leading-edge cluster “it's OWL” support the distribution of the results. The project has been running since 2021 and is being funded for a period of four years by the Ministry of Economic Affairs, Industry, Climate Action and Energy (MWIKE) of the German state of North Rhine-Westphalia.



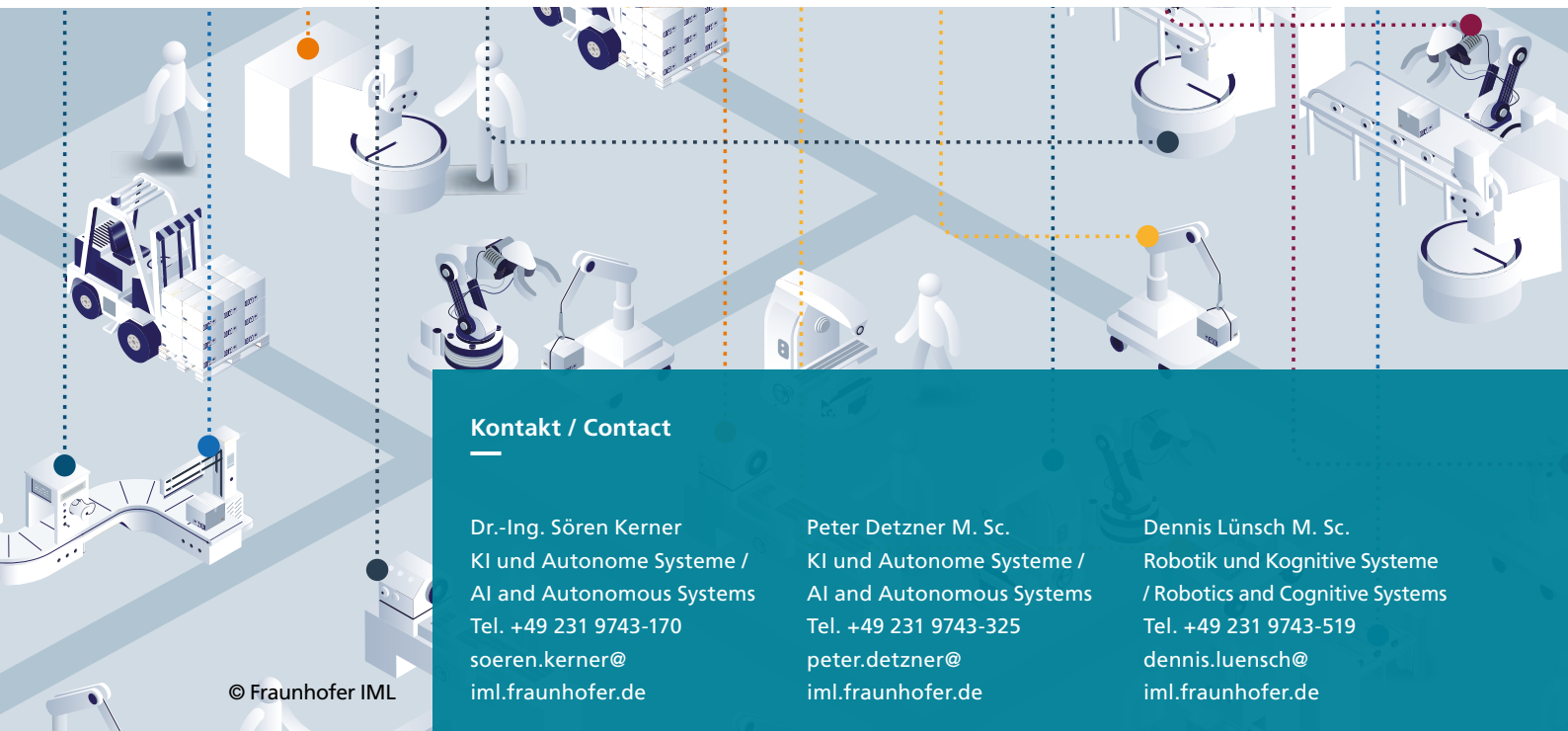
## SWAP – Selbstorganisierende Produktionsanlagen von morgen

Im Rahmen des Fraunhofer-Leitprojekts »SWAP« entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler neue technologische Konzepte zur Gestaltung der Produktion der Zukunft, den sogenannten cyberphysischen Produktionssystemen (CPPS). Das Fraunhofer IML hat hierfür eine Architektur entwickelt, die sowohl zentral als auch dezentral organisierte Komponenten innerhalb von CPPS unterstützt. Diese ermöglicht eine Transformation von starren Prozessen mit einzelnen Bearbeitungsstationen in flexible und dynamische Fertigungsumgebungen mit modularen Fertigungseinheiten. Ein dazugehöriger Integrationsleitfaden, bestehend aus Ablaufdiagrammen mit verschiedenen Stufen und Rollen, hilft bei der Anwendung und der systematischen Überführung bestehender Produktionsumgebungen in die modulare SWAP-IT-Architektur.

Ein weiterer Fokus des Projekts ist die auftragszentrierte Produktionsumgebung, bei der sich Produktionsaufträge selbstständig organisieren. Beschrieben werden die Produktionsaufträge mit der vom Fraunhofer IML entworfenen Production Flow Description Language (PFDL). Die PFDL bewegt sich

dabei an der Grenze zwischen Beschreibungs- und Programmiersprache: Es erfolgt keine Kompilierung des Auftrags in Maschinencode, sondern lediglich eine Beschreibung von Laufzeitaspekten. Erst zur Ausführungszeit verhandelt eine Instanz des Produktionsauftrags bzw. der PFDL über die zu leistenden Teilschritte entweder mit den Services der Feldebene oder mit einem übergeordneten Optimierer. Sowohl der Integrationsleitfaden als auch die PFDL wurden als Open Source zur Verfügung gestellt. Die PFDL integriert sich vollständig in die SWAP-IT-Produktionsarchitektur, sodass ein weiterer Schritt in Richtung verteilter, kollaborierender und selbstorganisierender industrieller Produktionsanlagen von morgen gegangen wird.





### Kontakt / Contact

Dr.-Ing. Sören Kerner  
KI und Autonome Systeme /  
AI and Autonomous Systems  
Tel. +49 231 9743-170  
soeren.kerner@  
iml.fraunhofer.de

Peter Detzner M. Sc.  
KI und Autonome Systeme /  
AI and Autonomous Systems  
Tel. +49 231 9743-325  
peter.detzner@  
iml.fraunhofer.de

Dennis Lünsch M. Sc.  
Robotik und Kognitive Systeme  
/ Robotics and Cognitive Systems  
Tel. +49 231 9743-519  
dennis.luensch@  
iml.fraunhofer.de

## / SWAP – the self-organizing production facilities of tomorrow

/ As part of the Fraunhofer lighthouse project “SWAP,” scientists are developing new technological concepts, called cyber-physical production systems (CPPSs), to shape the production of the future. Fraunhofer IML has developed an architecture for this that supports centrally and locally organized components within CPPSs. This architecture transforms rigid processes with individual assembly stations into flexible, dynamic production environments with modular production units. An accompanying integration guide consisting of flow charts with different stages and roles helps with using and systematically transferring existing production environments to the modular SWAP IT architecture.

Another focus of the project is the order-centered production environment, in which production orders organize themselves autonomously. The production orders are described using the Production Flow Description Language (PFDL) designed by Fraunhofer IML. The PFDL walks the line between description language and programming language: It does not compile the order in machine code, but simply compiles a description of

runtime aspects. It is not until the execution that an instance of the production order or the PFDL negotiates the steps to be carried out, either with the field-level services or with a higher-level optimizer. Both the integration guide and the PFDL have been made available under an open-source license. The PFDL is fully integrated into the SWAP IT production architecture, representing another step toward the distributed, collaborative and self-organizing industrial production facilities of tomorrow.



PFDL auf Github



### Kontakt / Contact

Dr.-Ing. Oliver Urbann  
 KI und Autonome Systeme /  
 AI and Autonomous Systems  
 Tel. +49 231 9743-547  
 oliver.urbann@  
 iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML, Sebastian Beierle

## DynaFoRo: Maschinelles Lernen für die Fortbewegung mobiler Roboter / DynaFoRo: Machine learning for mobile robot movements

Die interdisziplinäre Nachwuchsgruppe »DynaFoRo« (selbstlernende Dynamische Fortbewegung mobiler Roboter) hat es sich zum Ziel gesetzt, mithilfe von Maschinellem Lernen (ML) die dynamische Fortbewegung von realen Robotern verschiedener Fortbewegungsarten zu optimieren, um die Sim-to-Real Gaps zu überwinden, also die Unterschiede zwischen Simulationsszenarien und Realität. Hierzu erforscht das Team des Fraunhofer IML zwei verschiedene ML-Ansätze: das hybride Lernen und das Guided Reinforcement Learning (RL).

Die Intention des Vorhabens ist es nicht, klassische Verfahren gänzlich zu ersetzen, sondern diese nur bei gezieltem Mehrwert einzusetzen. Zudem ermöglicht das Guided RL das selbstständige Lernen komplexer Regelungsaufgaben für Roboter der realen Welt. Basierend auf den Ergebnissen ihrer Forschung plant die Gruppe die Entwicklung neuer ML-Ansätze und Plattformen, die zur Lösung aktueller Herausforderungen der KI-Forschung innerhalb der Robotik beitragen.

The interdisciplinary junior research group "DynaFoRo" has set itself the goal of using machine learning (ML) to optimize dynamic movement in real robots with different modes of movement in order to bridge the sim-to-real gap (the differences between simulated scenarios and reality). The Fraunhofer IML team is working toward this goal by researching two different approaches to machine learning: hybrid learning and guided reinforcement learning (RL).

This project is not intended to replace conventional processes entirely, but to employ them only in cases where added value can be increased in a targeted way. Guided RL also enables robots in the real world to learn complex control tasks independently. The group is planning to develop new ML approaches and platforms based on the results of its research to help solve current challenges in AI research in the field of robotics.



Projektseite



Ministerium für Wirtschaft,  
Industrie, Klimaschutz und Energie  
des Landes Nordrhein-Westfalen



© Fraunhofer IML,  
Sebastian Beierle

#### Kontakt / Contact

Sönke Kauffmann M. Sc.  
IoT & Eingebettete Systeme /  
IoT and Embedded Systems  
Tel. +49 231 9743-438  
soenke.kauffmann@  
iml.fraunhofer.de

## »Plan & Play«: Zuverlässige Ad-hoc-5G-Campusnetze für den temporären Einsatz / "Plan & Play": Reliable ad hoc campus 5G networks for temporary use

Mit »Plan & Play – Zuverlässige Ad-hoc-5G-Campusnetze für den temporären Einsatz« hat das Fraunhofer IML ein weiteres Projekt im Bereich des Mobilfunks gestartet. Im Rahmen dieser Initiative erweiterten die Forschenden die LoadRunner-Technologie mit der 5G-Technologie. Parallel zu diesen Arbeiten entwickelte die TU Dortmund als Kooperationspartner ein Netzplanungstool für den Einsatz von Ad-hoc-Campusnetzen.

Mit diesen beiden Komponenten möchten die Forschenden nun die Leistungsfähigkeit des 5G-Netzes gegenüber Wi-Fi in vielfältigen Logistikszenerarien herausstellen. Gegenwärtig besteht bei einer WLAN-Nutzung großes Verbesserungspotenzial bei Latenzzeiten, Paketverlustraten und Netzteilnehmenden. Mit der 5G-Technologie erhoffen sich die Projektpartner eine Überwindung dieser Hürden, um somit eine verbesserte Skalierung zu ermöglichen. Das Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes NRW fördert das dreijährige Projekt »Plan & Play« und weitere Funkkommunikationsprojekte innerhalb des »Competence Center 5G.NRW« mit insgesamt 26 Millionen Euro.

/ Another mobile communication project launched by Fraunhofer IML is "Plan & Play – reliable ad hoc campus 5G networks for temporary deployment." As part of this initiative, researchers are adding 5G technology to existing LoadRunner platforms. Alongside this work, TU Dortmund University has joined the project as a partner to develop a network planning tool for the use of ad hoc campus networks.

Researchers now intend to use these two components to showcase the performance of the 5G network as compared to WiFi in a range of logistics scenarios. In areas where WiFi is currently being used, there is significant potential for improvement in terms of latency, packet loss rates and network users. With 5G technology, the project partners hope to overcome these obstacles and improve scalability. The Ministry of Economic Affairs, Industry, Climate Action and Energy of the German state of North Rhine-Westphalia is funding the three-year "Plan & Play" project along with other mobile communication projects as part of the "Competence Center 5G.NRW" with a total of 26 million euros.



## Kontakt / Contact

Dipl.-Inform. Jan Emmerich  
IoT & Eingebettete Systeme /  
IoT and Embedded Systems  
Tel. +49 231 9743-526  
jan.emmerich@  
iml.fraunhofer.de

Patrick Klokowski M. Sc.  
IoT & Eingebettete Systeme /  
IoT and Embedded Systems  
Tel. +49 231 9743-593  
patrick.klokowski@  
iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML, Michael Neuhaus

# evoBOT® – Die Evolution autonomer Robotersysteme

## / evoBOT® – the evolution of autonomous robot systems

Allgegenwärtig zählt der evoBOT® zu den vielversprechendsten Entwicklungen am Fraunhofer IML. Inspiriert durch seine universelle Einsetzbarkeit, sorgte der Roboter für weltweite Aufmerksamkeit und Begeisterung. Anders als bisherige Technologien ist bereits der erste Prototyp vielfältig nutzbar – er kann schieben, ziehen, Gegenstände heben und anreichen. Dem evoBOT gelingt es, Logistikwaren vom Boden aufzunehmen und sie auf diverse Höhen abzulegen. Seine Fähigkeiten verdankt er seinem innovativen Grundprinzip eines doppelt inversen Pendels.

Zukünftig soll der Roboter Fähigkeiten wie das Schieben und Ziehen von Gütern kombinieren und ergänzen können. Sein bioinspiriertes Erscheinungsbild begünstigt zudem eine natürlichere Mensch-Technik-Interaktion und macht ihn zu einem exzellenten Assistenten. Das modular aufbaubare System des evoBOTs ermöglicht es darüber hinaus, einzelne Maschinenteile leicht zu ersetzen und ihn somit dem Anwendungszweck speziell anzupassen. Mit einer Maximalgeschwindigkeit von bis zu 16 m/s eignet sich der Roboter auch für einen Einsatz im Außenbereich, z. B. beim Transport zwischen Lager und Fertigungsstandort. In dieser Kombination von Fähigkeiten liegt die nächste Evolutionsstufe der autonomen, mobilen Roboter, was dem evoBOT seinen Namen gab (von Evolution und Robot).

Mit dem evoBOT macht das Fraunhofer IML den ersten Schritt in Richtung eines Universalroboters. Der entwickelte Prototyp soll nun als Grundlage für weitere Forschung zu vielfähigen Robotersystemen dienen. 2023 möchte das Fraunhofer IML die Fähigkeiten des evoBOT erweitern und sie gemeinsam mit einem Anwender bzw. Unternehmen für den entsprechenden Sektor spezialisieren.

/ The omnipresent evoBOT® is one of the most promising developments at Fraunhofer IML. Because of its all-round usefulness, the robot has attracted worldwide attention and enthusiasm. Unlike previous technologies, the first prototype already has a wide range of use cases – it can push, pull, lift and hand over objects. The evoBOT can successfully pick up goods in warehouses from the floor and place them at different heights. Its abilities are down to its innovative basic principle: a double inverted pendulum.

In the future, the robot will be able to combine and add tasks like pushing and pulling goods. Its bio-inspired appearance also encourages more a natural human-technology interaction, making it an excellent assistant. As well as this, the evoBOT's modular system makes it possible to replace individual machine parts easily and to adapt the robot to a specific application. With a maximum speed of 16 m/s, the robot can even be deployed outdoors, for example to transport goods between the warehouse and manufacturing site. This combination of abilities is the next step in the evolution of autonomous, mobile robots, which is what gave the evoBOT its name (from "evolution" and "robot").

With the evoBOT, Fraunhofer IML is taking the first step toward creating a universal robot. The prototype that has been developed can now serve as a basis for further research into versatile robot systems. Fraunhofer IML intends to build on the evoBOT's abilities in 2023 and work together with a user or business to specialize them for a specific sector.



## Kontakt / Contact

Leon Siebel-Achenbach B. Eng.  
IoT und Eingebettete Systeme /  
IoT and Embedded Systems  
Tel. +49 231 9743-432  
leon.valentin.siebel-achen-  
bach@iml.fraunhofer.de

© Rhenus Office Systems

# Smart Waste Management

## / Smart waste management

---

Im dritten Jahr der Zusammenarbeit des »Rhenus Enterprise Labs« und des »Trade Finance Innovations Labs« der Commerzbank haben die Partner das intelligente Entsorgungsmanagement einem ersten Belastungstest außerhalb der Testumgebung unterzogen. Ziel war es, Schnittstellen zu allen Systemen entlang der Supply Chain zu schaffen und so den automatischen Prozess vom Alarm eines Containers bis hin zur Abrechnung der Leistung im Produktivumfeld zu testen.

Um den Prozess vollständig und transparent für alle Prozessbeteiligten abbilden zu können, brauchte es einen reibungslosen und sicheren Datenfluss zwischen dem Distributed Ledger, dem Verwaltungssystem der Rhenus und dem Banking Backend. Die entsprechenden Smart Contracts validieren die Prozessdaten, prüfen sie auf Richtigkeit und lösen bei erfolgreicher Prüfung den Lastschrifteinzug aus. Für den Kunden ist dieser Prozess an jedem Punkt einsehbar.

Rhenus und die Commerzbank sind damit einen großen Schritt im Sinne der Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit gegangen: Durch die Reduktion manueller Prozesse ist eine effiziente Personaleinsatzplanung ermöglicht worden, die dem zunehmenden Problem der Personalknappheit entgegenwirkt. Die optimierte Tourenplanung reduziert zudem CO<sub>2</sub> und andere für die Umwelt belastende Emissionen. Nicht zuletzt gewährleisten die hohen Standards der technologischen Lösungen auch die Souveränität der Daten und des Datenaustauschs. In Summe ist eine Effizienzsteigerung von bis zu 30 % zu erwarten.

Für das Jahr 2023 ist die Übertragung und die Implementierung der Lösung zu den Kunden angestrebt, sodass Kunden und Partner den vollständigen Mehrwert der Distributed-Ledger-Technologie in diesem und weiteren Prozessen ausschöpfen können.

/ In the third year of the collaboration between the "Rhenus Enterprise Lab" and Commerzbank's "Trade Finance Innovation Lab," the partners have run the first stress test of intelligent waste disposal management outside of a test environment. The aim was to create interfaces with all the systems along the supply chain in order to test the automated process, from alarming a container to billing for the service in a productive environment.

To map the entire process transparently for all the participants, a smooth and secure flow of data between the distributed ledger, the Rhenus administration system and the banking backend was needed. The corresponding smart contracts validate the process data, check it is correct and trigger a direct debit if the check is successful. Customers can view this process at any point.

This is a major step for Rhenus and Commerzbank in terms of sustainability and profitability: Reducing the number of manual processes means that workforce scheduling can be made more efficient to counteract the growing problem of staff shortages. Optimized shift planning also reduces emissions of CO<sub>2</sub> and other environmentally harmful substances. Last but not least, the high standards of the technological solutions also ensure the sovereignty of the data and the data exchange. The expected total efficiency gain is up to 30%.

The goal for 2023 is to transfer the solution to customers and implement it so that customers and partners can benefit from the full added value of distributed ledger technology in this process and others.



### Kontakt / Contact

Julia Freytag M. Sc.  
IoT und Eingebettete Systeme /  
IoT and Embedded Systems  
julia.freytag@  
iml.fraunhofer.de

Philipp Schulte M. Sc.  
IoT und Eingebettete Systeme /  
IoT and Embedded Systems  
Tel. +49 231 9743-410  
philipp.schulte@  
iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML, Sebastian Beierle

## 6GEM – open – efficient – secure – safe / 6GEM – open – efficient – secure – safe

Der Mobilfunkstandard 6G wird voraussichtlich schon ab 2030 das zentrale System unseres vernetzten Lebens bilden. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt »6GEM – open – efficient – secure – safe« beschäftigt sich mit der Entwicklung dieses neuen Mobilfunkstandards. Das Projekt soll die Erforschung und Entwicklung der Zukunftstechnologie 6G ermöglichen und Deutschland eine führende Rolle als Technologieanbieter verleihen.

Ziel des seit August 2021 laufenden Projekts ist es, den Mehrwert von 6G-Systemen für Gesellschaft und Industrie zu verdeutlichen. Dazu forscht das Fraunhofer IML gemeinsam mit vier Universitäten und vier weiteren Forschungseinrichtungen in sieben Testfeldern: digitaler Operationssaal, Smart Hospital, Deutsches Rettungsrobotik-Zentrum, Hochgeschwindigkeits-Intralogistik-Zentrum, hochautomatisierte Produktionsumgebung, Hafenlogistik und Straßenverkehrsszenarien von der Innenstadt bis zur Autobahn. Seit Projektstart wurden bereits 33 Veröffentlichungen herausgegeben.

/ The 6G mobile communication standard is likely to play the central role in our networked life by 2030. The project "6GEM open – efficient – secure – safe" funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) is focusing on the development of this new mobile telecommunication standard. The project is intended to facilitate research and development into the future of 6G technology and to put Germany in a leading position as a technology supplier.

The aim of the project, which has been running since August 2021, is to demonstrate the added value of 6G systems for business and industry. To achieve this, Fraunhofer IML is working with four universities and four other research institutions on research at seven test sites: a digital operating theater, a smart hospital, the German Rescue Robotics Center, the High-Speed Intralogistics Center, a highly automated production environment, port logistics and road traffic scenarios from inner cities to highways. A total of 33 papers have already been published since the start of the project.





© Fraunhofer IML,  
Ursula Ostermann

#### Kontakt / Contact

Sebastian Hoose M. Sc.  
Robotik und Kognitive Systeme /  
Robotics and  
Cognitive Systems  
Tel. +49 231 9743-490  
sebastian.hoose@  
iml.fraunhofer.de

Marcus Hintze M. Sc.  
Health Care Logistics  
Tel. +49 231 9743-504  
marcus.hintze@  
iml.fraunhofer.de

Ministerium für Wirtschaft,  
Industrie, Klimaschutz und Energie  
des Landes Nordrhein-Westfalen



## 5G-RemRob – Serviceroboter im Krankenhaus / 5G-RemRob – service robots in hospitals

Mit dem Projekt »5G-Remote Assistance for Robotics« (5G-RemRob) hat das Fraunhofer IML einen weltweiten Meilenstein in der Krankenhauslogistik gesetzt. Das im »5G.NRW Competence Center« angesiedelte dreijährige Projekt entwickelt ein Technikkonzept für die Autonomisierung von Servicerobotern. Basierend auf diesem sollen die Roboter in der Lage sein, sich an vielfältigen Einsatzorten sicher fortzubewegen und Transportaufgaben zu übernehmen.

Um das technisch zu ermöglichen, setzen die Forschenden auf eine Kombination von Remote Assistance und der 5G-Technologie am Serviceroboter. Zudem lassen sich mithilfe eines KI-Algorithmus gesammelte Daten verarbeiten, wodurch sich der Grad an Autonomie erhöht. Das Fraunhofer IML ist Konsortialführer und kooperiert mit drei Partnern: dem St. Franziskus-Hospital, der FACT GmbH (Berater für Gesundheitseinrichtungen) und der SICK AG (Hersteller für intelligente Automatisierungssensoren). Das Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes NRW fördert 5G-RemRob und weitere 23 Best-Practice-Projekte mit insgesamt 36,8 Millionen Euro.

/ With the project "5G-Remote Assistance for Robotics" (5G-RemRob), Fraunhofer IML has reached a global milestone in hospital logistics. The three-year project, based at the "5G.NRW Competence Center," is developing a technical concept for automating service robots. The concept will enable robots to drive safely to a range of different deployment locations and perform transportation tasks.

To make this technically possible, the researchers are using a combination of remote assistance and 5G technology in the service robots. An AI algorithm is also being used to process collected data, increasing the level of autonomy. Fraunhofer IML is leading the consortium and working in cooperation with three partners: St. Franziskus Hospital, FACT GmbH (a healthcare facilities consultancy) and SICK AG (a manufacturer of intelligent automation sensors). The Ministry of Economic Affairs, Industry, Climate Action and Energy of the German state of North Rhine-Westphalia is funding 5G-RemRob, along with another 23 best-practice projects, with a total of 36.8 million euros.



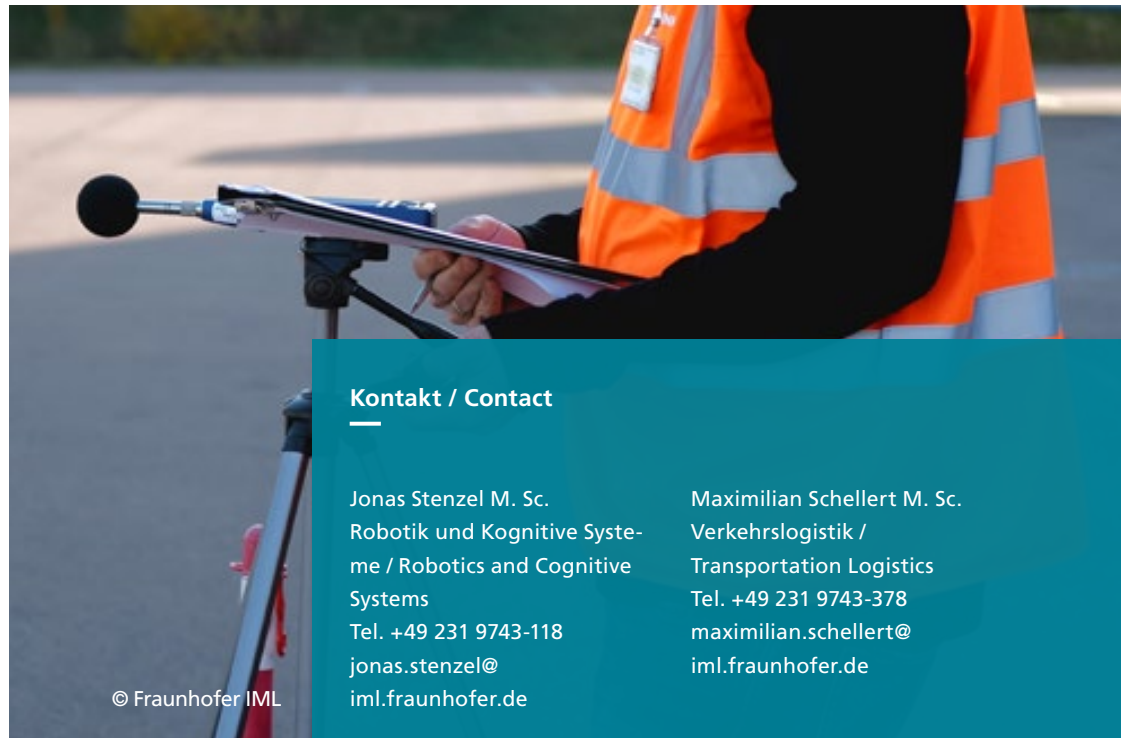
## SAFE<sup>3</sup>LY – Sicher und selbstständig unterwegs auf dem Betriebsgelände

Das Projekt »Sichere autonome Fahrzeuge (elektrisch, effizient, emissionsarm) im Logistik-Yard« (SAFE<sup>3</sup>LY) hat die Realisierbarkeit batterieelektrisch angetriebener, autonom fahrender Versetzfahrzeuge auf logistischen Werksgeländen untersucht. In dem von Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Projekt kamen Wechselbrückenumsetzer verschiedener Konfigurationen auf dem Logistikhof zum Einsatz. Eine Demonstration der technischen Machbarkeit eines elektrisch-autonomen Betriebs trug dazu bei, die Marktreife der Fahrzeuge zu steigern und damit die Anwendung auf Werksgeländen zu erhöhen. Das Ziel ist es weiterhin, das Werksgelände als Ursprung des elektrisch-autonomen Fahrens in der gesamten Supply Chain zu etablieren.

Das Fraunhofer IML entwickelte im Projekt u. a. Software zur 3D-Objekterkennung in LiDAR-Daten (Light Detection and Ranging), einer optischen Fernerkennungs-technik. Dabei haben die Forschenden sowohl klassische Algorithmen als auch Deep-Learning-Ansätze implementiert, mit deren Hilfe

das Fahrzeug in den LiDAR-Daten z. B. Wechselbrücken und Sattelaufleger erkennen kann.

Des Weiteren haben sie logistische und ökologische Werte sowie das Lärmaufkommen von konventionell autonomen und nicht autonomen Fahrzeugen gegenübergestellt. Der Vergleich der Antriebsenergieverbräuche (Diesel, Strom) und die Darstellung der potenziellen CO<sub>2</sub>-Einsparungen gewährleistete die Transparenz von Ökoeffizienzkennzahlen in der Werkslogistik für elektrisch-autonome Fahrzeuge. Darauf aufbauend ließen sich Maßnahmen zu mehr Wirtschaftlichkeit ableiten. Das seit November 2019 laufende Projekt hat nicht nur die technische Reife der Technologie enorm verbessert, es wurde auch unter Beweis gestellt, dass automatisiert-elektrisch fahrende Fahrzeuge für den logistischen Alltag geeignet sind.



### Kontakt / Contact

Jonas Stenzel M. Sc.  
 Robotik und Kognitive Systeme / Robotics and Cognitive Systems  
 Tel. +49 231 9743-118  
 jonas.stenzel@iml.fraunhofer.de

Maximilian Schellert M. Sc.  
 Verkehrslogistik / Transportation Logistics  
 Tel. +49 231 9743-378  
 maximilian.schellert@iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML

## / SAFE<sup>3</sup>LY – traveling safely and independently on the logistics site

/ The SAFE<sup>3</sup>LY project, which stands for “safe autonomous vehicles (electric, efficient, low-emission) in the logistics yard,” examined the feasibility of using battery-powered autonomous transfer vehicles on logistics sites. The project was funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK) and made use of different combinations of swap body trucks in logistics yards. A demonstration of the technical feasibility of electric autonomous operation helped to increase the market readiness of the vehicles and therefore led to greater use on business sites. The aim is also to establish the logistics site as the source of electric autonomous driving throughout the supply chain.

The developments produced by Fraunhofer IML as part of the project included software to recognize 3D objects in data from LiDAR (light detection and ranging), an optical remote detection technology. The researchers incorporated conventional algorithms and also deep learning approaches into this software, which the vehicle can use to identify objects such as swap bodies and semitrailers in the LiDAR data.

The vehicles also have logistical and environmental value and generate less noise than conventional autonomous and non-autonomous vehicles. By comparing the energy consumption of the various drive systems (diesel, electricity) and showing the potential CO<sub>2</sub> savings, it was possible to ensure the transparency of key eco-efficiency figures of electric autonomous vehicles in factory logistics. These were used as a basis for measures to increase profitability. Since it began in 2019, the project has not only enormously increased the technical maturity of the technology, it has also proved that automated electric vehicles are an ideal solution for day-to-day use in logistics.



Projektseite



### Kontakt / Contact

Dipl.-Ing. Gerd Kuhlmann  
Maschinen und Anlagen /  
Machines and Facilities  
Tel. +49 231 9743-268  
gerd.kuhlmann@  
iml.fraunhofer.de

Benedikt Oliver Müller M. Sc.  
Supply Chain Engineering  
Tel + 49 231 9743-559  
benedikt.oliver.mueller@  
iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML

## Logistikkonzept für den größten Teilchenbeschleuniger der Welt (FCC) / A logistics concept for the world's largest particle accelerator (FCC)

Die Europäische Organisation für Kernforschung CERN plant den Bau eines neuen Teilchenbeschleunigers mit einer Länge von etwa 100 km. Nachdem das Fraunhofer IML bereits eine Vorstudie für ein Logistikkonzept begleitet hat, erfolgt nun eine detaillierte Ausarbeitung des Konzepts. Ein Schwerpunkt liegt in der Konzeption eines autonomen Transportroboters, der die über 7 t schweren und bis zu 12 m langen Magnete von den Tunnelschächten zu den unterirdischen Installationsorten transportiert. Auch die Beförderung von weiterem Material und der Personen wird betrachtet.

Mit einer Simulationsstudie prüfen die Forschenden die Machbarkeit und Aufwände von Personal und Equipment. Die Simulation bildet insbesondere die Materialflüsse in der Installationsphase und die dynamischen Parameter der Fahrzeuge ab. Aktuell sammeln und konsolidieren die Experten die benötigten Daten. Mit den ersten Ergebnissen aus der Simulation ist im Frühjahr 2023 zu rechnen. Das Fahrzeugkonzept wird anschließend finalisiert und das Projekt im Herbst 2023 abgeschlossen.

/ The European Organization for Nuclear Research, CERN, is planning to build a new particle accelerator that is around 100 km long. Fraunhofer IML has already worked on a preliminary study for a logistics concept, and the concept is now being drawn up in detail. One of the key areas is the design of an autonomous transport robot that will move magnets up to 12 m long and weighing over 7 metric tons from the tunnel shafts to the underground installation sites. The robot will also transport other materials and people.

The researchers will test the feasibility of the concept in a simulation study and estimate the human resources and equipment required. The simulation primarily maps the material flows in the installation phase and the dynamic parameters of the vehicles. The experts are currently gathering and consolidating the necessary data. The initial results from the simulation are expected in the spring of 2023. The vehicle concept will then be finalized. The project is expected to be completed in the fall of 2023.



© Caja Robotics

### Kontakt / Contact

Frederic Veit M. Sc.  
 Maschinen und Anlagen /  
 Machines and Facilities  
 Tel. +49 231 9743-342  
 frederic.veit@  
 iml.fraunhofer.de

Alexander Krooß M. Sc.  
 Intralogistik und IT-Planung /  
 Intralogistics and IT Planning  
 Tel. +49 231 9743-283  
 alexander.krooss@  
 iml.fraunhofer.de

## Bewertung der innovativen Warehouse-Technologie von Caja Robotics / Evaluation of innovative warehouse technology developed by Caja Robotics

Weil die Nachfrage nach automatisierter Warehouse-Technologie nicht abbricht, wächst das Segment mobiler Roboter. Caja Robotics versucht, auf diesem Markt Fuß zu fassen. Das Angebot von Caja basiert auf Autonomous Case Handling Robots (ACR) und KI-Algorithmen auf verschiedenen Ebenen, um den Durchsatz zu maximieren und dabei mit weniger Robotern auszukommen als konkurrierende Systeme. Die Technologie besteht aus zwei Typen von Robotern, die jeweils unterschiedliche Aufgaben ausführen können: große Liftroboter, die hauptsächlich Behälter innerhalb des Regals verlagern, und kleine, schnelle Transportroboter, die Behälter vom Regal zur Kommissionierstation transportieren.

Um das Potenzial und die Effektivität des eigenen Systems auszuleuchten, hat Caja das Fraunhofer IML mit der Evaluation des Systems beauftragt. Die Ergebnisse wird Caja nutzen, um die Technologie weiter zu verbessern und um Kunden eine Beurteilung durch Dritte präsentieren zu können.

/ As the demand for automated warehouse technology continues to rise, the field of mobile robots is experiencing rapid growth. Caja Robotics is one of the newcomers trying to establish on the market. The system offered by Caja is based on the use of autonomous case handling robots (ACR) and AI-based optimization algorithms on different layers to maximize throughput with the goal of using fewer robots than competing systems. The technology consists of two types of robots that each can perform different tasks: large lift robots that mainly relocate bins within the rack, and smaller, faster cart robots that mainly transport bins from lower shelf levels to picking stations.

To gain a better understanding of the potential uses and effectiveness of their system and to compare it to competitors, Caja assigned the IML with a system evaluation. This evaluation will be used to improve the technology and provide potential customers with a neutral opinion.



### Kontakt / Contact

Dipl.-Ing. Thomas Albrecht  
Maschinen und Anlagen /  
Machines and facilities  
Tel. +49 231 9743-423  
thomas.albrecht@  
iml.fraunhofer.de

© Adobe Stock, nutawut

## Workshop für Fahrerlose Transportfahrzeuge / Workshop for automated guided vehicles

Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) bzw. Fahrerlose Transportsysteme (FTS) erleben im Umfeld von Industrie-4.0-Konzepten einen regelrechten Boom. Eine Vielzahl von Unternehmen bietet eine ebenso große Vielfalt unterschiedlicher Fahrzeuge an – sowohl Serien-FTF als auch kundenspezifische »Maßanfertigungen«. Dabei die Übersicht zu behalten und für den eigenen Anwendungsfall ein passendes Fahrzeug zu finden, ist nicht einfach. Zudem stellt sich häufig die Frage, unter welchen Bedingungen ein FTS überhaupt eingesetzt werden kann.

Vor diesem Hintergrund bietet das Fraunhofer IML einen Workshop zum Thema FTS an. Neben einer Einführung in die Technik (u. a. inkl. der Aspekte Kinematik, Navigation und Energieversorgung) gestattet der Workshop Einblicke in potenzielle, aber auch kundenspezifische Anwendungsfälle für FTS.

In den letzten Jahren konnten sich so schon mehr als 20 kleine und mittelständische Unternehmen mit dem komplexen Thema FTS vertraut machen und eine solide Basis für eine Entscheidung pro oder kontra FTS-Einführung schaffen.

/ Automated guided vehicles (AGVs) and AGV systems are becoming highly popular in the context of Industry 4.0. A wide variety of companies offers an equally wide variety of different vehicles – from mass-produced AGVs to vehicles tailored to customer specifications. Keeping track of what is available and finding the right vehicle for each individual use case is not easy. As well as all this, the conditions under which an AGV system can be used are not always clear.

With this in mind, Fraunhofer IML runs workshops on AGV systems. As well as an introduction to the technology (including the areas of kinematics, navigation and energy supply), the workshop also gives an insight into potential use cases for AGV systems, including customer-specific applications.

Over the last few years, this workshop has allowed more than 20 small and medium-sized enterprises to become familiar with the subject of AGV systems and to gain a solid basis on which to make a decision for or against bringing in a system of this kind.



© Fraunhofer IML, Sebastian Beierle

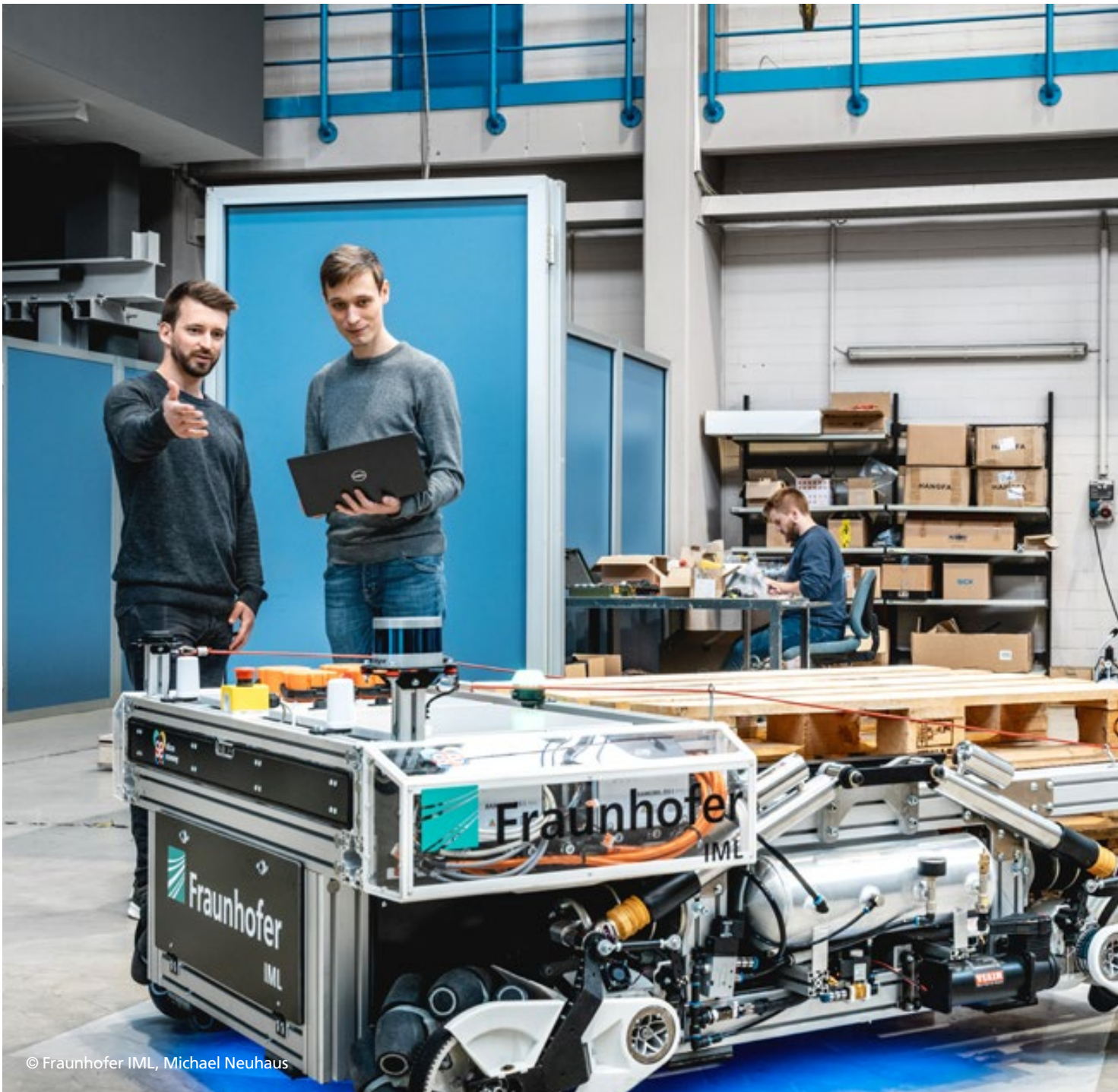
### Kontakt / Contact

Dipl.-Logist. Jan Behling  
 Maschinen und Anlagen /  
 Machines and Facilities  
 Tel. +49 231 9743-465  
 jan.behling@  
 iml.fraunhofer.de

## Industrialisierung des LoadRunners® im KION Enterprise Lab / Industrialization of the LoadRunner® in the KION Enterprise Lab

Auch im vergangenen Jahr bewiesen die Kooperationspartner des KION-Labs ihre ausgesprochene Zielorientierung, Leidenschaft und Problemlösekompetenz. So erprobte das Projektteam gemeinsam mit dem Anwendungspartner DPD den Einsatz des LoadRunners® unter realen Bedingungen im Kölner Depot des Paketdienstleisters. Der zweiwöchige Dauertest bewies das enorme Potenzial, das in der Weiterentwicklung der Technologie steckt. Erste Praxiseindrücke fielen durchweg positiv aus: »Der LoadRunner fasziniert mit Geschwindigkeit und Schwarmintelligenz und ist für uns ein absoluter Game-changer«, so Lukas Bauer, Senior Group Manager Corporate Real Estate & Technology bei DPD Deutschland. Besonders auffällig im Praxisalltag: die schnelle Inbetriebnahme und hohe Skalierbarkeit des Sortiersystems. Der Test hat darüber hinaus wichtige Erkenntnisse geliefert, die in die Weiterentwicklung und Industrialisierung des LoadRunners einfließen. Auch im Jahr 2023 wird die Zusammenarbeit mit KION im Enterprise Lab fortgesetzt.

/ Last year, the KION Lab partners once again demonstrated their exceptional goal orientation, passion and problem-solving skills. Together with partner DPD, the project team tested the LoadRunner® under real conditions in the parcel delivery service provider's Cologne depot. The two-week test demonstrated the enormous potential of developing the technology further. The initial first-hand impressions were consistently positive: "The LoadRunner's speed and swarm intelligence are fascinating; it's an absolute game-changer for us," says Lukas Bauer, Senior Group Manager of Corporate Real Estate & Technology at DPD Germany. A particularly striking feature in day-to-day use is how quickly the sorting system can be put into operation and how scalable it is. The test also provided important findings, which are being fed into the development and industrialization of the LoadRunner. The collaboration with KION in the Enterprise Lab will continue in 2023.



© Fraunhofer IML, Michael Neuhaus

## Kontakt / Contact

Niklas Ullrich M. Sc.  
Maschinen und Anlagen /  
Machines and Facilities  
Tel. +49 231 9743-353  
niklas.ullrich@  
iml.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Guido Follert  
Maschinen und Anlagen /  
Machines and Facilities  
Tel. +49 231 9743-253  
guido.follert@  
iml.fraunhofer.de

Max Gössner M. Sc.  
Maschinen und Anlagen /  
Machines and Facilities  
Tel. +49 231 9743-147  
max.goessner@  
iml.fraunhofer.de

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# Das Fraunhofer IML präsentiert: O<sup>3</sup>dyn / Fraunhofer IML proudly presents: O<sup>3</sup>dyn

Outdoor, omnidirektional, Open Source und dynamisch:  
»O<sup>3</sup>dyn« hält, was er verspricht!

Ausgestattet mit modernster Sensorik und Computertechnik bewegt sich der autonome Transportroboter nicht nur souverän im Innen- und Außenbereich. Dank intelligenter Steuerung meistert er auch die Fahrt durchs Hallentor mühelos und stellt sich situativ auf die verschiedenen Anforderungen an Umgebungserfassung und Lokalisierung ein. Simulationsbasierte Künstliche Intelligenz ermöglicht die Entwicklung und Optimierung der komplexen Steuerung anhand eines cyberphysischen Zwillings im Robotic Continuum.

Auch auf Hardwareseite beschreitet O<sup>3</sup>dyn (gesprochen Odyn) neue Wege. Die Kombination von Mecanum-Rädern, einem Luftfahrwerk und etwa 60 kW Antriebsleistung ermöglicht präzise, omnidirektionale Navigation bei hoher Dynamik bis zu 36 km/h – auf nahezu jedem Untergrund.

Die Entwicklung fand im Rahmen der Silicon Economy als Gemeinschaftsprojekt mehrerer Abteilungen und des Prototypenzentrums statt, gefördert durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). Die Veröffentlichung der Dokumentation zu Soft- und Hardware erfolgt über die Open Logistics Foundation.

Neben der kontinuierlichen Weiterentwicklung und Optimierung mauserte sich O<sup>3</sup>dyn 2022 zu einem der Aushängeschilder des IML und begeisterte bei den IFOY-Awards, auf der LogiMAT, der Air Cargo Conference und der FTS-Fachtagung das Publikum. Am IML sorgte das Fahrzeug bei mehr als 30 Besuchergruppen für Aufsehen und erwies sich dabei als überaus zuverlässig. Forschungsergebnisse rund um den Roboter wurden auf verschiedenen nationalen und internationalen Konferenzen präsentiert.

Auch im neuen Jahr wird sich O<sup>3</sup>dyn als verlässliche Basis für Forschung und Entwicklung beweisen und Inspiration und Ausgangspunkt für verschiedene neue Projekte sein.

/ Outdoor, omnidirectional, open-source and dynamic:  
"O<sup>3</sup>dyn" delivers on its promises!

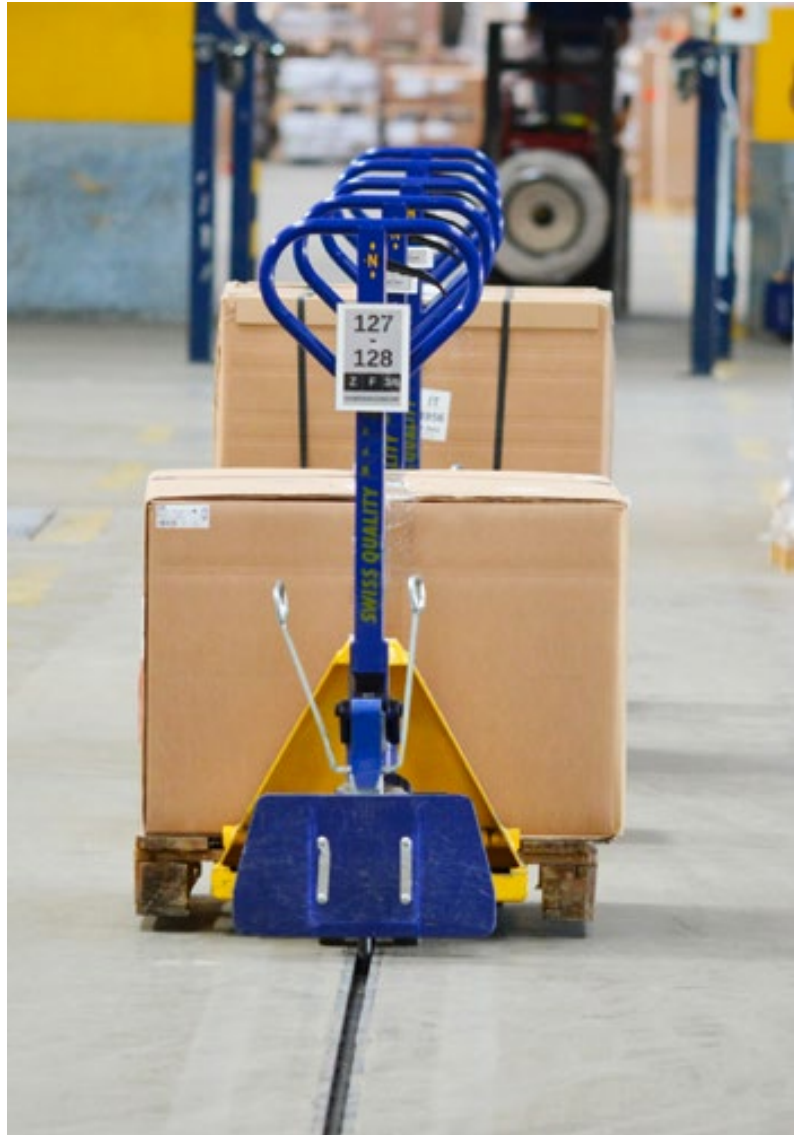
Equipped with state-of-the-art sensors and computer technology, the autonomous transport robot is not only able to move effortlessly in indoor and outdoor spaces: Thanks to its intelligent control system, it can also drive through a warehouse entrance with ease and, depending on the situation, adapt to different requirements in terms of the detection of its surroundings and localization. Simulation-based artificial intelligence allows complex control functions to be developed and optimized on the basis of a cyberphysical twin in the robotic continuum.

O<sup>3</sup>dyn (pronounced Odyn) is also breaking new ground when it comes to its hardware. The combination of Mecanum wheels, air suspension and around 60 kW of drive power enables precise, omnidirectional navigation under highly dynamic conditions at up to 36 km/h – on virtually any surface.

It was developed as part of the Silicon Economy in a joint project with multiple departments and the prototype center and was funded by the German Federal Ministry for Digital and Transport (BMDV). The software and hardware documentation is published through the Open Logistics Foundation.

Alongside the continuous development and optimization, in 2022 O<sup>3</sup>dyn became one of the IML's flagship projects, enthralled audiences at the IFOY Awards, LogiMAT, the Air Cargo Conference and the FTS-Fachtagung, a symposium on AGV systems. At the IML, the vehicle has impressed more than 30 groups of visitors and proved itself to be highly reliable. The results of research on the robot are being presented at various national and international conferences.

In the new year, O<sup>3</sup>dyn will continue to function as a reliable basis for research and development and to serve as an inspiration and a starting point for a variety of new projects.



**Kontakt / Contact**

<p>Oleg Belov M. Sc. Verpackungs- und Handelslogistik / Packaging and Retail Logistics Tel. +49 231 9743-280 oleg.belov@ iml.fraunhofer.de</p>	<p>Tim Chilla M. Sc. Verpackungs- und Handelslogistik / Packaging and Retail Logistics Tel. +49 231 9743-309 tim.chilla@ iml.fraunhofer.de</p>	<p>Dr. Volker Lange Verpackungs- und Handelslogistik / Packaging and Retail Logistics Tel. +49 231 9743-264 volker.lange@ iml.fraunhofer.de</p>
--	--	---

© DACHSER

# Innovationen in der Umschlagshalle: Der Digitale Zwilling im DACHSER @ILO\* Transit Terminal

## / Innovations in the transit terminal: A digital twin in the DACHSER @ILO\* Transit Terminal

Im Rahmen des DACHSER Enterprise Labs haben DACHSER und das Fraunhofer IML einen innovativen Digitalen Zwilling für die Stückgutlogistik entwickelt. Das @ILO Transit Terminal erstellt vollautomatisch und in Echtzeit ein komplettes digitales Abbild eines Umschlaglagers.

Die im @ILO Transit Terminal genutzte Technologie besteht aus mehreren hundert optischen Scaneinheiten im Deckenbereich der Umschlagshalle und 2D-Codes, die sich auf den Packstücken und Fahrzeugen befinden. In den beiden Umschlaglagern von DACHSER in Unterschleißheim und Öhringen wird das System derzeit operativ genutzt. Mit dem @ILO Transit Terminal werden alle Packstücke vollautomatisch in Echtzeit identifiziert, lokalisiert und künftig auch vermessen. Dies führt zu einem kompletten, jederzeit aktuellen Abbild des Lagers und seiner Prozesse.

Das Pilotprojekt hat gezeigt, dass im @ILO Transit Terminal Prozesse beschleunigt werden, da beispielsweise Waren direkt, ohne Zwischenpuffern weiterverladen werden können. Die Scaneinheiten erkennen automatisiert die Packstückaufnahme und geben die Informationen zum Verbringen der Waren über ein am Fahrzeug montiertes Display an den Fahrer weiter. Weiterhin müssen Mitarbeiter weder eine Eingangsscannung noch eine regelmäßige Inventur aller in der Umschlaghalle vorhandenen Packstücke durchführen. Über eine ergänzende Website können Mitarbeiter außerdem nach Sendungen suchen und sich die aktuelle Position anzeigen lassen, sodass auch aufwändige Suchprozesse entfallen.

Durch das @ILO Transit Terminal wird im Vergleich zum derzeitigen Stand der Technik ein deutlich höherer Detailgrad der Supply Chain Visibility erreicht, der das Potenzial birgt, einen Meilenstein auf dem Weg zu effizienteren und nachhaltigeren Logistikprozessen darzustellen. Im Laufe des Jahres 2023 wird DACHSER darüber entscheiden, ob das System europaweit eingesetzt wird.

/ At the DACHSER Enterprise Lab, DACHSER and Fraunhofer IML have developed an innovative digital twin for general cargo logistics. The @ILO Transit Terminal creates a complete digital map of a transit terminal, entirely automatically and in real time.

The technology used in the @ILO Transit Terminal consists of several hundred optical scanners in the ceiling of the transit terminal combined with 2D codes located on the packages and vehicles. The system is currently in operation at the two DACHSER transit terminals in Unterschleißheim and Öhringen. The @ILO Transit Terminal identifies and locates each package entirely automatically and in real time, and in the future it will even be able to measure packages. This produces a complete and constantly updated map of the warehouse and its processes.

The pilot project has shown that the @ILO Transit Terminal makes processes faster because, for example, goods can be shipped onward directly with no buffering. The scanners automatically detect when a package is picked up and forward the product delivery information to the driver via a display installed in the vehicle. The system also eliminates the need for employees to scan packages on receipt or carry out a regular inventory of all the packages in the transit terminal. Staff can also search for a shipment using an accompanying website and find its current position without having to spend large amounts of time looking for it.

The @ILO Transit Terminal provides a significantly higher level of detail in terms of supply chain visibility compared to current technologies, with the potential to act as a milestone on the road to more efficient and sustainable logistics processes. In the course of 2023, DACHSER will decide whether to implement the system across Europe.

\*@ILO: Advanced Indoor Localization and Operations



## Kontakt / Contact

Lukas Lehmann M. Sc.  
Verpackungs- und  
Handelslogistik / Packaging  
and Retail Logistics  
Tel. +49 231 9743-318  
lukas.lehmann@  
iml.fraunhofer.de

Hermann Foot M. Sc.  
Verpackungs- und  
Handelslogistik / Packaging  
and Retail  
Tel. +49 231 9743-489  
hermann.foot@  
iml.fraunhofer.de

Julius Mackowiak M. Sc.  
Intralogistik & -IT Planung /  
Intralogistics and IT Planning  
Tel. +49 231 9743-562  
julius.mackowiak@  
iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML,  
Sebastian Beierle

# Alles im CASTN!

## / Ship anything with CASTN!

Der Onlinehandel unterliegt einem stetigen Wandel. Aktuelle Trends und saisonale Schwankungen beeinflussen die Artikel- und Auftragsstruktur im Versandhandel. Mit der steigenden Vielfalt an Produkten und der variierenden Auftragsstruktur wächst mit der Zeit auch das Spektrum an Versandkartonagen. Obwohl die zur Verfügung stehenden Verpackungen immer vielfältiger werden, nimmt der Volumennutzungsgrad häufig ab. Das liegt vor allem daran, dass Verpackungen häufig nicht auf die veränderten Anforderungen (z. B. Abmessungen, Gewichte) der Produkte abgestimmt sind.

Die Optimierungssoftware CASTN (Carton Set Optimization) bietet Abhilfe, indem sie einen kundenindividuellen Trade-off aus der Anzahl an Kartonagen und dem erreichten Volumennutzungsgrad bestimmt. Die Berechnung erfolgt dabei auf Basis der Artikel- und Auftragsstruktur und des vorhandenen Verpackungsspektrums. Für den Kunden ergibt sich daraus ein optimiertes Versandkartonage-Set inklusive relevanter Kennzahlen und Visualisierungen.

Ein höherer Volumennutzungsgrad – also weniger Luft versenden – bedeutet geringere Kosten für Bestellung und Lagerung, niedrigere CO<sub>2</sub>-Emissionen beim Transport und nachhaltigeres Verpacken, da weniger Kartonage- und Füllmaterialien anfallen und somit auch weniger Verpackungsmüll entsteht.

Die Optimierungssoftware CASTN ist in erster Linie für Versandhändler und Unternehmen gedacht, die eine Vielzahl unterschiedlicher Artikel versenden, einen hohen Verpackungsaufwand und hohe Beschaffungskosten haben oder mit einer komplexen und historisch gewachsenen Verpackungsstruktur konfrontiert sind.

Der Großhändler NORDWEST Handel AG und der Online-Anbieter Babymarkt.de GmbH haben das vom Fraunhofer »Leistungszentrum Logistik und IT« geförderte Entwicklungsprojekt während der Projektlaufzeit von Juli 2022 bis Februar 2023 begleitet.

/ Online retail is constantly changing. Current trends and seasonal variations affect product and order structures in the mail order shopping sector. With increasing product diversity and a variable order structure, the range of shipping boxes is also growing over time. Although the types of packaging available are becoming increasingly diverse, in many cases the degree of volume utilization is falling. This is largely because packaging is often not suited to changing product requirements (e.g. dimensions, weight).

That is where the optimization software package CASTN (Carton Set Optimization) comes in, by identifying a customer-specific trade-off between the number of boxes and the degree of volume utilization obtained. The calculation is based on the article and order structure and the available range of packaging. For customers, this means an optimized shipping carton set including relevant key figures and visualizations.

A high degree of volume utilization – which means shipping less air – leads to lower ordering and storage costs, lower CO<sub>2</sub> emissions during transportation and more sustainable packaging, because less cardboard and filling material is used and therefore less packaging waste is produced.

The CASTN optimization software package is primarily intended for online retailers who ship a variety of different products, use a lot of packaging and have high procurement costs or are confronted with a complex packaging structure that has grown over time.

The wholesaler NORDWEST Handel AG and the online supplier Babymarkt.de GmbH have supported the development project, which is funded by the Fraunhofer "Center of Excellence Logistics and IT," for its entire duration from July 2022 to February 2023.



## Kontakt / Contact

Ralf Wunderlich  
Verpackungs- und  
Handelslogistik / Packaging  
and Retail Logistics  
Tel. +49 231 9743-301  
ralf.wunderlich@  
iml.fraunhofer.de

Lukas Lehmann M. Sc.  
Verpackungs- und  
Handelslogistik / Packaging  
and Retail Logistics  
Tel. +49 231 9743-318  
lukas.lehmann@  
iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML, Sebastian Beierle

# Palette nach Plan / Pallets as planned

Das Fraunhofer IML hat einen der weltweit führenden Automobilzulieferer bei der Entwicklung einer Sonderpalette für die Lagerung von Reifen für ein neues, sich noch in der Planung befindliches vollautomatisiertes Reifenlager unterstützt.

Ein Kernelement des von Oktober 2021 bis Februar 2022 laufenden Projekts war es, die verschiedenen Anforderungen an die Spezialpalette zu definieren und diese in ein Lastenheft zu überführen. Dazu gehörten unter anderem Festigkeitsanforderungen für die Lagerung und das Handling auf der vollautomatischen Förder- und Lagertechnik, aber auch Anforderungen an die Sicherheit und den Brandschutz.

Basierend auf den Ergebnissen und unter Berücksichtigung nationaler und internationaler Standards entwickelte das Projektteam auch einen detaillierten Prüfplan für die notwendigen Belastungstests der neuen Palette. Das entwickelte Lastenheft dient dem Kunden nun als Grundlage für die Hersteller- und Lieferantensuche.

/ Fraunhofer IML has supported one of the world's leading automotive suppliers in developing a special pallet for storing tires, for use in a new, fully automated tire warehouse that is currently being planned.

A key element of the project, which ran from October 2021 to February 2022, was to define the various requirements for the special pallet and translate them into requirements specifications. They included strength requirements for storage and handling on the fully automated conveying and storage technology, but also safety and fire prevention requirements.

The project team used the results as well as national and international standards as the basis for developing a detailed test plan for the necessary stress tests of the new pallet. The resulting requirements specification can now be used by customers when searching for manufacturers and suppliers.



© Fraunhofer IML, Sebastian Beierle

### Kontakt / Contact

Lukas Lehmann M. Sc.  
Verpackungs- und  
Handelslogistik / Packaging  
and Retail Logistics  
Tel. +49 231 9743-318  
lukas.lehmann@  
iml.fraunhofer.de

Jan-Philipp Jarmer M. Sc.  
Umwelt und Ressourcen-  
logistik / Environment and  
Resource Logistics  
Tel. + 49 231 9743-361  
jan-philipp.jarmer@  
iml.fraunhofer.de

## Verpackung? Nachhaltig! / Packaging? Sustainable!

Die Vaillant Deutschland GmbH & Co. KG ist einer der führenden europäischen Hersteller für Heiz-, Lüftungs- und Klimatechnik. Da Nachhaltigkeit und Klimaschutz zu ihrer Unternehmensphilosophie gehören, hat die Vaillant Group das Fraunhofer IML im Zeitraum Juli 2021 bis Februar 2022 mit der Entwicklung einer nachhaltigen Verpackungsstrategie beauftragt.

Grundlage dafür war die exemplarische Analyse zweier bestehender Verpackungskonzepte von Vaillant. Diese beinhaltete eine ökologische Bewertung der aktuellen und zukünftigen Verpackungskonzepte und eine ausführliche Marktanalyse zu nachhaltigen Verpackungsalternativen. Produktschutz, Verpackungskosten, Materialverfügbarkeit und Umsetzbarkeit im Einsatzbereich bei Vaillant standen dabei im Fokus.

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse gelang es, Alternativkonzepte für nachhaltige Produktverpackungen zu erarbeiten und diese hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Auswirkungen mit den bestehenden Lösungen zu vergleichen. Als Ergebnis ist eine nachhaltige Verpackungsstrategie für Vaillant entstanden.

/ Vaillant Deutschland GmbH & Co. KG is one of the leading European manufacturers of heating, ventilation and air conditioning systems. Sustainability and climate protection are part of the corporate philosophy of the Vaillant Group. It was this that led the group to task Fraunhofer IML with developing a new packaging strategy over the period from July 2021 to February 2022.

This was based on an analysis of two examples of existing Vaillant packaging concepts. The analysis included an environmental assessment of current and future packaging concepts, and a thorough market analysis of sustainable packaging alternatives. It focused in particular on product protection, packaging costs, material availability and practical feasibility at Vaillant.

The results obtained were used as a basis for developing alternative concepts for sustainable product packaging and comparing their environmental and economic impacts with those of existing solutions. The result was a sustainable packaging strategy for Vaillant.



## Kontakt / Contact

Dr.-Ing. Arkadius Schier  
Innovationslabor für Batterie-  
Logistik in der E-Mobilität /  
Innovationlab for Battery  
Logistics in Electromobility  
Tel. +49 231 9743-481  
arkadius.schier@  
iml.fraunhofer.de

Max Plotnikov M. Sc.  
Innovationslabor für Batterie-  
Logistik in der E-Mobilität /  
Innovationlab for Battery  
Logistics in Electromobility  
max.plotnikov@  
iml.fraunhofer.de

© Adobe Stock, xiaoliangge



# Neue Impulse für die Batterielogistik

## / Fresh momentum for battery logistics

Die Batterielogistik gehört aktuell zu den wichtigsten Forschungsbereichen in der Branche. Wegen ihres Beitrags zur Energie- und Mobilitätswende ist sie ein Thema mit hoher Relevanz für Wirtschaft und Gesellschaft. Das neue »Innovationslabor für Batterie-Logistik in der E-Mobilität« (kurz: InnoLogBat) hat 2022 erste anwendungsbezogene Grundlagen dafür geschaffen, Transport, Lagerung und die Lieferkette von Lithium-Ionen-Batterien für E-Fahrzeuge umweltschonend und zirkulär zu gestalten.

Zu den Grundlagen gehört eine Analyse des Batterielebenszyklus aus logistischer Perspektive, die gemeinsam mit den Forschungsinstitutionen Fraunhofer HHI und Universität Leipzig und den Industriepartnern – Remondis Industrie Service, Rhenus Automotive sowie Mercedes-Benz Energy – entstanden ist und als Whitepaper vorliegt. Zudem erstellten die Forschenden einen Leitfaden zur Definition von Batteriezuständen. Dieser beinhaltet klare Vorgaben, wann eine Batterie als »kritisch« zu betrachten ist. Praktische Informationen zum Handling von Lithium-Ionen-Batterien im Lager sind nun auch integriert in das Virtual-Reality-Training für Gabelstaplerfahrer »LiftNick« des Fraunhofer IML. Gleichzeitig wurden erste Gespräche mit Organisationen, Verbänden und Behörden geführt, um den derzeitigen Flickenteppich der rechtlichen Rahmenbedingungen im Bereich der Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien in einen einheitlichen Standard zu überführen.

Darüber hinaus stellten die Forschenden die Weichen für Transferprojekte mit dem Ziel, kleine und mittlere Unternehmen auf Basis der Forschungsergebnisse aus dem Innovationslabor für die neuen Anforderungen und die Relevanz der Kreislaufwirtschaft zu sensibilisieren. Die Unternehmen können dabei anhand eines konkreten Anwendungsfalls in ihrem Betrieb neue Technologien zur Kreislaufwirtschaft mit Unterstützung der Wissenschaft testen.

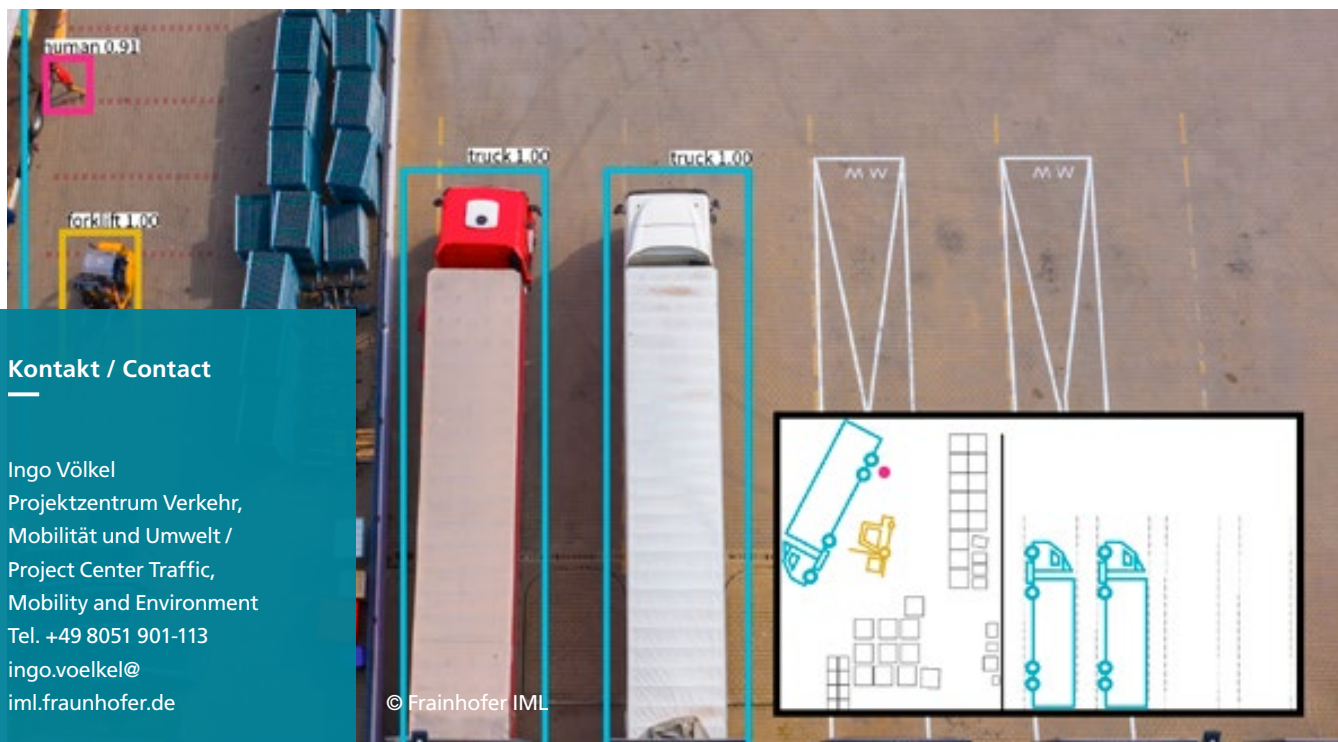
/ Battery logistics is currently one of the most important areas of research in the industry. Because of its contribution to the energy and mobility transition, it is a highly relevant topic for industry and for society as a whole. In 2022, the new Innovation Lab for Battery Logistics in Electromobility (InnoLogBat) laid the first practical foundations for designing the transportation, storage and supply chain of lithium-ion batteries for electric vehicles in an environmentally friendly and circular way.

These foundations include an analysis of the battery life cycle from a logistical perspective, which was compiled and published as a white paper together with the research institutions Fraunhofer HHI and University of Leipzig and the industry partners Remondis Industrie Service, Rhenus Automotive and Mercedes-Benz Energy. The researchers also created a guide to define battery status with clear specifications for when a battery should be regarded as "critical." Practical information on handling lithium-ion batteries in the warehouse has now been incorporated into the Fraunhofer IML "LiftNick" virtual reality training program for forklift truck drivers. Meanwhile, initial discussions have been held with organizations, associations and authorities on transforming the current patchwork of legal regulations for the storage of lithium-ion batteries into a uniform standard.

The researchers have also laid the groundwork for transfer projects with the aim of raising awareness among small and medium-sized enterprises for the new requirements and the importance of the circular economy, using the results of the innovation lab's research as a basis. The enterprises can take a specific use case from their business operations to test new circular economy technologies with support from research.



Projektseite



### Kontakt / Contact

Ingo Völkel  
 Projektzentrum Verkehr,  
 Mobilität und Umwelt /  
 Project Center Traffic,  
 Mobility and Environment  
 Tel. +49 8051 901-113  
 ingo.voelkel@  
 iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML

## KI verfolgt Transporteinheiten auf dem Betriebshof / AI follows transportation units at the depot

Zwischen Intralogistiksystemen und den Echtzeitgegebenheiten auf Betriebshöfen und Umschlagterminals besteht eine digitale Informationslücke. Um diese zu schließen, wurde »Yard LENSE« (Yard Localisation ENabling Safety and Efficiency) im Rahmen der Silicon Economy im September 2022 ins Leben gerufen. Ziel ist es, dass zu jedem Zeitpunkt die Position jeder Transporteinheit auf dem Hof bekannt ist. Dafür sollen bestehende Yard-Management-Systeme durch eine Kontrollkomponente erweitert werden, die vollständige Transparenz schafft. Konkret handelt es sich um ein KI-basiertes Werkzeug, das sich nahtlos zwischen bestehende Systeme einfügt und die Transporteinheiten auf dem Hof erkennt und verfolgt. Beteiligt sind Mitarbeitende aus den Bereichen Verkehr, Mobilität & Umwelt, Intralogistik & -IT Planung, Software & Information Engineering, Produktionslogistik sowie Informationslogistik & Assistenzsysteme. Dank erster Interessierter aus der Industrie konnte das Team um Yard LENSE bereits wertvollen Input für die Weiterentwicklung sammeln.

/ There is a digital information gap between intralogistics systems and the real-time conditions at depots and transit terminals. "Yard LENSE" (Yard Localisation ENabling Safety and Efficiency) was created in September 2022 as part of the Silicon Economy to close that gap. Its aim is to ensure that the position of each transportation unit at the depot is known at all times. This will be achieved by adding a monitoring component to existing yard management systems to create full transparency. Specifically, the component is an AI-based tool that fits seamlessly between existing systems and identifies and follows the transportation units at the depot. Those involved are employees in the fields of transportation, mobility and environment; intralogistics and IT planning; software and information engineering; production logistics, and information logistics and assistance systems. Thanks to initial interest from industry, the Yard LENSE team has already been able to gather valuable input for further development.



© Fraunhofer IML

## TÜV-Siegel für Verpackungslabor / TÜV certification for test laboratory

Hygienepaletten aus Kunststoff sind ein wichtiger Bestandteil der Supply Chain bei der Herstellung und dem Vertrieb von Lebensmitteln wie Fleisch- und Wurstwaren. Die DIN CERTCO hat das Verpackungslabor erneut als Prüflaboratorium für diese Hygienepaletten anerkannt. Basis für die erneute Anerkennung war das nach Vorgaben von DIN CERTCO und industriellen Partnern entwickelte interne Qualitätsmanagementsystem.

/ Hygienic plastic pallets are an important part of the supply chain when it comes to producing and distributing foodstuffs such as fresh and prepared meat products. DIN CERTCO has once again approved the packaging lab as a test laboratory for these hygienic pallets. The recertification was based on the internal quality management system, which was developed to the specifications of CERTCO and industrial partners.



Projektseite



© Adobe Stock, Ngampol

## Sicher im Netz – Projekt zum Schutz von E-Commerce-Teilnehmern abgeschlossen / Online security – a project to protect participants in e-commerce

Ziel des EU-weiten Projekts »Ensuresec« war es, einen ganzheitlichen Schutz für das E-Commerce-Ökosystem zu entwickeln. Das Fraunhofer IML und weitere Partner haben ein Open-Source-Toolkit erarbeitet, das Schwachstellen im System erkennt, Angriffe identifiziert und Vorschläge liefert, um die Auswirkungen dieser zu minimieren. Ergänzend gibt es eine Website, um das IT-Sicherheitsverständnis zu schulen.

/ The aim of the EU-wide "Ensuresec" project was to develop an integral protection solution for the e-commerce ecosystem. Fraunhofer IML and other partners have developed an open-source toolkit to detect weaknesses in the system, identify attacks and propose ways to minimize their impacts. There is also an accompanying website which aims to promote a good understanding of IT security.



Projektseite



# Unternehmenslogistik / Enterprise Logistics



© Adobe Stock, Gorodenkoff





## Kontakt / Contact

Dr. Saskia Sardesai  
Unternehmenslogistik /  
Enterprise Logistics  
Tel. +49 231 9743-196  
saskia.sardesai@  
iml.fraunhofer.de

© Adobe Stock, tonyv3112

# Krisen als Chance wahrnehmen / Crisis can provide opportunities

Die Krisen der letzten Jahre haben wachgerüttelt und zum Umdenken bewogen. Eine Abfolge verschiedener Maßnahmen und Ereignisse brachte Containerkreisläufe aus dem Gleichgewicht und Lieferketten haben Schwankungen mit langfristigen Auswirkungen erfahren müssen. Unter anderem liegen die Transportkosten weiterhin auf einem hohen Niveau und Lieferengpässe sind noch vorhanden.

Für Unternehmen gilt es, die Lieferketten mit der Produktion zu koordinieren und mit Resilienz auszustatten. Resilienz bedeutet hier, Lieferketten und Produktion auf interne und externe Einflüsse einzustellen, die Gesamtleistung der Lieferkette aufrechtzuerhalten und die Chance zu nutzen, Prozesse adaptiv anzupassen und zu verbessern. Dazu braucht es Agilität in der Organisation und Flexibilität in den Prozessen.

Das Fraunhofer IML unterstützt Unternehmen beim Aufbau von Resilienz. Zu den verschiedenen Beiträgen aus 2022 gehört exemplarisch die Anwendung eines Index zur Bewertung der Supply-Chain-Resilienz.

/ Companies have learned from the latest crisis and revised their strategies. A series of different actions and events have caused an off balance to container cycles, and supply chains have been subjected to fluctuations with long-term impacts. We still face high costs of transportation and several bottlenecks in the supply chain.

Accordingly, it is important for businesses to interlink material supply with production and to enhance them with resilience. In this context, resilience expresses an adjustment of supply chains and production to internal and external influences, while maintaining the overall performance of the supply chain. Resilient supply chains utilise the opportunity of disruptions to adapt, change and improve processes. This requires an agile organization and flexible processes.

Fraunhofer IML supports companies in setting up and evaluating resilient processes. In 2022, Fraunhofer made various contributions including, e.g., an index to assess supply chain resilience.

## Aktuelle Veröffentlichungen zum Thema / Current publications on the topic

- Supply Chain Resilience (Buch / ISBN: 978-3-031-16489-7)
- Transformation von Lieferketten (Whitepaper)
- Maintaining viability by rapid supply chain adaptation using a process capability index (Paper)
- Bewertung und Verbesserung der Robustheit des Servicelevels unter Risiken (Buch / ISBN: 978-3-658-38951-2)



### Kontakt / Contact

Dipl.-Kfm. Dietmar Ebel  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-608  
dietmar.ebel@  
iml.fraunhofer.de

Johanna Kippenberger M. Sc.  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-440  
johanna.kim.kippenberger@  
iml.fraunhofer.de

© Adobe Stock,  
Rawpixel.com

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## ResKriVer: Sicher durch die Krise / ResKriVer: Getting safely through a crisis

Das seit Juni 2021 laufende Projekt »ResKriVer – Kommunikations- und Informationsplattform für resiliente, krisenrelevante Versorgungsnetze« zielt darauf ab, die Versorgung und Kommunikation, insbesondere in Krisensituationen, effektiver und effizienter bewältigen zu können. In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Projekt soll ein Ökosystem aus KI-basierten Diensten geschaffen werden, die krisenrelevante Informationen sammeln, analysieren, verfügbar machen und darstellen.

Das Fraunhofer IML arbeitet an der Entwicklung des ResKriVer-Dienstes »Evaluierung der Versorgungssicherheit«, bei dem das Supply-Chain-Simulationstool »OTD NETWORK« zum Einsatz kommt. Durch die Kopplung der Simulation mit KI-Ansätzen wird zuerst eine Bewertung der Krisensituation und ihrer Auswirkungen auf das betrachtete Liefernetzwerk durchgeführt. Entsteht eine Engpasssituation, so werden im nächsten Schritt Vorschläge zur Sicherung der Versorgung generiert, evaluiert und den Nutzerinnen und Nutzern detailliert dargestellt.

/ The "ResKriVer – communication and information platform for resilient, crisis-relevant supply networks" has been running since June 2021 and aims to manage supply and communication processes more effectively and efficiently, particularly in crisis situations. The project, funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK), is creating an ecosystem of AI-based services that will collect crisis-related information, analyze it, make it available and present it.

Fraunhofer IML is working on developing the ResKriVer service "Evaluation of Supply Security" using the "OTD NETWORK" supply chain simulation tool. In combination with AI approaches, the simulation first performs an analysis of the crisis situation and its impacts on the supply network under consideration. If a bottleneck arises, the simulation then generates proposals for securing the supply, evaluates those proposals and presents them in detail to users.





#### Kontakt / Contact

Nikolas Moroff M. Sc.  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-290  
nikolas.moroff@  
iml.fraunhofer.de

Dipl.-Kfm. Dietmar Ebel  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-608  
dietmar.ebel@  
iml.fraunhofer.de

## Proof of Value zur Systembewertung bei der Sanacorp / Proof of value for system evaluation at Sanacorp

Im Jahr 2022 hat das Fraunhofer IML bei einem der führenden deutschen Großhändler für Pharmazeutika und anderen medizinischen Artikeln, der Sanacorp Pharmahandel GmbH, einen »Proof of Value« für die Evaluierung von Bestellsystemen unterstützt. In gemeinsamen Workshops mit der Sanacorp wurden User Stories für die Anforderungsdefinition ausgearbeitet und detaillierte Rechenmodelle entwickelt, um den potenziellen Mehrwert eines neuen Bestellsystems zu quantifizieren. Anfang 2023 soll es in die nächste Phase des Projekts gehen, in der die einzelnen Funktionsbereiche eines neuen Bestellsystems mit unterschiedlichen Systemanbietern mithilfe eines Demo-Systems simuliert und beurteilt werden. Ziel soll es am Ende des Projekts sein, eine differenzierte und datenbasierte Aussage darüber treffen zu können, ob und in welchem Maße eine neue Softwarelösung einen Mehrwert im Geschäftsumfeld der Sanacorp bringen kann.

/ In 2022, Fraunhofer IML provided support for a “proof of value” for the evaluation of ordering systems at one of Germany’s leading wholesalers of pharmaceuticals and other medical products, Sanacorp Pharmahandel GmbH. In joint workshops with Sanacorp, user stories were formulated for the definition of requirements and detailed computational models were developed to quantify the potential added value of a new ordering system. The next phase of the project is set to begin in early 2023, involving the simulation and assessment of the individual functional areas of a new ordering system with different system providers by means of a demo system. The aim at the end of the project is to be able to make a differentiated and data-based statement on whether and to what extent a new software solution can create added value in Sanacorp’s business environment.



## Kontakt / Contact

Dipl.-Ing. Ralf Erdmann  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-160  
ralf.erdmann@  
iml.fraunhofer.de

© Adobe Stock, Tomasz Zajda

# Perspektiven zur Zukunft des Bauens / Perspectives on the future of construction

Die Bauwirtschaft steht in vielerlei Hinsicht im Zentrum der Betrachtung: Ein immer größer werdender Bedarf an Gebäuden und Wohnungen trifft auf knappe Rohstoffressourcen, Risiken in den Lieferketten, Fachkräftemangel und eine hohe Klimarelevanz im Bauprozess und Gebäudebetrieb. Die Vonovia SE als großes Wohnungsunternehmen hat deshalb die Initiative für einen Dialog mit Akteuren der Branche und der Politik gestartet, um Chancen für eine nachhaltige Zukunft des Bauens und Wohnens als essenzielles Bedürfnis der Menschen aufzuzeigen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft begleitet diesen Dialog mit fachlicher Expertise; das Fraunhofer IML bringt dabei die Erfahrung im Umfeld von Logistik, Lieferketten, Prozessgestaltung und Digitalisierung ein. Die Erkenntnis, dass in Deutschland für den Bau und den Betrieb von Gebäuden insgesamt rund 40 % des Energieverbrauchs und 70 % des Rohstoffabbaus eingesetzt werden, zeigt, wie wichtig der Fokus auf diese Branche für die Zukunft unserer Lebensgrundlagen ist.

/ The construction industry is attracting attention in a number of respects: A growing demand for housing and other buildings is running up against the scarcity of raw materials, risks in supply chains, a shortage of skilled workers and the major impact of the construction process and the operation of buildings on climate change. As a large housing business, Vonovia SE has therefore taken the initiative and started a dialogue with players in the industry and in politics to highlight the opportunities for a sustainable future for construction and housing as an essential human need.

The Fraunhofer-Gesellschaft is supporting this dialogue with specialist expertise; Fraunhofer IML is providing experience in the fields of logistics, supply chains, process organization and digital transformation. The fact that around 40% of total energy consumption and 70% of raw material extraction in Germany is used in the construction and operation of buildings shows how important it is for the future of our society to focus on this industry.



© Fotolia, Peter Galbraith

#### Kontakt / Contact

Dipl.-Kffr. Katharina Kompalka  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-428  
katharina.kompalka@  
iml.fraunhofer.de

Dipl.-Kfm. Dietmar Ebel  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-608  
dietmar.ebel@  
iml.fraunhofer.de

## Auswahl von ERP-Systemen mit ERP LOGISTICS / Selection of ERP systems with ERP LOGISTICS

Das Fraunhofer IML verfolgt die Entwicklung auf dem Markt für ERP-Systeme seit vielen Jahren. Hierfür entstand bereits 2004 das Online-Portal ERP LOGISTICS. Seitdem sammelt das ERP-Team in zahlreichen Auswahl- und Implementierungsprojekten praktische Erfahrungen, die durch regelmäßige wissenschaftliche Marktstudien ergänzt werden. Dieses Know-how fließt fortlaufend in die Aktualisierung der Inhalte von ERP LOGISTICS ein. Nach der jüngsten technischen Umstellung sind in der ERP-Datenbank für den herstellerneutralen Vergleich von ERP-Systemen aktuell mehr als 20 Anbieter gelistet. Online stehen validierte Systemprofile sowie ergänzende Produktinformationen und Projektreferenzen zur Verfügung. Komplettiert wird das Angebot auf ERP LOGISTICS durch die Bereitstellung von Downloads von Studien und ERP-Whitepaper des Fraunhofer IML. Auf diese Weise bietet das Fraunhofer IML Unternehmen auf der Suche nach einem passenden ERP-System mehrere sich ergänzende Instrumente für den Auswahlprozess an.

/ Fraunhofer IML has been following developments on the ERP systems market for many years. To this end, the ERP LOGISTICS online portal was created in 2004. Since then, the ERP team has been gathering practical experience in numerous selection and implementation projects and supplementing that experience with regular scientific market studies. This expertise is continuously used to update the content of ERP LOGISTICS. Since the most recent technical changeover, there are now more than 20 providers listed in the ERP database for the manufacturer-neutral comparison of ERP systems. Validated system profiles and supplementary product information and project references are available online. In addition, ERP LOGISTICS provides downloads of studies and ERP white papers by Fraunhofer IML. In this way, Fraunhofer IML can offer businesses that are searching for a suitable ERP system multiple instruments for the selection process that complement each other.



## Zielbild für einen resilienten Auftragsabwicklungsprozess bei der BMW Group

---

Was wird in den nächsten Jahren passieren? Welche Chancen und Herausforderungen konfrontieren uns in naher Zukunft? Die letzten Jahre haben gezeigt, dass Unternehmen in einem sich stetig wandelnden Umfeld agieren. Sowohl interne Faktoren wie organisatorische Anpassungen als auch externe Faktoren wie technologischer Fortschritt oder veränderte politische Rahmenbedingungen treiben eine Transformation der logistischen Prozesse und erfordern deren Resilienz. Vor diesem Hintergrund beauftragte die BMW Group seinen strategischen Partner, das Fraunhofer IML, mit der Entwicklung eines Zielbildes für den Aufbau eines resilienten Auftragsabwicklungsprozesses.

Als Grundlage generierten die Forschenden Zukunftsszenarien und führten ein Benchmark durch. Ein Vorgehen aus dem abgeschlossenen EU-Forschungsprojekt »Next-Net« ermöglichte die Generierung plausibler Szenarien: Anhand einer umfassenden Umfeldanalyse mittels Desk Research und Expertengesprächen konnten Megatrends und Trends aus den PESTEL-Dimensionen (politisch, ökonomisch, sozial,

technologisch, ökologisch, rechtlich) identifiziert werden. Aus den identifizierten Trends wurden Projektionen gebildet und eine Cross-Impact-Analyse durchgeführt, um daraus Szenarien abzuleiten.

Ebenso prüften und positionierten die Forschenden benchmarkrelevante Unternehmen hinsichtlich dieser Trends. Der Benchmark erfolgte anhand einer Desk Research sowie von Interviews. Erfolgreich konnte aus den Ergebnissen der Umfeldanalyse, der Szenariengenerierung und des Benchmarks ein Zielbild für den Auftragsabwicklungsprozess der Zukunft abgeleitet werden. Ein Teil der Resultate wird in einem Whitepaper zu lesen sein.



### Kontakt / Contact

Dr. Saskia Sardesai  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-196  
saskia.sardesai@  
iml.fraunhofer.de

Johanna Kippenberger M. Sc.  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-440  
johanna.kim.kippenberger@  
iml.fraunhofer.de

Felix Schreckenberger M. Sc.  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-409  
felix.schreckenberger@  
iml.fraunhofer.de

## / Targets for a resilient order execution process at the BMW Group

/ What will happen over the coming years? What opportunities and challenges will we face in the near future? The last few years have shown that companies are doing business in a constantly changing environment. Internal factors such as organizational adjustments, as well as external factors like technological progress or changing political conditions are driving the transformation of logistical processes and requiring them to be resilient. It was with this in mind that the BMW Group tasked its strategic partner, Fraunhofer IML, with developing targets for establishing a resilient order execution process.

The researchers laid the foundation by generating future scenarios and carrying out a benchmarking process. A procedure from the completed EU research project "Next-Net" made it possible to generate plausible scenarios: A comprehensive analysis of the environment through desk research and discussions with experts allowed megatrends and trends in the PESTEL (political, economic, social, technological, ecological, legal) dimensions to be identified. The trends that were

identified were then used to draw up projections and carry out a cross-impact analysis from which scenarios could be derived.

The researchers also tested and positioned businesses that were relevant to the benchmarking process with respect to these trends. The benchmarking took the form of desk research and interviews. The results of the analysis, the scenario generation and the benchmarking were successfully used to create targets for the order execution process of the future. A selection of the results will be presented in a white paper.



## Kontakt / Contact

Susanne Klöcker M. Sc.  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-437  
susanne.kloecker@  
iml.fraunhofer.de

Felix Schreckenber M. Sc.  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-409  
felix.schreckenber@  
iml.fraunhofer.de

Ministerium für Wirtschaft,  
Industrie, Klimaschutz und Energie  
des Landes Nordrhein-Westfalen



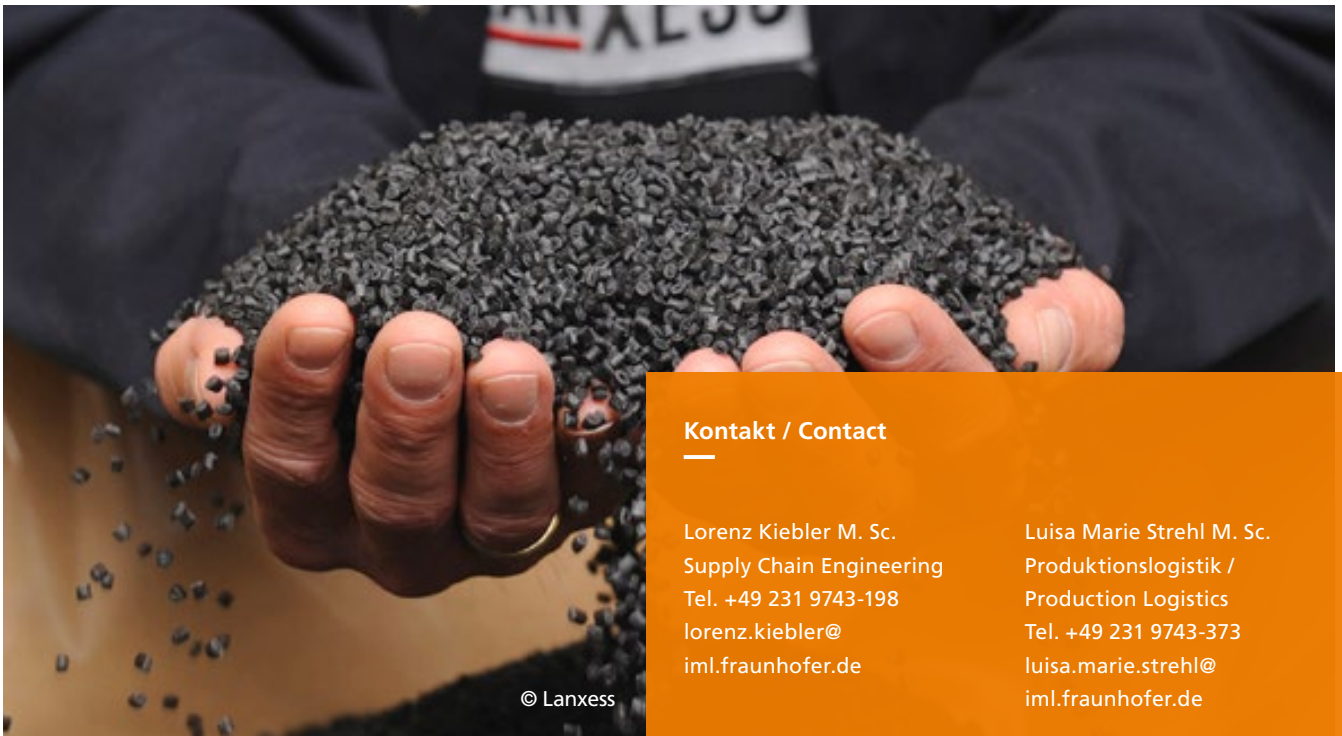
## »Move« behält komplexe Wertschöpfungsnetzwerke im Griff / "Move" keeps complex value creation networks under control

Weil Abhängigkeiten zwischen den Akteuren innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes wachsen und daraus Wechselwirkungen entstehen, vergrößert sich die Planungskomplexität. Das im letzten Jahr laufende Projekt »Maschinelle Intelligenz für die Optimierung von Wertschöpfungsnetzwerken« (Move) beschäftigt sich mit der Entwicklung datenbasierter Lösungen für diese Herausforderungen. Das Fraunhofer IML wirkt neben weiteren Forschungs- und Industriepartnern aus Ostwestfalen-Lippe seit 2020 mit.

Die Forschenden verfolgen neben Optimierungsansätzen auch simulative Ansätze. Zum Einsatz kommt z. B. das IML-intern entwickelte Simulations-Tool »OTD-Netzwerk«, das Daten synthetisch generiert. Diese Daten können z. B. von maschinellen Lernverfahren zur Netzwerkoptimierung genutzt werden. Weitere praktische Anwendungsfälle zielen darauf ab, vorhandene Datenquellen zur Vorhersage von Bedarfen oder Lieferzeiten zu verwenden. Bei der Erarbeitung der Use Cases entwerfen die Forschenden auch Methoden, die den Transfer der Lösungen insbesondere im Umfeld von KMU unterstützen sollen.

/ Because the interdependencies between those involved in a value creation network are growing and giving rise to interactions, planning processes are becoming more complex. The project "Machine Intelligence for the Optimization of Value Creation Networks" (Move), which has been running for the past year, deals with the development of data-based solutions to these challenges. Fraunhofer IML has been working on this alongside other research and industry partners from the Ostwestfalen-Lippe region since 2020.

In addition to optimization, the researchers also pursue simulative approaches. For example, the simulation tool "OTD-Network", which was developed in-house at IML, is used to generate data synthetically. This data can be used, for example, by machine learning methods for network optimization. Other practical use cases are aimed at using existing data sources to predict demand or delivery times. In drawing up the use cases, the researchers are also developing methods to support the transfer of the solutions, particularly in SME settings.



#### Kontakt / Contact

Lorenz Kiebler M. Sc.  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-198  
lorenz.kiebler@  
iml.fraunhofer.de

Luisa Marie Strehl M. Sc.  
Produktionslogistik /  
Production Logistics  
Tel. +49 231 9743-373  
luisa.marie.strehl@  
iml.fraunhofer.de

© Lanxess

## Optimierte softwaregestützte Planung der Supply Chain bei LANXESS HPM

### / Optimized software-based planning system for the supply chain at LANXESS HPM

Einer der größten Produzenten für technische Thermoplaste ist die Business Unit High Performance Materials des Spezialchemie-Konzerns LANXESS. Das Fraunhofer IML hat die Business Unit beim Auswahlprozess für eine optimierte softwaregestützte Planung der eigenen Wertschöpfungskette begleitet. Die weltweite und stark rückwärts integrierte Supply Chain für technische Kunststoffe umfasst den gesamten Wertschöpfungsprozess von der Rohstoffherstellung bis hin zu granulatförmigen Compounds.

Ziel des Projekts war es, neue Softwarelösungen für eine integrierte Planung auf einer einheitlichen Datenbasis zu identifizieren und somit Prozesse weiter zu automatisieren. Nach einer Ist-Analyse definierte das Projektteam die funktionalen, prozessualen und technischen Anforderungen an das Supply Chain Planning. Auf Grundlage der Anforderungen evaluierte es bestehende Standardlösungen. Abschluss des Projekts ist der multikriterielle Vergleich der Marktlösungen und eine Empfehlung des Fraunhofer IML für die weiteren Schritte im Rahmen der Implementierung.

/ One of the largest producers of engineering thermoplastics is the High Performance Materials business unit at the specialty chemicals group LANXESS. Fraunhofer IML has supported the business unit in the process of selecting an optimized software-based planning system for its own value chain. The worldwide and highly backward-integrated supply chain for engineering plastics encompasses the entire value creation process, from raw material production to granular compounds.

The aim of the project was to identify new software solutions for integrated planning on the basis of uniform data so that processes could be further automated. Following an analysis of the existing situation, the project team defined the functional, process-related and technical requirements for supply chain planning. On the basis of the requirements, the team evaluated existing standard solutions. The project will conclude with a multi-criterion comparison of the market solutions and a recommendation from Fraunhofer IML with regard to the next steps for implementation.



© Adobe Stock, Tierney

## Transfer-X / Transfer-X

Im Dezember fand der offizielle Projekt-Kickoff von Transfer-X statt. Ziel dieses Projektes ist der Aufbau eines Transformations-Hubs, der Forschungsergebnisse aus Digitalisierungsprojekten der Automobil- und Zulieferindustrie leicht verständlich für KMU zugänglich machen soll. Transfer-X beschleunigt den Wissenstransfer zwischen Forschung und Industrie und unterstützt die Digitalisierung des Mittelstands.

/ In December, the official Transfer-X project kick-off took place. The aim of this project is to build a transformation hub that makes research results from digitisation projects in the automotive and supplier industry accessible and understandable to SMEs. Transfer-X accelerates the knowledge transfer between research and industry and supports the digitisation of SMEs.



Projektseite



© Adobe Stock, scharfsinn86

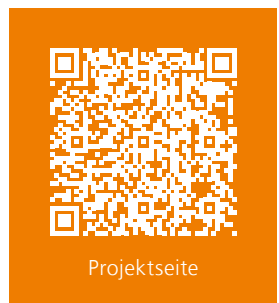
## Digitale Transformation mit neuem ERP-System / Digital transformation with new ERP system

Die Energetik Solartechnologie Vertrieb GmbH ist ein erfolgreicher Großhändler für Solarmodule, Speichersysteme, Wechselrichter, Produkte rund um Elektromobilität und entsprechendes Zubehör.

Das Fraunhofer IML hat Energetik gemeinsam mit dem Fraunhofer IOSB-INA bei der digitalen Transformation der Geschäftsprozesse begleitet und fachlich bei der Auswahl eines neuen ERP-Systems unterstützt.

/ Energetik Solartechnologie Vertrieb GmbH is a successful wholesaler of solar modules, storage systems, inverters, electromobility products and related accessories.

Together with Fraunhofer IOSB-INA, Fraunhofer IML accompanied Energetik in the digital transformation of its business processes and provided technical support in the selection of a new ERP system.



Projektseite





© Adobe Stock, Christian Camus

## Digitale Transformation und Resilienzsteigerung / Digital transformation and resilience enhancement

Die Wilhelm Wernecke GmbH & Co. KG Produzent von Gabelköpfen und von Dreh- und Frästeilen für unterschiedliche Branchen, hat ihre digitale Unternehmensstruktur den komplizierter werdenden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen angepasst. Nach umfassender Prozessanalyse und Optimierung der internen und externen Informationsflüsse erfolgte gemeinsam mit Forschenden des Fraunhofer IML die Auswahl einer passgenauen ERP-Infrastruktur (Enterprise Resource Planning).

/ As a producer of turned and milled parts for a range of industries, Wilhelm Wernecke GmbH & Co. KG has adapted its digital business structure to deal with increasingly complex economic conditions. Following an extensive process analysis and optimization of internal and external information flows, in partnership with researchers at Fraunhofer IML the company selected a tailored ERP (enterprise resource planning) infrastructure.



Projektseite



© Adobe Stock, Travel mania

## Soziale Seite in Supply-Chain-Modellen / Social side of supply chain models

Im Oktober ist das von der EU-Kommission finanzierte Projekt ReSchape gestartet, das sich mit innovativen Entwicklungen im Supply Chain Management befasst. Ein Schwerpunkt soll auf der Analyse sozialer Auswirkungen liegen, um Lieferkettenmodelle vor dem Hintergrund aktueller Herausforderungen weiterzuentwickeln. Das Fraunhofer IML ist an dem EU-Projekt beteiligt, das von der Consiglio Nazionale delle Ricerche in Italien koordiniert wird.

/ The EU Commission-financed project ReSchape, which concerns innovative developments in supply chain management, was launched in October. It focuses in part on analyzing social impacts in order to refine supply chain models in the light of current challenges. Fraunhofer IML is part of the EU project, which is coordinated by the Consiglio Nazionale delle Ricerche in Italy.



Projektseite



## Kontakt / Contact

Dr.-Ing. Markus Witthaut  
Supply Chain Development  
& Strategy  
Tel. +49 231 9743-450  
markus.witthaut@  
iml.fraunhofer.de

© König & Bauer Durst GmbH, Martin Luggner

# Digitalisierung von Supply Chains der Verpackungsindustrie

## / Digital transformation of supply chains in the packaging industry

In einer Studie für den Druckmaschinen-Hersteller Koenig & Bauer Durst hat das Fraunhofer IML die Potenziale des Digitaldrucks für Verpackungen aus Wellpappe und Karton untersucht. Von Interesse war die gesamte Supply Chain bei Herstellung und Einsatz von Kartonverpackungen: angefangen bei der Beschaffung von Rohstoffen (Papier/Karton und Farben) über die Prozesse beim Verpackungshersteller und dessen Kunden (Markenartikler) bis hin zum Verbraucher.

Umwälzungen wie Brexit, Covid-Lockdown und der Krieg in der Ukraine sowie Veränderungen im Kaufverhalten der Verbraucher zwingen die Markenartikler dazu, ihre Lieferketten zu überdenken. Ebenso rückt für Verbraucher zunehmend die Vermeidung von Abfall während des gesamten Produktlebenszyklus in den Fokus. Für eine entsprechende Neugestaltung der Supply Chains kann die Digitalisierung einen wichtigen Beitrag leisten. Deshalb hat der Druckmaschinen-Hersteller Koenig & Bauer Durst seine Produktpalette um Digitaldruckmaschinen erweitert. Im Bereich der Faltschachtelverpackungen steht die hoch-automatisierte Inkjet-Technologie nun für industrielle Anwendungen zur Verfügung. In der Studie entwickelten die Forschenden auf Basis empirischer Daten quantitative Modelle für den Vergleich von Digital- und Analogdruck in Supply Chains der Verpackungsindustrie. Es konnte gezeigt werden, für welche Produktionslosgrößen Digitaldruck besonders geeignet ist.

Die Ergebnisse dieser Studie konnte das Projektteam im Oktober 2022 im Whitepaper »Supply chain resilience and total cost of supply chain improvements with digital printing« in der Instituts-Schriftenreihe »Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management« veröffentlichen.

/ In a study for the printing technology manufacturer Koenig & Bauer Durst, Fraunhofer IML has investigated the potential of digital printing for corrugated fiberboard and cardboard packaging. The study covered the entire supply chain for the manufacture and use of cardboard packaging, from raw material procurement (paper/cardboard and dyes) to the processes employed by the packaging manufacturer and its customers (branded product manufacturers) to the consumer.

Upheavals such as Brexit, the COVID-19 lockdown and the war in Ukraine, as well as changes in consumers' buying habits, are forcing manufacturers of branded products to rethink their supply chains. For consumers, the focus is increasingly on avoiding waste throughout the product life cycle. Digital transformation could play a key part in this restructuring of the supply chain. That is why the printing technology manufacturer Koenig & Bauer Durst has added digital printing machines to its product range. In the field of folding carton packaging, highly automated inkjet technology is now available for industrial use. In the study, the researchers used empirical data to develop quantitative models to compare digital and analog printing in supply chains in the packaging industry. The study identified the production batch sizes that were particularly good candidates for digital printing.

The results of this study were published by the project team in October 2022 in the white paper "Supply chain resilience and total cost of supply chain improvements with digital printing" in the institute publication series "Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management."



## Kontakt / Contact

Dr.-Ing. Markus Witthaut  
Supply Chain Development &  
Strategy  
Tel. +49 231 9743-450  
markus.witthaut@  
iml.fraunhofer.de

Alexander Grünewald M. Sc.  
Supply Chain Development &  
Strategy  
Tel. +49 231 9743-433  
alexander.gruenewald@  
iml.fraunhofer.de

Jan-Philip Kopka M. Sc.  
Umwelt und Ressourcen-  
logistik / Environment and  
Resource Logistics  
Tel. +49 231 9743-365  
jan-philip.kopka@  
iml.fraunhofer.de

© Hilti

# Entwicklung eines Sustainable-Sourcing-KPI-Modells für die Hilti AG

## / Development of a sustainable sourcing KPI model for Hilti AG

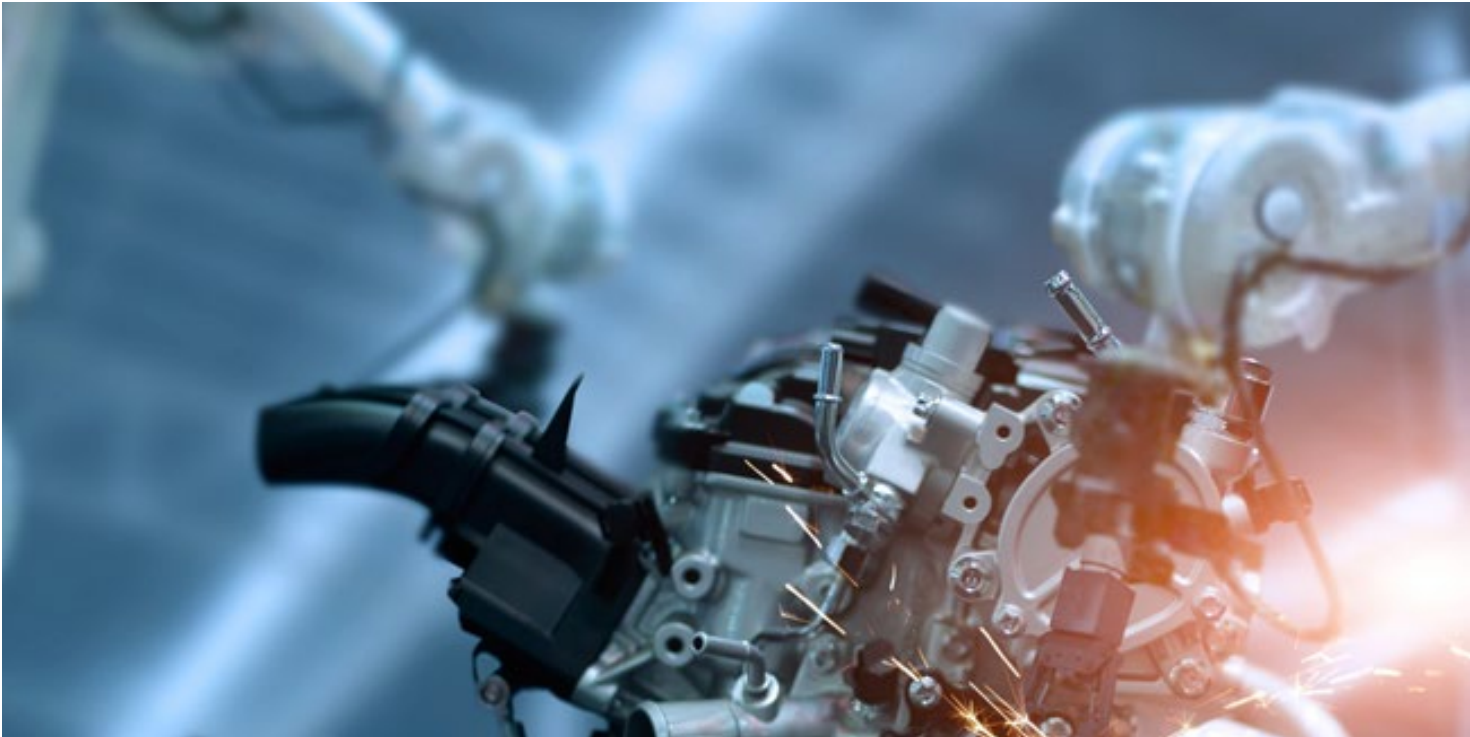
---

Die Hilti AG ist ein multinationales Unternehmen aus Liechtenstein, das weltweit für das Baugewerbe Produkte, Systemlösungen, Software und zugehörige Serviceleistungen entwickelt, herstellt und vertreibt. Das Thema Nachhaltigkeit in der gesamten Supply Chain hat für Hilti einen hohen Stellenwert. Dabei ist zu beachten, dass die Lieferanten einen bedeutenden Einfluss auf die Nachhaltigkeit der Produkte und Dienstleistungen der Hilti AG haben. Entsprechend hat das Unternehmen in seinem Sustainability Report 2021 Grundlagen definiert, um die Nachhaltigkeit bei seinen Lieferanten zu verbessern.

Fraunhofer IML und Hilti AG haben zur Weiterentwicklung der Hilti-Nachhaltigkeitsstrategie in einem dreimonatigen Projekt bestehende Aktivitäten und Ansätze zur Bewertung der Supplier Sustainability in den unterschiedlichen Produkt- und Dienstleistungsbereichen von Hilti analysiert und bewertet. Zudem entwickelten sie ein darauf aufbauendes Konzept für ein Sustainable-Sourcing-KPI-Modell, um die Lieferanten zu bewerten. Dabei wurden sowohl ökologische als auch soziale und ökonomische Nachhaltigkeitsaspekte berücksichtigt. Das Sustainable-Sourcing-KPI-Modell ist ein wichtiger Bestandteil der Supplier Sustainability Strategy der Hilti AG, um die Nachhaltigkeit ihrer Lieferanten zu verbessern.

/ Hilti AG is a multinational business from Liechtenstein that develops, manufactures and markets products, system solutions, software and associated services for the global construction industry. Sustainability throughout the supply chain is a high priority for Hilti. It is important to note that suppliers have a major effect on the sustainability of Hilti AG's products and services. Accordingly, in its Sustainability Report 2021, the company defined basic principles for improving sustainability among its suppliers.

In order to develop the Hilti sustainability strategy further, Fraunhofer IML and Hilti AG worked together on a three-month project to analyze and evaluate existing activities and approaches for assessing supplier sustainability in Hilti's different product and service areas. Based on this, they also developed a concept for a sustainable sourcing KPI model for evaluating suppliers. This took into account aspects of environmental, social and economic sustainability. The sustainable sourcing KPI model is an important part of Hilti AG's strategy for improving the sustainability of its suppliers.



## Manufacturing Data Space – Praxistest und Demonstratorbau

---

Ziel des letzten Projektabschnitts innerhalb des International-Data-Spaces-(IDS-)Plus-Verlängerungsprojekts war es, mit der IDS-Referenzarchitektur einen mehrwertgenerierenden Datenaustausch im Rahmen des logistischen Produktlebenszyklusmanagements zu gestalten. Als Grundlage dienten zuvor definierte Lebenszyklusphasen von Maschinen, mit denen es möglich war, einen Use Case zum Datenaustausch abzuleiten, technisch auszugestalten und zu validieren und in die prototypische Umsetzung als Demonstrator zu überführen. Für die Potenzialausschöpfung und zur Visualisierung des Datentransfers zwischen einzelnen Maschinen diente ein Digitaler Zwilling. Die Integration der Daten in unterschiedliche Formate aus diversen Quellen ist dabei essenziell, um ein möglichst ganzheitliches digitales Abbild eines physischen Assets zu schaffen. Bei der Analyse des Use Case berechnete das Projektteam Durchschnittswerte für Betriebszustände und verwendete diese zur Ermittlung der Abweichungen an den Betreiber-Maschinen. Dies erfolgte über eine Analyse-App im sog. IDS-Connector. Um einen kollaborativen Mehrwert für alle Teilnehmer des Anwendungsfalls zu gewährleisten, wurden in

der Validierungsphase die realerzeugten Daten IDS-konform generiert, übertragen und analysiert sowie mithilfe des dazu gehörenden Dashboards veranschaulicht.

Sowohl die mehrwertgenerierenden Funktionalitäten des Connectors als auch die Potenzialausschöpfung der kollaborativen Datennutzung durch den Digitalen Zwilling, werden durch zwei Folgeprojekte weiterentwickelt. So ist einerseits das Ziel, die Funktionalitäten des Connectors an einer realen Glühanlage mittels einer Teststrategie zu prüfen und weiterzuentwickeln und andererseits die Netzwerkerweiterung des entwickelten Use Case voranzutreiben und einen weiteren Demonstrator am IML zu entwickeln.



### Kontakt / Contact

David Kiklhorn M. Sc.  
Anlagen- und Servicemanagement / Maintenance Logistics  
Tel. +49 231 9743-488  
david.kiklhorn@iml.fraunhofer.de

Lukas Nikelowski M. Sc.  
Produktionslogistik / Production Logistics  
Tel. +49 231 9743-441  
lukas.nikelowski@iml.fraunhofer.de

Tolga Turmaz M. Sc.  
Produktionslogistik / Production Logistics  
Tel. +49 231 9743-282  
tolga.turmaz@iml.fraunhofer.de

© Adobe Stock, ipopba

## / Manufacturing Data Space – practical test and demonstrator

/ The aim of the last section of the International Data Spaces (IDS) Plus extension project was to use the IDS reference architecture to design a value-generating data exchange system as part of logistics product life cycle management. Pre-defined machine life cycle phases were used as a basis for identifying, designing and validating a use case for data exchange and implementing a prototype as a demonstrator. A digital twin was used to exploit the system's full potential and visualize the transfer of data between individual machines. It is essential to integrate data in different formats from a variety of sources to create as comprehensive a digital representation of a physical asset as possible. While analyzing the use case, the project team calculated average operating states and used those averages to determine the deviations in the operator machines. This was done using an analysis app in the IDS Connector. To create collaborative added value for all participants in the use case, the real data was generated, transferred and analyzed in compliance with IDS in the validation phase, and visualized using the associated dashboard.

Both the value-generating functionalities of the connector and the potential exploited by the collaborative data use by the digital twin were developed further in two follow-on projects. The aim on the one hand is to test the connector's functionality on a real heat treatment unit by means of a test strategy, and on the other hand to drive forward the network expansion of the use cases and develop another demonstrator at the IML.



### Kontakt / Contact

Dipl.-Logist.  
Helena Piastowski  
Produktionslogistik /  
Production Logistics  
Tel. +49 231 9743-454  
helena.piastowski@  
iml.fraunhofer.de

Luisa Marie Strehl M. Sc.  
Produktionslogistik /  
Production Logistics  
Tel. +49 231 9743-373  
luisa.marie.strehl@  
iml.fraunhofer.de

## Ressourceneffizienz im Mittelstand: Neues Materialfluss- und Standortkonzept für Bruse GmbH & Co. KG

/ Resource efficiency in small and medium-sized enterprises:  
New material flow and site concept for Bruse GmbH & Co. KG

Die Bruse GmbH & Co. KG ist ein mittelständisches Unternehmen und einer der führenden Hersteller von Pressteilen aus Messing und Aluminium. Am Standort Attendorn produziert Bruse Armaturen mit einer hohen Wertschöpfungstiefe. Einhergehend mit einer Standorterweiterung strebt Bruse die Integration ausgelagerter Flächen und die Restrukturierung der Endmontage an.

In einem gemeinsamen Projekt mit dem Fraunhofer IML prüften die Partner verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten, die sie zu einem umfassenden Standortkonzept bündelten. Mit Fokus auf den Materialfluss entwickelten sie auf Basis verschiedener Kriterien ein optimiertes Standortlayout. Zudem gestalteten sie ein flexibles Montagekonzept für eine effektive und effiziente Auftragsabwicklung. Zusammen mit weiteren Maßnahmen z. B. für die Produktionsversorgung kann Bruse erhebliche Ressourceneffekte in Wertschöpfung und Logistik erreichen, die zu signifikanten Kosteneinsparungen führen. Nach Beendigung des Projektes plant Bruse eine rasche Umsetzung der Maßnahmen in Kooperation mit dem Fraunhofer IML.

/ Bruse GmbH & Co. KG is a medium-sized enterprise and a leading manufacturer of pressed parts made of brass and aluminum. At its Attendorn site, Bruse produces fittings with high added value. As part of the expansion of its site, Bruse is aiming to integrate external areas and restructure its final assembly unit.

In a joint project with Fraunhofer IML, the partners tested various possible designs and pooled them in a comprehensive site concept. Focusing on material flow, they developed an optimized site layout based on a number of criteria. They also designed a flexible assembly concept for effective and efficient order processing. Alongside other measures, involving production supply for example, Bruse is able to achieve significant resource efficiencies in value creation and logistics, leading to major cost savings. After the project has ended, Bruse is planning to implement the measures rapidly in cooperation with Fraunhofer IML.





© Wocklum Gruppe

### Kontakt / Contact

Dr.-Ing. Jörg Egli  
Supply Chain Development &  
Strategy  
Tel. +49 231 9743-442  
joerg.egli@  
iml.fraunhofer.de

Marius Bohlen M. Sc.  
Produktionslogistik /  
Production Logistics  
Tel. +49 231 9743-492  
marius.alfred.bohlen@  
iml.fraunhofer.de

## Flexibler, schneller, effizienter: Modernisierung der Chemischen Fabrik Wocklum / More flexible, faster and more efficient: The modernization of Chemische Fabrik Wocklum

Die Chemische Fabrik Wocklum Gebr. Hertin GmbH & Co. KG gehört zu den führenden Chemikalienhändlern Deutschlands. Verbunden mit der Erweiterung ihres Produktspektrums wächst die Lohnmischung und damit verbundene Abfüllung stetig. Sie stellt den Standort Balve vor enorme Herausforderungen. Neben kapazitiven Limitierungen der Mischanlagen erschwert die fehlende Synchronisation der Material- und Informationsflüsse das Tagesgeschäft.

Das vom Fraunhofer IML erarbeitete ganzheitliche Werkskonzept sieht in den kommenden Jahren eine Modernisierung des Standorts vor. Das Leergebinde-Handling (Lagerung, Reinigung, Andienung) und die Produktionserweiterung, einschließlich der Arbeitsvorbereitung, haben neben der Synchronisation höchste Priorität. Die Standardisierung der Gebinde und die damit verbundene Möglichkeit, (halb-)automatisch aus Tank und Containern abzufüllen sowie eine neue Logistikhalle – einschließlich verbesserter Verkehrsführung auf dem Werksgelände – runden das Konzept ab. Im Bereich der Produktionsplanung ist zudem geplant, die Zusammenarbeit auszuweiten.

/ Chemische Fabrik Wocklum Gebr. Hertin GmbH & Co. KG is one of Germany's leading distributors of chemicals. The expansion of its product range is leading to an increase in contract blending and associated bottling. This represents an enormous challenge for the site at Balve in Germany. As well as limitations in the capacity of the mixing plant, the poorly synchronized material and information flows are making day-to-day business more difficult.

The integrated concept for the plant drawn up by Fraunhofer IML aims to modernize the site in the coming years. The handling of empty containers (storage, cleaning, delivery) and the expansion of production, including work preparation, are the top priorities alongside synchronization. The concept also covers the standardization of containers and the associated opportunity to fill them from tanks and barrels using (partially) automated processes, as well as a new logistics building, including improved traffic routes on the site. The collaboration is also expected to be extended to include production planning.



## Kontakt / Contact

Dipl.-Logist.  
Helena Piastowski  
Produktionslogistik /  
Production Logistics  
Tel. +49 231 9743-454  
helena.piastowski@  
iml.fraunhofer.de

Lucas Schreiber M. Sc.  
Supply Chain Engineering  
Tel. +49 231 9743-416  
lucas.schreiber@  
iml.fraunhofer.de

# Keller & Kalmbach Future Lab: Simulationsstudie für das Zentrallager in Hilpoltstein / Keller & Kalmbach Future Lab: Simulation study for the central warehouse in Hilpoltstein

Mit einem Future Lab hielt der Spezialist für C-Teile-Management Keller & Kalmbach vier Jahre eine Forschungspartnerschaft mit dem Fraunhofer IML aufrecht. 2022 führten die Partner eine umfassende Simulationsstudie für das Zentrallager in Hilpoltstein durch. Aufgrund des aktuell hohen Füllgrades der Lagerbereiche und einer erwarteten Steigerung des gesamten Lagerdurchsatzes sind vielfältige Leistungserweiterungen notwendig. Denkbare Maßnahmen sind z. B. Lagerbereichserweiterungen oder die Einbindung weiterer Kommissionierroboter, deren Auswirkungen die Studie bewertbar machte.

Entscheidend war das Erstellen eines Digitalen Zwillings des Lagers. Nach dem Aufbereiten der relevanten Daten und der Modellierungsphase validierten Prozessexperten seitens Keller & Kalmbach das Systemverhalten. Mithilfe dieses Abbilds war es möglich, vorab definierte Experimente durchzuführen, die die Basis für wichtige Investitionsentscheidungen und Prozessgestaltungen bilden. Mit dem Teilprojekt zur Simulationsstudie läuft das gemeinsame Future Lab aus.

/ For four years, the class C parts management specialist Keller & Kalmbach operated a Future Lab as part of a research partnership with Fraunhofer IML. In 2022 the partners conducted a comprehensive simulation study on the central warehouse in Hilpoltstein. The current high usage level of the storage capacity and a predicted increase in total warehouse throughput are necessitating a wide range of performance enhancements. Possible measures include storage area expansions or the use of additional order picking robots, the effects of which the study was able to evaluate.

The crucial factor was the creation of a digital twin of the warehouse. Once the relevant data had been processed and the modeling phase was complete, process experts at Keller & Kalmbach validated the behavior of the system. This simulation made it possible to conduct predefined experiments that will form the basis for important investment and process organization decisions. The simulation study subproject marks the end of the joint Future Lab.



#### Kontakt / Contact

Dipl.-Kffr. Britta Wortmann  
Anlagen- und Service-  
management /  
Maintenance Logistics  
Tel. +49 231 9743-339  
britta.wortmann@  
iml.fraunhofer.de

Marina Klees M. Sc.  
Anlagen- und Service-  
management /  
Maintenance Logistics  
Tel +49 231 9743-650  
marina.klees@  
iml.fraunhofer.de

## Roadmap Predictive Maintenance für die Nienstedt GmbH / Predictive maintenance roadmap for Nienstedt GmbH

Viele Unternehmen stehen vor der Herausforderung, eine vorausschauende Instandhaltung einzuführen. Bei dieser Strategie führen Daten aus dem betrieblichen Umfeld einer Maschine zu Prognosen über sich anbahnende Schadensereignisse, um frühzeitig Instandhaltungsmaßnahmen einleiten zu können. Diese datengetriebene Instandhaltungsstrategie leistet einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Maschinenverfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit.

Essenziell für Predictive Maintenance ist der Aufbau einer Daten- und Wissensbasis. Dafür relevant ist neben der technischen Umsetzung auch eine zugehörige Roadmap. Sie beinhaltet u. a. Lösungsansätze in Bezug auf die Datenqualität und -quantität sowie die Datenverarbeitung und die Entwicklung einer Predictive-Maintenance-Strategie. Zusammen mit dem Projektpartner Nienstedt GmbH erarbeitete das Fraunhofer IML für einen ausgewählten Maschinentyp eine Roadmap zum Aufbau einer Daten- und Wissensbasis. Die Roadmap kann nach Projektabschluss als Schablone für weitere Maschinentypen und Unternehmen dienen.

/ Many businesses are being confronted with the challenge of introducing predictive maintenance. In this strategy, data from the operating environment of a machine leads to forecasts of imminent damage so that maintenance measures can be initiated at an early stage. This innovative data-driven maintenance strategy makes a major contribution toward increasing machine availability and profitability.

Building a data and knowledge base is essential for predictive maintenance. As well as the technical implementation, the accompanying roadmap is also relevant. It includes potential solutions with regard to data quality and quantity, as well as data processing and the development of a predictive maintenance strategy.

Together with its project partner Nienstedt GmbH, Fraunhofer IML has drawn up a roadmap for building a data and knowledge base for predictive maintenance specifically for a selected machine type. Once the project is completed, the roadmap could serve as a template for other machine types and businesses.



## Kontakt / Contact

Dipl.-Logistiker Michael Lücke  
Einkauf und Finanzen im  
Supply Chain Management  
/ Procurement & Finance in  
Supply Chain Management  
Tel. +49 231 9743-337  
michael.luecke@  
iml.fraunhofer.de

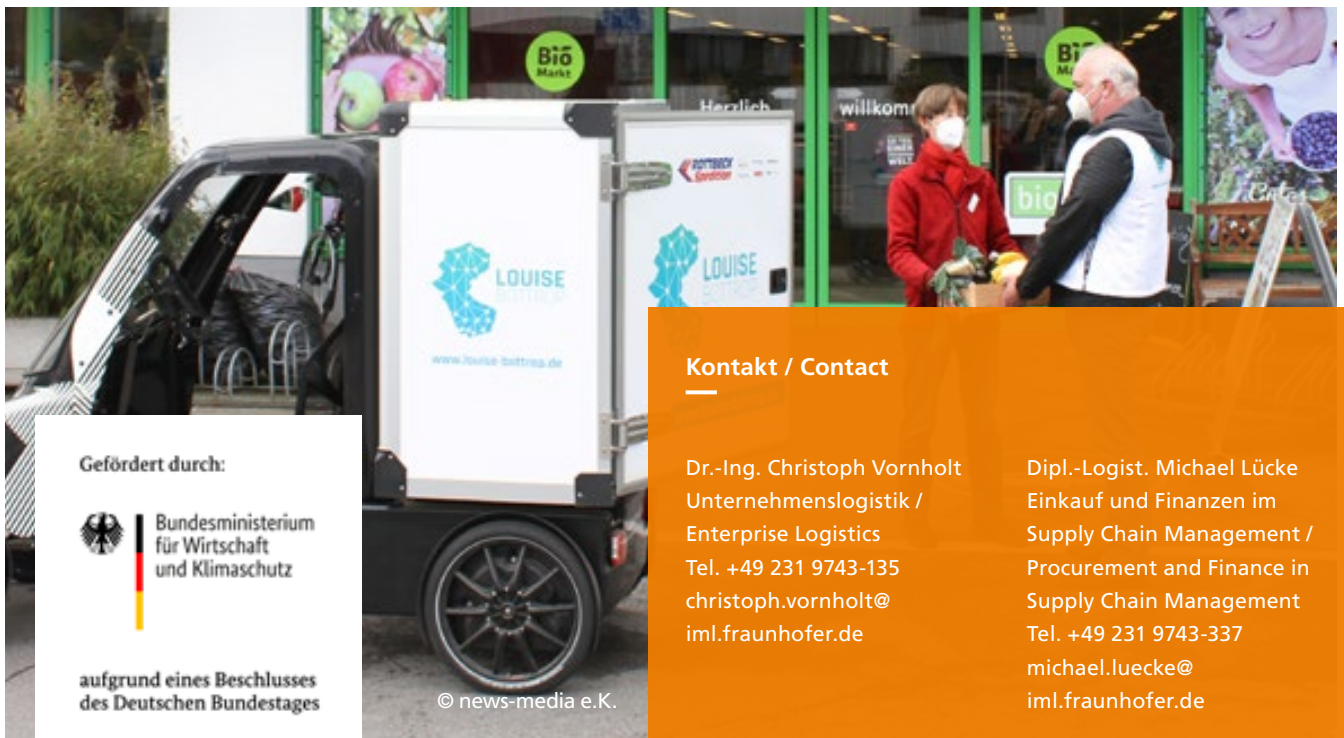
Maik Hausmann M. Sc.  
Supply Chain Development &  
Strategy  
Tel. +49 231 9743-538  
maik.hausmann@  
iml.fraunhofer.de

## Athene 4.0: Digitalisierung im Handwerk / Digital transformation in the skilled trades

Das Forschungsvorhaben »Athene« verfolgte das Ziel, eine alltagstaugliche und menschengerechte Digitalisierung im Handwerk voranzutreiben. Denn die zögerliche Digitalisierung der Arbeitsprozesse und Kundenbeziehungen, anhaltender Fachkräftemangel sowie fehlende Digitalisierungsstrategien stellen die Handwerksbetriebe vor große Herausforderungen. Gemeinsam mit Partnern aus dem Handwerk erhoben die Forschenden Praxisbedarfe, identifizierten Digitalisierungspotenziale und setzten exemplarisch Lösungen um.

Herzstück des Projekts ist die Serviceplattform Athene, die einerseits die Digitalisierung der Auftragsabwicklung und andererseits die Vernetzung mit Kunden und Handwerkspartnern ermöglicht. Ein »digitaler Coach« gibt Hilfestellung im laufenden Betrieb. Der Anspruch war es, eine niederschwellige Lösung zu entwickeln, die für kleine und mittlere Unternehmen geeignet ist. Auf das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt Athene folgte im August »Minerva«, das die Chancen des Einsatzes von KI und Augmented Reality im Handwerk erforscht.

/ The aim of the "Athene" research project was to drive forward the digital transformation of the skilled trades that is people-centered and compatible with day-to-day work. The slow digital transformation of work processes and customer relationships, a persistent shortage of skilled professionals and a lack of digital transformation strategies are major challenges for skilled tradespeople. Together with partners from the trades, researchers assessed the practical requirements, identified potential areas of digital transformation and implemented solutions as examples. The project's centerpiece is the Athene service platform, which enables the digital transformation of order processing as well as networking with customers and partners from skilled trades. A "digital coach" provides assistance during ongoing operations. The ambition was to develop a low-threshold solution suitable for small and medium-sized enterprises. The Athene project, funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF), was followed in August by "Minerva," which conducts research into the opportunities offered by AI and augmented reality in the skilled trades.



## »LOUISE«-Plattform schafft ein »regionales Internet der Dienste und Dinge« in Bottrop / "LOUISE" platform creates a "regional internet for services and things" in Bottrop

Mit dem Projekt »LOUISE« ist es gelungen, den stationären Einzelhandel in Bottrop dank innovativem Logistik- und Einkaufskonzept zu unterstützen. Dabei vernetzte eine digitale Plattform private Haushalte, Wirtschaft und Logistik, um Waren und Dienstleistungen auszutauschen. Das Fraunhofer IML war wesentlich an dem Projekt beteiligt, indem es praxiserprobte Logistiktechniken in maßgeschneiderten Lösungen für die Modellstadt Bottrop implementierte. E-Lastenfahräder bzw. E-Autos brachten bestellte Ware noch am gleichen Tag zum Kunden, zu einem »Louise Point« oder zu einer Paketstation.

Wesentlich für den Projekterfolg waren die erfolgreiche Nutzererfahrung und die Dokumentation von Nutzererfahrungen. Hierbei half ein integriertes Stakeholdermanagement vor allem dem Handel und den privaten Haushalten, die Hürde der Digitalisierung zu überspringen und die Partizipation zu steigern. Gefördert wurde das Projekt »Logistik und innovative Services für urbane Regionen am Beispiel der Emscher-Lippe-Region« vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK).

/ The "LOUISE" project has successfully supported the stationary retail trade in Bottrop due to an innovative logistics and shopping concept. A digital platform connects costumers, retailers, and logistic companies in Bottrop to exchange goods and services. The Fraunhofer IML played a key role in the project by implementing field-tested logistics technologies in customized solutions for the city of Bottrop. Electric cargo bikes or all-electric vehicles brought ordered goods to customers, to a "Louise Point" or to parcel lockers within the same day.

Successful user acquisition and documentation of user experiences were essential for the project. An integrated stakeholder management helped retailers and private households in particular to overcome the obstacle presented by the digital transformation and to increase participation. The project "Logistics and innovative services for urban regions following the example of the Emscher-Lippe region" was funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action.

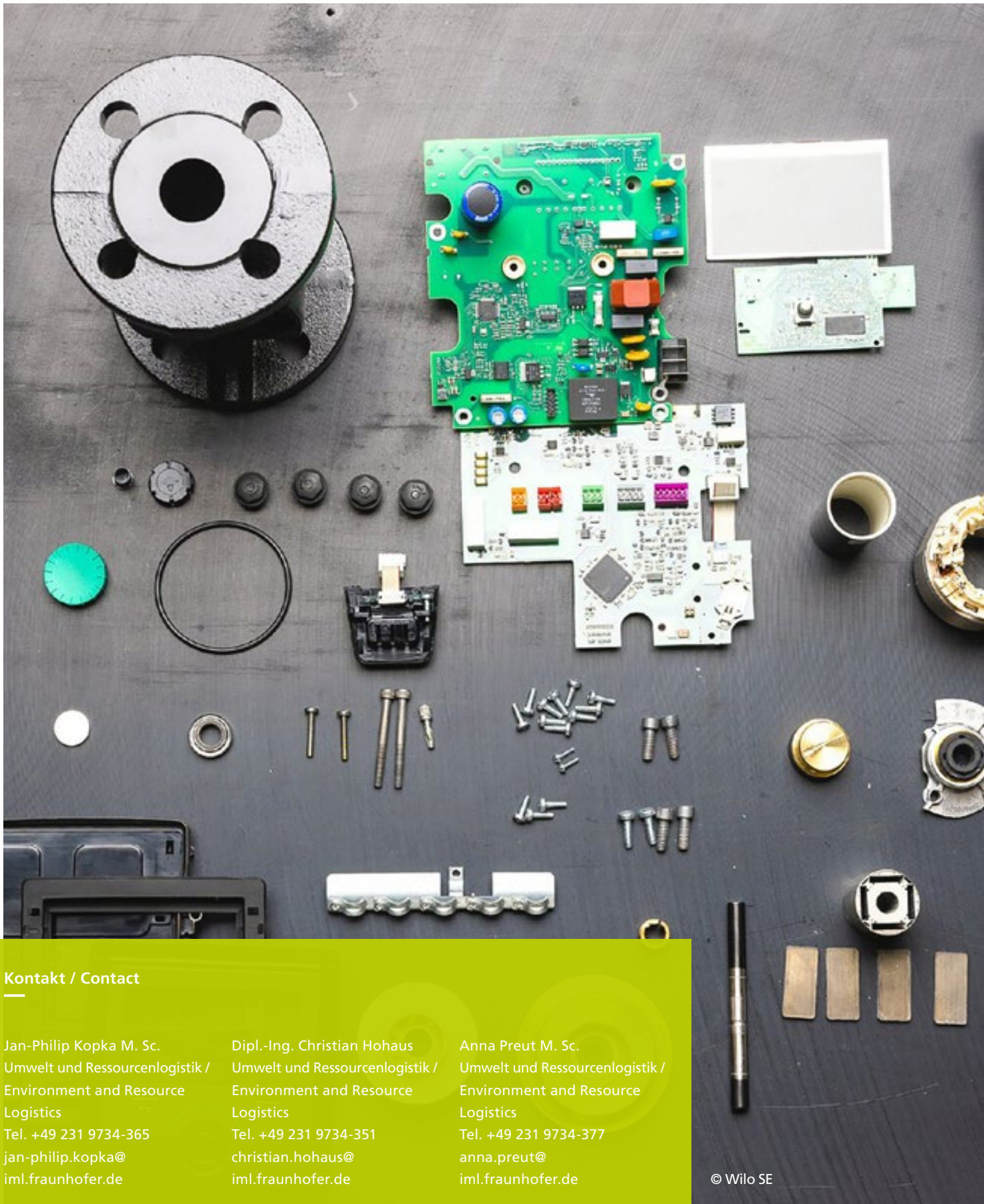


# Logistik, Verkehr und Umwelt / Logistics, Traffic and Environment

---



© Adobe Stock, Travel man



## Kontakt / Contact

Jan-Philip Kopka M. Sc.  
Umwelt und Ressourcenlogistik /  
Environment and Resource  
Logistics  
Tel. +49 231 9734-365  
jan-philip.kopka@  
iml.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Christian Hohaus  
Umwelt und Ressourcenlogistik /  
Environment and Resource  
Logistics  
Tel. +49 231 9734-351  
christian.hohaus@  
iml.fraunhofer.de

Anna Preut M. Sc.  
Umwelt und Ressourcenlogistik /  
Environment and Resource  
Logistics  
Tel. +49 231 9734-377  
anna.preut@  
iml.fraunhofer.de

© Wilo SE



# Digitalisierung und Kreislaufwirtschaft verknüpfen: Ressourceneffizienz durch smarte Pumpen

## / Linking the digital transformation and the circular economy: resource efficiency with smart pumps

Im Verbundprojekt »ResmaP – Ressourceneffizienz durch smarte Pumpen« haben das Fraunhofer IML und mehreren Konsortialpartner ab Juli 2019 Ansätze gesucht, die lebenszyklusweite Ressourceneffizienz moderner Heizungspumpen zu steigern. Die Pumpen der neusten Generation können ideale Betriebszustände selbst einstellen und sind – falls eine entsprechende Anbindung gegeben ist – aus der Ferne steuerbar. Zu diesem Zweck verfügen sie über eine Vielzahl elektronischer Komponenten, deren Produktion mit einem erhöhten Ressourcenverbrauch einhergeht.

Im dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt haben die Forschenden neue Ansätze untersucht, um die Ressourceneffizienz durch selektive und wertschöpfungserhaltende Kreislaufführung sowie die Möglichkeiten datengestützter Serviceprozesse zu steigern. Hierbei lag der Fokus auf der Etablierung von Remote-Prozessen und der Unterstützung von Servicetechnikern z. B. durch eine gezielte Zusammenstellung von Ersatzteilsets. Auf Basis von Pumpenrückläufern entwickelten die Forschenden Potenziale für die Wiederverwendung zurückgewonnener Komponenten. Die verbauten Elektronikkomponenten eignen sich, abhängig vom Fehlerbild, für eine Wiederverwendung. Über den Lebenszyklus der Pumpe erhobene Informationen ergänzen dabei Zustandsuntersuchungen im Recyclingcenter.

Begleitend erstellte ein Konsortialpartner eine Umweltanalyse der betrachteten Pumpen. Eine Kommunikationsagentur begleitete den Stakeholderdialog und führte im Unterauftrag eine Befragung von Fachhandwerksbetrieben durch. Bei den Betrieben stoßen die im Projekt adressierten Themenkomplexe Digitalisierung und Kreislaufführung auf großes Interesse. Die Arbeiten wurden im Juni 2022 abgeschlossen und sollen in Folgeprojekten vertieft werden.

/ In the research project "ResmaP – resource efficiency with smart pumps," Fraunhofer IML has been working since July 2019 in a consortium with various partners to find approaches to increase the life-cycle-wide resource efficiency of modern heating pumps. The latest generation of pumps can autonomously set ideal operating states and, with the right connection, can be remotely controlled. They do this using a number of electronic components that are highly resource-intensive.

The researchers in the project, which is funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF), have investigated new approaches to increasing resource efficiency through selective recycling in a way that maintains value creation and exploits the opportunities offered by data-driven service processes. The focus has been on establishing remote processes and supporting service technicians, for example by putting together sets of replacement parts in a targeted way. Using pump returns as a basis, the researchers have developed potential ways of reusing recycled components. Depending on the error pattern, the integrated electronic components can be reused. Information gathered over the life cycle of the pump is used to investigate its condition in the recycling center.

A partner in the consortium has provided additional support by carrying out an environmental analysis of the pumps under investigation. A communications agency guided the stakeholder dialogue and was commissioned to carry out a survey of specialized trade businesses. The businesses showed great interest in the issues of digital transformation and recycling that are being addressed in the project. The work was completed in June 2022 and will be investigated in greater depth in future projects.

GEFÖRDERT VOM





Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Wiesbaden wird elektrisch – Aufbau einer öffentlichen Ladeinfrastruktur

Um der stetig steigenden Anzahl von E-Fahrzeugen gerecht zu werden und vor allem auch Nutzerinnen und Nutzer ohne Wohneigentum zur Anschaffung von E-Fahrzeugen zu motivieren, hat die hessische Landeshauptstadt Wiesbaden begonnen, die öffentliche Ladeinfrastruktur (LIS) auszubauen. Gemeinsam mit dem Fraunhofer IML wird dieser Aufbau im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Forschungsvorhabens »E-Mobility-Hub« geplant. Seit November 2021 wird das Projektteam durch Drees & Sommer, ein internationales Beratungsunternehmen im Bau- und Immobiliensektor, technisch bei der Entwicklung des notwendigen Umsetzungskonzepts unterstützt.

Das Fraunhofer IML führte u. a. Interviews mit Vertreterinnen und Vertretern anderer Städte, wie z. B. Dresden, Düsseldorf, Hannover, Köln, Offenbach, München und Stuttgart, die beim Aufbau von LIS eine Vorreiterrolle einnehmen oder den Ausbau derzeit planen. Zudem fand im Rahmen der Konzepterstellung ein intensiver Dialogprozess mit Akteuren aus Politik, der städtischen Verwaltung, des städtischen

Energieversorgers, des Wohnungsbaus, der Parkhausbetreiber und des Einzelhandels statt.

Im September 2022 wurde der auf den bisher gesammelten Erfahrungen und Erkenntnissen basierende Leitfaden »Aufbau öffentlicher Ladeinfrastruktur – Kompass für kommunale Entscheidungsträger am Beispiel der Landeshauptstadt Wiesbaden« veröffentlicht. Dieser Leitfaden soll anderen Städten, die vor derselben Herausforderung wie die Landeshauptstadt Wiesbaden stehen, als Orientierung dienen. Als nächste Etappe wird bis 2024 ein Parkhaus gebaut, das als E-Mobility-Hub fungiert. Dort sollen in einem Knotenpunkt verschiedene Services wie Angebote aus dem öffentlichen Nahverkehr, dem Wirtschafts- und dem Privatverkehr miteinander verbunden sowie eine hohe Anzahl öffentlich zugänglicher LIS angeboten werden.



zum Leitfaden



© Adobe Stock, Blickfang

### Kontakt / Contact

Dipl.-Logist. Daniela Kirsch  
Verkehrslogistik /  
Transportation Logistics  
Tel. +49 231 9743-345  
daniela.kirsch@  
iml.fraunhofer.de

Denise Zelasny M. Sc.  
Umwelt und Ressourcenlogistik /  
Environment and Ressource  
Logistics  
Tel. +49 231 9743-359  
denise.zelasny@  
iml.fraunhofer.de

Nicole Biedermann M. A.  
Projektzentrum Verkehr,  
Mobilität und Umwelt /  
Project Center Traffic,  
Mobility and Environment  
Tel. +49 8051 901-120  
nicole.biedermann@  
iml.fraunhofer.de

## / Wiesbaden goes electric – building a public charging infrastructure

/ To serve the ever increasing number of electric vehicles and, above all, to motivate drivers who do not own their own home to buy an electric vehicle, Wiesbaden, the capital of the German state of Hesse, has started to expand its public charging infrastructure. In partnership with Fraunhofer IML, this development is being planned as part of the “E-Mobility Hub” research project funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK). Since November 2021, the project team has been receiving technical support from Drees & Sommer, an international consulting firm in the construction and property sector, with developing the necessary implementation concept.

Fraunhofer IML has also conducted interviews with representatives from other cities such as Dresden, Düsseldorf, Hannover, Cologne, Offenbach, Munich and Stuttgart, which are playing a pioneering role in the development of charging infrastructures or are currently planning to expand them. In addition, the development of the concept has involved an intensive dialogue process with stakeholders in politics, the municipal

administration, the municipal energy supplier, the residential construction sector, parking garage operators and retailers.

In September 2022, a guide entitled “Development of a public charging infrastructure – a compass for municipal decision-makers following the example of the state capital Wiesbaden” was developed on the basis of the existing experiences and findings. This guide is intended to help other cities facing the same challenge as Wiesbaden. The next stage is to build a parking garage by 2024 to serve as an e-mobility hub. It will bring together a variety of services such as local public transport, commercial and private transportation in one hub, as well as providing a large number of publicly available charging points.



## Kontakt / Contact

Dipl.-Ing. Arnd Bernsmann  
Verkehrslogistik /  
Transportation Logistics  
Tel. +49 231 9743-352  
arnd.bernsman@  
iml.fraunhofer.de

Andreas Gade M. Sc.  
Verkehrslogistik /  
Transportation Logistics  
Tel. +49 231 9743-272  
andreas.gade@  
iml.fraunhofer.de

© Fraunhofer IML

# E-Lkw im Steinbruch – 2025 könnte Pilotbetrieb der Dyckerhoff GmbH starten

## / Electric trucks in the quarry – Dyckerhoff GmbH pilot operation could begin in 2025

Die Dyckerhoff GmbH betreibt in Deutschland sieben Zementwerke. Für das größte Werk in Lengerich hat das Fraunhofer IML in einer Machbarkeitsstudie geprüft, inwieweit der Einsatz von Lkw mit batterie-elektrischem Antrieb (E-Lkw) für Kalksteintransporte aus einem Steinbruch technisch und organisatorisch möglich ist.

E-Lkw kommen aktuell hauptsächlich für Lieferverkehre im städtischen Umfeld zum Einsatz. Der Steinbruch ist ein anspruchsvolles Einsatzfeld. Die speziellen Anforderungen wurden daher zu Beginn gemeinsam mit dem ausführenden Spediteur aufgenommen. Durch eine Prozessanalyse wurde ein technisches Leistungsprofil für die Fahrzeuge erstellt. In darauf aufbauenden Gesprächen mit Nutzfahrzeugherstellern wurde klar, dass passende E-Lkw voraussichtlich erst ab 2025 am Markt erhältlich sind.

Anhand von Aufkommensprognosen entwickelten die Forschenden unterschiedliche Umsetzungsszenarien. Darin wurden u. a. der Fuhrparkmix, der Strombedarf der Batterien, die Standzeiten für das Laden und auch die Auswirkung einer verringerten Nutzlast der E-Lkw betrachtet. Je nach Szenario wäre ein Ausbau des Stromanschlusses notwendig, die Möglichkeiten wurden mit dem Netzanbieter abgeklärt. Neben der technischen Umsetzung wurden auch ökologische Aspekte einer Elektrifizierung des Fuhrparks in die Szenarien einbezogen und CO<sub>2</sub>e-Einsparungen ausgewiesen.

Aus dem Projekt gingen Empfehlungen für den Pilotbetrieb hervor und darüber hinaus eine Aufstellung vorbereitender Maßnahmen wie Fördermöglichkeiten, Ausbau der Ladeinfrastruktur, Aufbau regenerativer Energiequellen und Gespräche mit Fahrzeugherstellern. Die Dyckerhoff GmbH prüft, inwieweit die beschriebenen Voraussetzungen geschaffen werden können, um vielleicht schon 2025 das erste Unternehmen in Deutschland zu sein, das für den Transport von Schüttgütern in großem Umfang über eine öffentliche Straßen E-Lkw einsetzt.

/ Dyckerhoff GmbH operates seven cement works in Germany. As part of a feasibility study at their largest works in Lengerich, Fraunhofer IML assessed the extent to which it is technically and organizationally feasible to use trucks with electric battery drive systems (electric trucks) for transporting limestone from a quarry.

Currently, electric trucks are mainly used for transporting goods in urban environments. The quarry is a very challenging environment. In collaboration with the carrier, the special requirements were taken into account right from the start. A technical performance specification for the vehicle was created via a process analysis. In the surrounding conversations with commercial vehicle manufacturers, it was clear that the appropriate electric trucks will likely be available on the market from 2025.

The researchers used traffic forecasts to develop a variety of implementation scenarios. The factors considered for this included the fleet composition, power requirements of batteries, the downtime required for charging and the effect of a decreased payload on the electric trucks. Depending on the scenario, the electrical connection may need to be extended; the possibilities of this have been clarified with the network provider. Along with the technical implementation, ecological aspects of electrifying the fleet were also included in the scenarios and CO<sub>2</sub> emission savings were reported.

The project helped to develop recommendations for the pilot operation as well as a list of preliminary measures, which included funding opportunities, expansion of the charging infrastructure, development of regenerative energy sources and conversations with commercial vehicle manufacturers. Dyckerhoff GmbH is looking into the extent to which the above prerequisites can be achieved to potentially become the first company in Germany to use electric trucks to transport bulk cargo on a large scale on public roads, possibly even by 2025.



## Kontakt / Contact

---

Philipp Müller M. Sc.  
Verkehrslogistik /  
Transportation Logistics  
Tel. +49 231 9743-363  
philipp.mueller@  
iml.fraunhofer.de

Ebrahim Ehsanfar M. Sc.  
Verkehrslogistik /  
Transportation Logistics  
Tel. +49 231 9743-464  
ebrahim.ehsanfar@  
iml.fraunhofer.de

Dipl.-Wirt.-Inf. Lars Hackstein  
Verkehrslogistik /  
Transportation Logistics  
Tel. +49 231 9743-195  
lars.hackstein@  
iml.fraunhofer.de

© Pixelio,  
Sabine-Susann Singer

# Was die Verkehrswende für die Netzinfrastuktur bedeutet

## / What the transportation transition means for the grid infrastructure

Eine Antriebs- und Mobilitätswende im Verkehrssektor hat Einfluss auf den Stromsektor. Den Einfluss untersuchten das Institut für Energiesysteme, Energieeffizienz und Energiewirtschaft (ie<sup>3</sup>) der TU Dortmund und das Fraunhofer IML im Verbundvorhaben »KonVeEn«. Das steht für »Kongruente Modellumgebung zur Analyse der Folgen der Verkehrswende für Elektrizitätsmärkte und -netz« und ist ein vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördertes Projekt.

Grundannahme der Untersuchung war ein erhöhter Strombedarf, der wiederum in einem gestiegenen Netzausbaubedarf resultiert. Das IML-Team modellierte den Verkehrssektor, um die Flottenzusammensetzung der Verkehrsakteure, die Verkehrsströme innerhalb Deutschlands und Energieprofile darzustellen. Ebenfalls quantifizierte es zeitlich und räumlich aufgelöste Flexibilitätspotenziale für Ladeprozesse. Den Elektrizitätsmarkt wiederum modellierte das ie<sup>3</sup>, indem es den europäischen Elektrizitätsmarkt und Stromanwendungen simulierte.

Es zeigte sich, dass das heutige Marktdesign des Elektrizitätsmarkts die Netzinfrastuktur zusätzlich belasten kann. Ein Grund sind die je Gebotszone einheitlichen Marktpreise, die eine erhöhte Gleichzeitigkeit des Leistungsbezuges erwarten lassen. Die Gleichzeitigkeit verstärkt sich durch die Zunahme flexibler Verbraucher wie Verkehrsteilnehmende, die ihren Strombedarf in Abhängigkeit des Preissignals optimieren.

In einem alternativen, derzeit stark diskutierten Preismodell unterscheiden sich die Strompreise regional je nach Angebotslage. Dies wirft die Frage auf, inwiefern Akteure des Güterfernverkehrs dies in die Routenplanung einbeziehen können. Es ist angedacht zu untersuchen, wie sich Lasten verändern, wenn im europäischen Verbundnetz dieses Preismodell betrieben würde.

GEFÖRDERT VOM

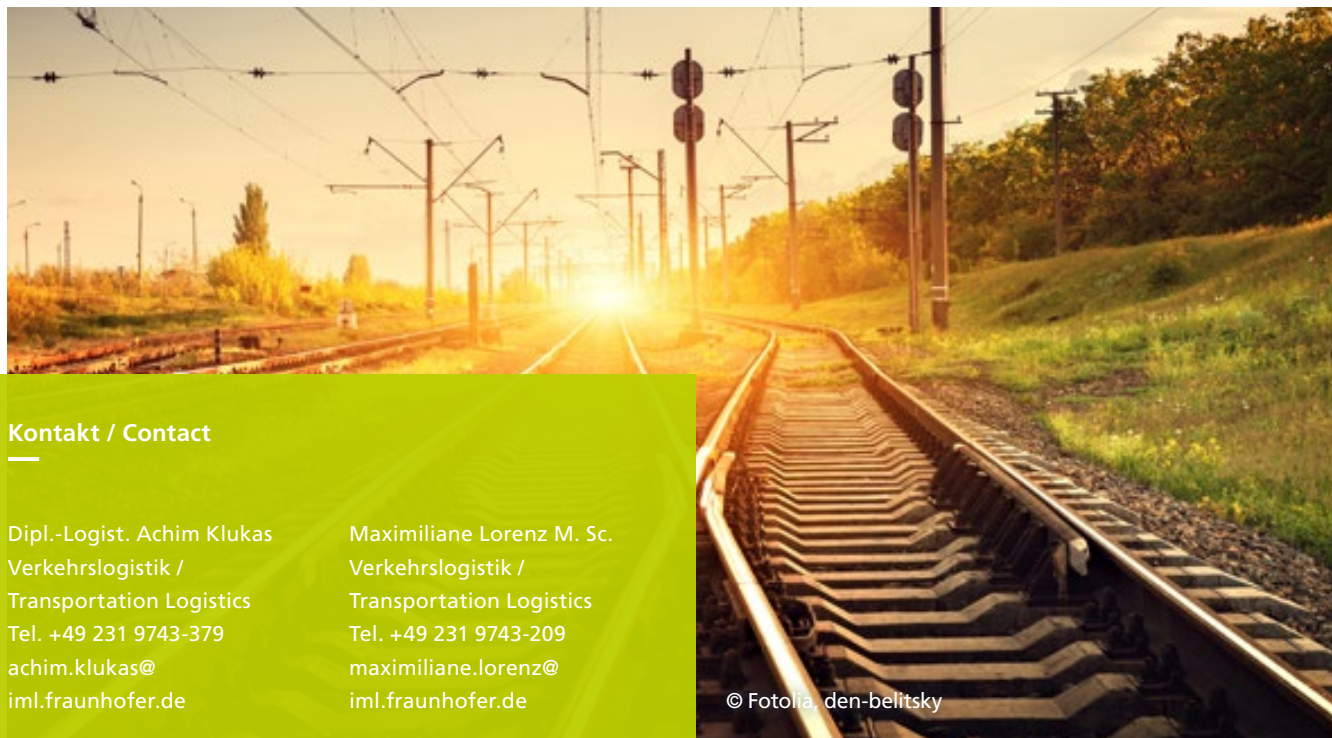


The drive system and mobility transition in the transportation sector is affecting the electricity industry. This effect is being investigated by the Institute of Energy Systems, Energy Efficiency and Energy Economics (ie<sup>3</sup>) at TU Dortmund University and Fraunhofer IML through the joint research project "KonVeEn." The name stands for "congruent model environment to analyze the consequences of the transportation transition for the electricity markets and grid" and the project is funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF).

The basic assumption of the investigation was an increased demand for electricity, which in turn resulted in the need to expand the grid. The IML team modeled the transportation sector in order to map the composition of fleets, traffic flows in Germany and energy profiles. The team also quantified the potential for flexibility in charging processes on the basis of time and geographical location. For its part, ie<sup>3</sup> modeled the electricity market by simulating the European electricity market and the use of electricity in Europe.

It emerged that the current design of the electricity market could place a greater burden on the grid infrastructure. One reason for this is the uniform market prices for each bidding zone, which can be expected to lead to power increasingly being used at the same times each day. This is reinforced by the rise in the number of flexible consumers such as road users, who optimize their electricity usage based on the price signal.

In an alternative price model currently under intense discussion, electricity prices could vary regionally depending on the supply situation. This raises the question of the extent to which long-distance haulage operators can integrate this into their route planning. There are plans to investigate how loads would change if this price model could be implemented in the European grid system.



### Kontakt / Contact

Dipl.-Logist. Achim Klukas  
Verkehrslogistik /  
Transportation Logistics  
Tel. +49 231 9743-379  
achim.klukas@  
iml.fraunhofer.de

Maximiliane Lorenz M. Sc.  
Verkehrslogistik /  
Transportation Logistics  
Tel. +49 231 9743-209  
maximiliane.lorenz@  
iml.fraunhofer.de

© Fotolia, den-belitsky

## Roadmap für die Bahn der Zukunft am RailCampus OWL / Roadmap for the future of rail at the RailCampus OWL

Für den strategischen Ausbau des RailCampus Ostwestfalen-Lippe (OWL) in Minden, eines Innovationsnetzwerks für die Bahntechnologie der Zukunft, hat das Fraunhofer IML in der Studie »Roadmap innovativer Technologien für den Schienenverkehr der Zukunft am RailCampus OWL« Technologietrends im Schienenverkehr identifiziert. Diese analysierten die Forschenden auf deren Potenziale für den Schienengüterverkehr und bildeten sie in einem Technologieradar ab. Basierend auf den Ergebnissen von u. a. Experteninterviews im Zeitraum von Januar bis Juli 2022 entwickelten sie eine Forschungs- und Entwicklungsroadmap als Handlungsempfehlung im Schienengüterverkehr und am RailCampus OWL.

Daraus resultieren die Trendthemen, die sich für die Bahn der Zukunft ableiten lassen: die Automatisierung und Digitalisierung. Hierunter fallen u. a. die Automatisierung des Zugfahrbetriebs oder der Be- und Entladung von Güterwagen, die digitale automatische Kupplung, die Aufrüstung der Streckeninfrastruktur oder die Ausrüstung des Europäischen Zugbeeinflussungssystems.

/ To further the strategic development of the RailCampus Ostwestfalen-Lippe (OWL) in Minden, an innovation network for the future of rail technology, Fraunhofer IML has identified technological trends in the rail transportation sector through the study "Roadmap of innovative technologies for the future of rail transportation at the RailCampus OWL." The researchers analyzed these trends to determine their potential for rail freight transportation and mapped them in a technology radar. Based on the results of expert interviews and desk research from January to July 2022, they developed a research and development roadmap as a recommendation for further action in rail freight transportation, and in particular at the RailCampus OWL.

The top trending issues that were identified for the future of rail are automation and digital transformation. These include topics such as the automation of train driving operations or the loading and unloading of freight cars, digital automated coupling and upgrading the track infrastructure, with digital signal towers for example, or installing the European Train Control System.





#### Kontakt / Contact

Tim Kerkenhoff M. Sc.  
 Verkehrslogistik /  
 Transportation Logistics  
 Tel. +49 231 9743-171  
 tim.kerkenhoff@  
 iml.fraunhofer.de

© Adobe Stock, Funtap

## Entwicklung eines Datenraums für die Nachtlogistik / Developing a data space for night logistics

Lieferketten vernetzen sich immer weiter, wodurch der Datenaustausch zwischen Unternehmen immer wichtiger wird. Daher hat Night Star Express, ein Logistikdienstleister für Nachtexpress-Zustellungen, gemeinsam mit dem Fraunhofer IML im Rahmen eines Transferprojekts des Mittelstand-Digital Zentrums Ruhr-OWL die Grundlagen eines sicheren Datenraums für die Nachtlogistik entwickelt.

Beim Aufbau des Datenraums wurde auf die Konzepte der Industrial Data Space (IDS) zurückgegriffen, um interne und externe Daten verschiedener Quellen zu sammeln und zu verknüpfen. Um die Datensicherheit zu gewährleisten, wurden IDS-Konnektoren genutzt, die kontrollieren, wer welche Daten einsehen und nutzen darf.

Eine zusätzlich entwickelte KI-basierte Web-Applikation kann von Kunden hochgeladene Daten vereinheitlichen und um weitere Informationen ergänzen. Anschließend werden die verarbeiteten Daten automatisch im Datenraum abgelegt. Aufbauend auf den gemeinsam gelegten Grundlagen arbeitet Night Star Express nun eigenständig an der Praxiseinführung des Datenraums.

Supply chains are becoming increasingly networked, and as a result the exchange of data between businesses is growing in importance. In view of this, Night Star Express, a logistics service provider for night express deliveries, has been working together with Fraunhofer IML on a transfer project organized by the Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL, a support center for SMEs, to lay the groundwork for a secure data space for night logistics.

The data space has been developed using industrial data space (IDS) concepts to bring together and combine internal and external data from different sources. IDS connectors ensure data security by controlling who can access and use specific data.

An AI-based web application has also been developed to standardize data uploaded by customers and add further information. The processed data is then automatically stored in the data space. Based on this joint groundwork, Night Star Express is now working independently on putting the data space into practice.



© Adobe Stock, peterschreiber.media

## Wasserstoff auf Schienen – Sicher und umweltfreundlich durch Europa

/ Hydrogen on rail – safe and environmentally friendly transportation across Europe

Im Projekt »H2LogisticsOnRail« werden die technischen Grundlagen entwickelt und im Pilotversuch getestet, um zukünftig den europaweiten Schienentransport von größeren Mengen Wasserstoff als eine umweltfreundliche, sichere und wirtschaftliche Alternative zu ermöglichen. Hierzu entwickeln die Projektpartner einen H2-Container mit dem Ziel, ein Konzept für eine an den Container angepasste Logistiksoftware zu erarbeiten.

/ The “H2LogisticsOnRail” project is laying the technical groundwork and running pilot tests to enable large quantities of hydrogen to be transported across Europe by rail as an environmentally friendly, safe and profitable option. The partners in the project are developing an H2 container for this purpose with the aim of producing a design for a logistics software package tailored for the container.



© Adobe Stock, Blue Planet Studio

## MultiRELOAD – Förderung der Multimodalität quer durch Europa

/ MultiRELOAD – promoting multimodality right across Europe

Im Rahmen des europäischen Projektes »MultiRELOAD« werden Innovationen für eine effiziente und nachhaltige Multimodalität entwickelt. Die Zusammenarbeit des Fraunhofer IML mit 21 Projektpartnern aus ganz Europa fokussiert sich auf eine Verlagerung auf nachhaltige Verkehrsträger, eine Effizienzsteigerung der Lieferketten und die gemeinsame Nutzung von Kapazitäten wie Daten und Infrastruktur.

/ The European “MultiRELOAD” project has been developing innovations for efficient and sustainable multimodality. This collaboration between Fraunhofer IML and 21 partners from across Europe is focusing on moving to sustainable carriers, increasing the efficiency of supply chains and sharing the use of capacities such as data and infrastructure.





© Frank Dieper, Stadt Herne

## Konzipierung eines Mikrodepots in Herne / Designing a micro-hub in Herne

In enger Abstimmung mit der Stadt Herne haben das Fraunhofer IML und die agiplan GmbH ein Konzept zur Umsetzung eines Mikrodepots in der Stadt Herne entworfen. Einen weiteren Schwerpunkt legte das Projektteam auf die Entwicklung eines Zukunftsbildes für einen verkehrsträgerübergreifenden City-Hub.

/ In close consultation with the city of Herne, Fraunhofer IML and agiplan GmbH have developed a concept for the implementation of a micro-hub in the city of Herne. A further focus of the project team was the development of a future vision for a city hub for all modes of transport.



Projektseite



© Fraunhofer IML,  
Elisabeth Drache

## Die Häfen der Zukunft: Digitaler Zwilling optimiert Binnenschifffahrt / Ports of the future: Digital twin optimizes inland water transportation

Im Projekt »Digitaler Zwilling zur Optimierung von Logistik in Binnenhäfen (TOLKIEN)«, gefördert vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV), arbeiten Industrie, Start-ups und Forschung gemeinsam an der Digitalisierung von Prozessen in Binnenhäfen. Ziel des Projekts ist die Erstellung eines Digitalen Zwillings durch die Zusammenführung von Datenquellen, um so KI-gestützte Handlungsempfehlungen zu geben.

/ In the project "Digital twin for the optimization of logistics in inland ports (TOLKIEN)" funded by the German Federal Ministry for Digital and Transport (BMDV), industry, start-ups and researchers are working together on the digital transformation of processes in inland ports. The aim of the project is to create a digital twin by combining data sources to provide AI-based recommendations for action.



Projektseite

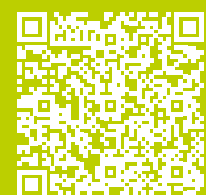


© Adobe Stock, XtravaganT

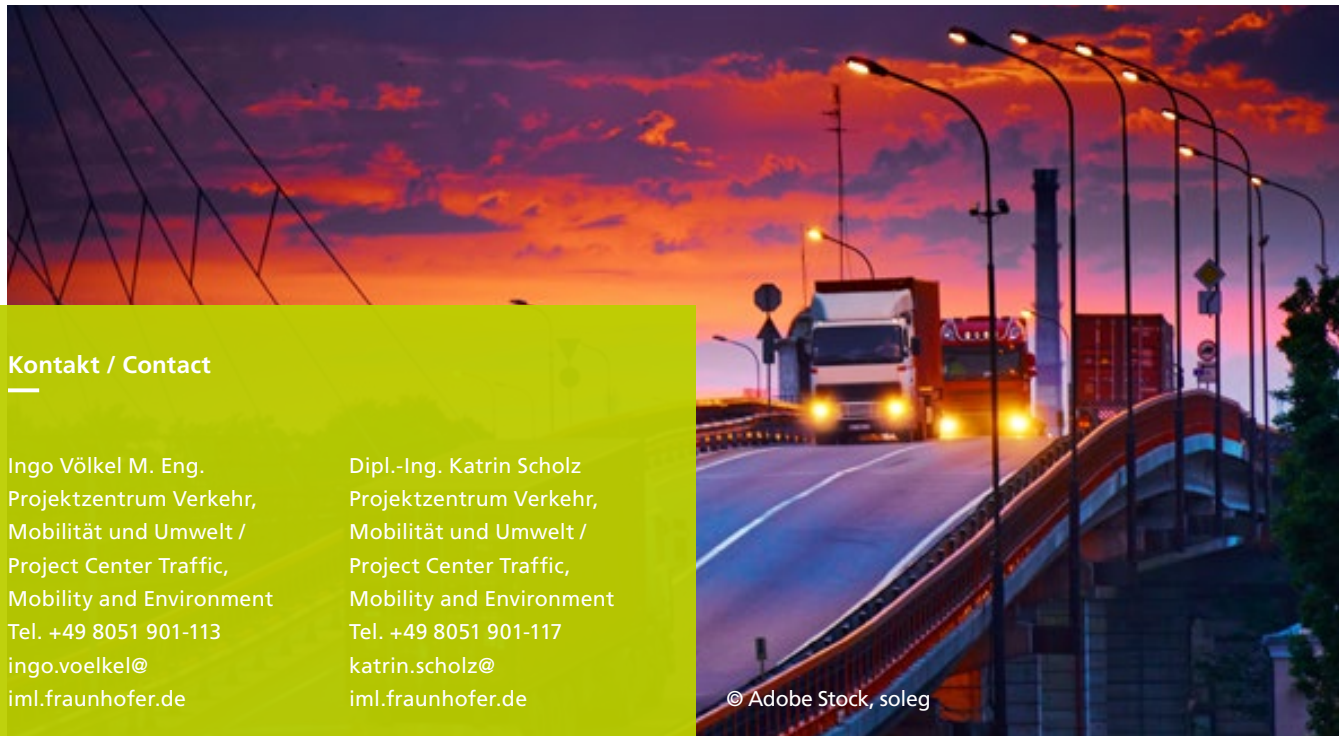
## Verkehrsreduzierte Innenstädte in Europa / Reduced traffic in Europe's inner cities

Mit Blick auf europäische Vorbilder identifiziert ein Projektteam Strategien, um den Besitz von Pkw und deren Nutzung in deutschen Städten zu verringern. Geprüft wird, wie der nationale Rechtsrahmen optimiert werden kann. Erfahrungen aus dem Ausland sind nützlich, um zu untersuchen, welche (förder-)politischen Strategien und Instrumente zu einer nachhaltigen Transformation des Verkehrs führen können.

/ By looking at examples set elsewhere in Europe, a project team is identifying strategies to reduce the ownership and use of private cars in German cities. The project is testing whether the national legal framework can be optimized. Experience from other countries is useful in investigating the (funding) policy strategies and instruments that could lead to a sustainable transformation of mobility.



Projektseite



## Kontakt / Contact

Ingo Völkel M. Eng.  
Projektzentrum Verkehr,  
Mobilität und Umwelt /  
Project Center Traffic,  
Mobility and Environment  
Tel. +49 8051 901-113  
ingo.voelkel@  
iml.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Katrin Scholz  
Projektzentrum Verkehr,  
Mobilität und Umwelt /  
Project Center Traffic,  
Mobility and Environment  
Tel. +49 8051 901-117  
katrin.scholz@  
iml.fraunhofer.de

© Adobe Stock, soleg

## Quickcheck Hoflogistik und Simulation bei Capri-Sun / Traffic check at Capri-Sun

Das Fraunhofer IML durfte für die Capri-Sun einen Quick Check Hoflogistik sowie eine Simulation der Pkw- und Lkw-Verkehre als Grundlage des Nachweises zur verkehrlichen Leistungsfähigkeit erstellen.

Dafür hat das Projektzentrum Verkehr, Mobilität und Umwelt Prien untersucht, wie die verkehrslogistische Abwicklung der Fahrzeuge im Werk derzeit und im Fall von Produktionserweiterungen optimiert erfolgen kann.

Darüber hinaus war Ziel des Projektes, eine leistungsfähige Verkehrsführung von den Autobahnen bis an die Verladestellen für den Prognosefall 2030 zu erarbeiten. Mittels der Verkehrssimulation wurden Verkehrsführungsvarianten inklusive logistischer Abwicklungsprozesse hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit bewertet.

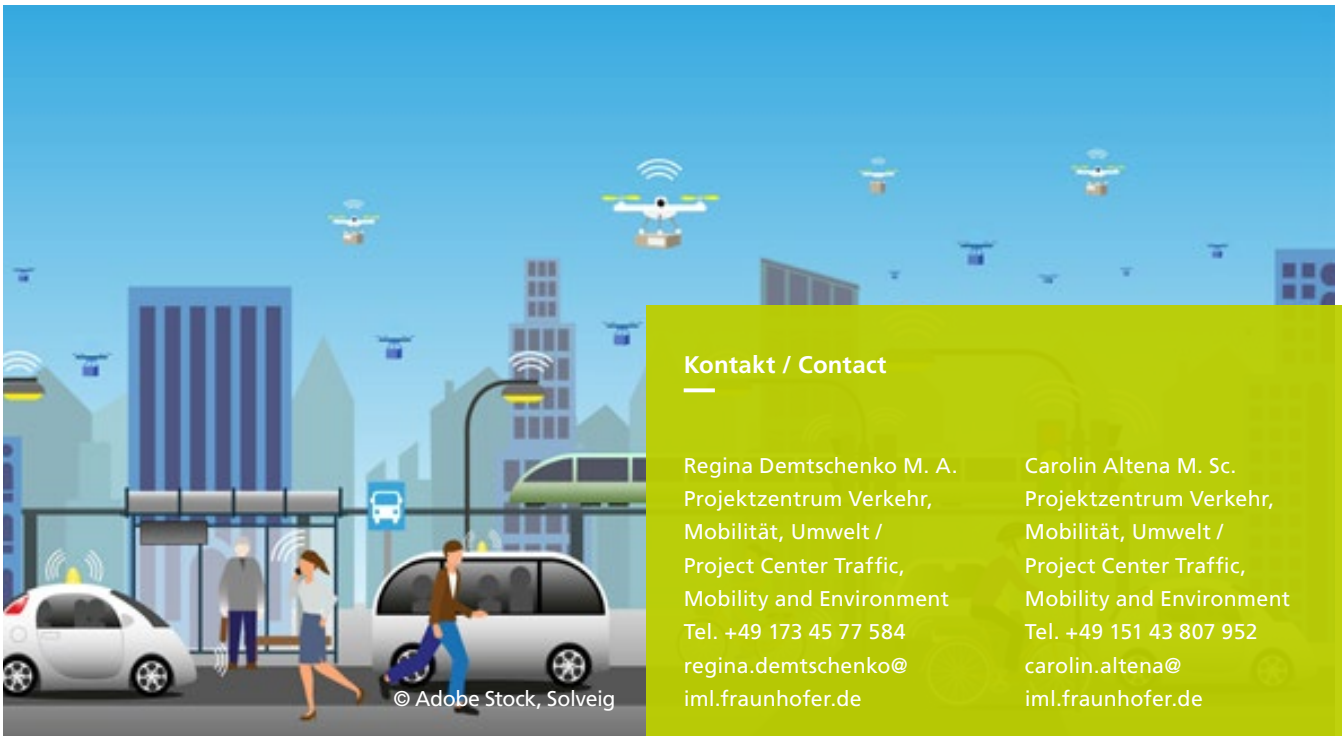
Der verkehrliche Nachweis für die Planungen wurde erbracht und die Ergebnisse waren sowohl Entscheidungsgrundlage im Unternehmen als auch Gesprächsgrundlage für Abstimmungen mit den Genehmigungsbehörden.

/ Fraunhofer IML has had the opportunity to produce a yard logistics quick check and a simulation of car and truck traffic for Capri-Sun as a basis for demonstrating its traffic performance.

The Project Center Traffic, Mobility and Environment in Prien investigated ways to optimize the traffic logistics management of vehicles in the factory under current conditions and in the case of production expansion.

The project also aimed to design a high-performance traffic management system from highway to loading bay to meet 2030 forecasts. Traffic simulations were used to evaluate the performance of different traffic management options, including logistics processes.

Traffic verification was carried out for the plans and the results formed the basis for decision-making within the business and for discussions with the regulatory authorities.



### Kontakt / Contact

Regina Demtschenko M. A.  
 Projektzentrum Verkehr,  
 Mobilität, Umwelt /  
 Project Center Traffic,  
 Mobility and Environment  
 Tel. +49 173 45 77 584  
 regina.demtschenko@  
 iml.fraunhofer.de

Carolin Altena M. Sc.  
 Projektzentrum Verkehr,  
 Mobilität, Umwelt /  
 Project Center Traffic,  
 Mobility and Environment  
 Tel. +49 151 43 807 952  
 carolin.altena@  
 iml.fraunhofer.de

## Meilenstein für eine intermodale Mobilität der Zukunft / Milestones for the intermodal mobility of the future

Unter dem Titel »Mobilitätsangebote intelligent vernetzt – Wie kann mit Hilfe von Daten eine nachhaltige Mobilitätswende gelingen?« veranstaltete die Fraunhofer-Allianz Verkehr zusammen mit dem Mobility Data Space ein Event, um Branchenakteure zusammenzubringen und die Mobilitätswende zu diskutieren. Dafür müssen Anbieter des ÖPNV und individueller Mobilitätsdienste gemeinsam an einer komfortablen Gestaltung und einem einfachen Zugang der Produkte und digitalen Lösungen arbeiten. Über 80 Teilnehmende diskutierten im Kontext der drei Programmschwerpunkte vernetzte Mobilitätsangebote, individuelle Mobilität und dezentrale Datenräume.

World Cafés boten zusätzlich Raum für neue Ideen. Ein Fazit des erfolgreichen Tages ist, dass Alternativen zum motorisierten Individualverkehr gestärkt und eine intermodale Vernetzung der Angebote in einer Plattform forciert werden sollten, die Angebote aber einfach zugänglich und zuverlässig sein müssen. Daten sind dabei jeweils essenzielle Treiber. Abschließend erfolgte eine Diskussionsrunde der Moderatorinnen und Moderatoren unter Einbezug politischer Statements.

/ Under the title "Intelligent connected mobility offers – how can data be used to enable a sustainable mobility transition?" the Fraunhofer Transport Alliance and the Mobility Data Space held an event to bring together players in the industry and discuss the mobility transition. To achieve this transition, local public transport providers and individual mobility services will need to work together on ensuring that the products and digital solutions are designed to be comfortable and easily accessible. More than 80 participants discussed the program's three main focal points connected mobility offers, individual mobility and decentralized data spaces.

World cafés also provided space for new ideas. In summary, the successful event resulted in plans to strengthen alternatives to individual motorized transportation and to push forward the intermodal connection of offers in a platform. However, the offers must be easily accessible and reliable. Data is an essential driver here. This was followed by a final discussion by moderators, including political statements.



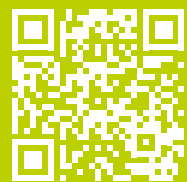
## H2020-Projekt »RESILOC« erfolgreich abgeschlossen

Mit der Frage, wie sich die Resilienz von Gemeinden als sozioökonomische Netzwerke bewerten lässt, setzte sich das Fraunhofer IML gemeinsam mit 15 europäischen Partnern über einen Zeitraum von 42 Monaten auseinander. Die Bewertung der Resilienz soll lokalen Entscheidungsträgern als Grundlage für verbesserte Strategien dienen, um die Schadensanfälligkeit einer Gemeinde nachhaltig zu verringern.

Das vom IML koordinierte Konsortium entwickelte dazu ein IT-gestütztes Verfahren, bei dem die lokale Katastrophenresilienz als eine hierarchische Verknüpfung von Resilienzdimensionen, -indikatoren und -proxies erfasst wird. Entscheidend hierbei ist der lokale Kontext der Indikatoren. Diesen gewährleistet die Einbindung relevanter Interessengruppen, der »Local Resilience Teams«. Den technischen Kern bilden die RESILOC »Cloud Plattform« und das »Inventar« zur Speicherung und Verarbeitung der erhobenen Daten. Zusätzlich entstanden Lösungen, um lokale Daten zu sammeln, die statistisch selten verfügbar sind. Application Programming Interfaces (APIs) ermöglichen es, bestehende Infrastruktur wie

Sensorik einzubinden. Das Verfahren wurde in fünf europäischen Gemeinden getestet und validiert.

Das Projekt lief im EU-Forschungsprogramm Horizon 2020. Die Fraunhofer-Forschenden möchten die Erkenntnisse im Bereich der Luftverkehrslogistik, speziell für logistische Infrastruktur in sozioökonomischen Netzwerken und deren Verbindung zu Luftverkehrshubs, vertiefen.



Website



© MEDIAMIX digital solutions, Domenico Fabiano

#### Kontakt / Contact

Karsten Uhing M. A.  
Luftverkehrslogistik /  
Aviation Logistics  
Tel. +49 69 668 118-374  
karsten.uhing@  
iml.fraunhofer.de

## / H2020 project "RESILOC" successfully completed

/ Together with 15 European partners the Fraunhofer IML invested 42 months in developing a solution that empowers local community managers to assess their local resilience and develop strategies to improve it. Local resilience strategies are essential to reduce the vulnerability of communities to systemic risks like climate change.

The consortium, coordinated by the IML, developed a software-guided process that operationalizes disaster resilience based on a hierarchical order of resilience dimensions, indicators and proxies. A particular challenge was the localization of the indicators. This is ensured by organizing relevant stakeholder groups in so called Local Resilience Teams (LRTs).

The technical core of the solution is made up of the RESILOC "cloud platform" and the "inventory" for storing and processing the collected data. The project also developed tools for collecting local data that is statistically rarely available. Application programming interfaces (APIs) make it possible to incorporate existing infrastructure such as sensors.

The solution was trialed and validated in five European communities. The project was funded through the EU's Horizon 2020 research program. Fraunhofer researchers will now make an attempt to capitalize on the findings for the benefit of understanding the resilience properties of logistics infrastructure in connection with aviation hubs.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 833671



© Fraunhofer IML, Ursula Ostermann

## 5G-Netz optimiert Notfallversorgung / 5G network optimizes emergency care

Im Rahmen des Projekts »Euriale« sollen die Abläufe im Rettungswesen durch die Nutzung des 5G-Mobilfunks optimiert werden. Mithilfe des 5G-Netzes wird eine störungsfreie Übertragung von Real-time-Ton, Bild und Videodaten zwischen Ersthelfenden, Notarztpersonal und ggf. stationärem Arztpersonal gewährleistet. Dies führt zu einem Informations- und Zeitgewinn für die verschiedenen Akteure im Rettungswesen.

/ The "Euriale" project aims to optimize processes in the emergency services using the 5G mobile network. The 5G network will be used to transmit real-time sound, image and video data between first responders, emergency medical teams and, where necessary, medical staff at the hospital without interruptions. This will lead to gains in terms of information and time for the various parties involved in the emergency services.



Projektseite

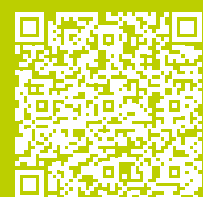


© PIUS-Hospital Oldenburg, Pius Heereman

## Digitaler Engel – Digitale Assistenten in der Pflege / Digital Angel – digital assistants in care

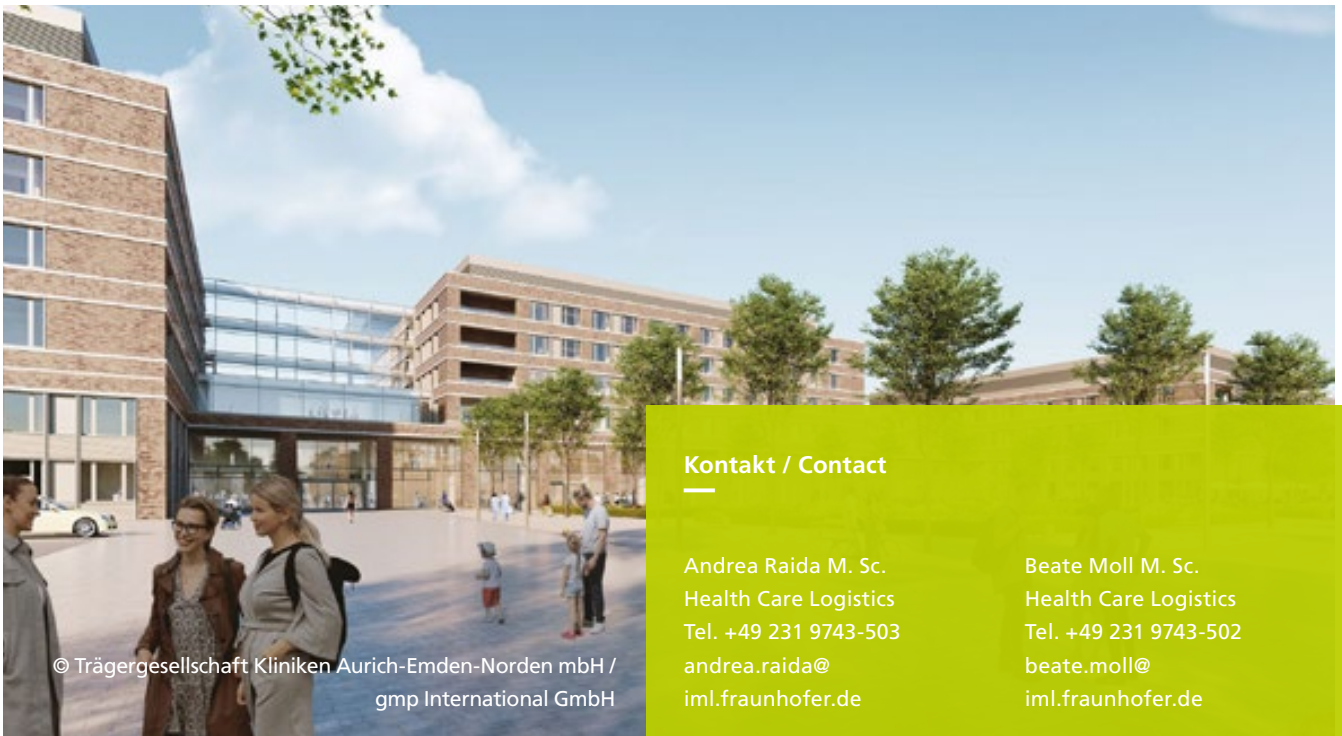
Das Ziel des Projekts »Digitaler Engel« ist es, Strategien und Konzepte zur Stärkung der Interaktionsarbeit von Pflegekräften zu entwickeln. Unter anderem soll durch den Einsatz von digitalen Assistenten wie smarten Datenbrillen die Interaktionsarbeit erleichtert werden, indem passende Methoden zur Verhältnis- und Verhaltensprävention eingesetzt werden. Die Pflegekräfte können so entlastet und Pflegeberufe dadurch langfristig attraktiver werden.

/ The aim of the "Digital Angel" project is to develop strategies and concepts to increase the interaction of caregivers. One of the benefits of the project is the use of digital assistants such as smart data glasses to facilitate interaction activities by using suitable conditional and behavioral prevention methods. This reduces the burden on caregivers, making a career in care more attractive in the long term.



Projektseite





© Trägergesellschaft Kliniken Aurich-Emden-Norden mbH /  
gmp International GmbH

#### Kontakt / Contact

Andrea Raida M. Sc.  
Health Care Logistics  
Tel. +49 231 9743-503  
andrea.raida@  
iml.fraunhofer.de

Beate Moll M. Sc.  
Health Care Logistics  
Tel. +49 231 9743-502  
beate.moll@  
iml.fraunhofer.de

## Krankenhaus der Zukunft: Planung des Zentralklinikums Georgsheil abgeschlossen / Hospital of the future: planning of Georgsheil Central Clinic completed

Die drei Klinikstandorte Aurich, Emden und Norden sollen in einem neu errichteten Zentralklinikum in Georgsheil zusammengelegt werden. Mit dem Neubau des Zentralklinikums soll eine zukunftsweisende und nachhaltige medizinische Versorgung im westlichen Ostfriesland sichergestellt werden. Der Klinikneubau wird über 40 000 m<sup>2</sup> Nutzfläche sowie mehr als 800 Betten umfassen und dabei eine Summe von über 700 Mio. Euro Baukosten inkl. Baukostensteigerung verursachen, gefördert vom Land Niedersachsen und dem Bund.

Ziel des Projekts »Logistikkonzept Zentralklinikum Georgsheil« am Fraunhofer IML war die Erstellung eines Logistikkonzepts für den Neubau. Hierbei standen die Ablauf- und Kostenoptimierung der gesamten Supportprozesse im Klinikum zusammen mit der Betriebsorganisation und die Implementierung von Automatisierungslösungen im Vordergrund. Die Entwurfsplanung für den Neubau des Zentralklinikums Georgsheil ist abgeschlossen und befindet sich aktuell in der weiteren Ausgestaltung durch die Baufachplaner. Der Bau soll 2023 beginnen.

/ The three clinic sites in Aurich, Emden and Norden are to be merged into a newly built central clinic in Georgsheil. The construction of the new central clinic will ensure the provision of forward-looking and sustainable medical care in the western part of East Frisia. The new clinic will have a floor area of over 40,000 m<sup>2</sup> and more than 800 beds, with total construction costs of over 700 million euros including inflation, funded by the German state of Lower Saxony and the German federal government.

The aim of the project "Logistics Concept for Georgsheil Central Clinic" at Fraunhofer IML was to produce a comprehensive logistics concept for the new site. The emphasis was on optimizing the workflow and the cost of the overall support processes in the clinic. This was achieved by taking an integrated approach and implementing automation solutions. The conceptual design for the construction of the new Georgsheil Central Clinic is complete and has now been handed to the specialist construction planners for the next design phase. Construction is set to begin in 2023.

## Publikationen / Publications

---

Bücher, Fachaufsätze, Vorträge: Eine Auflistung aller wissenschaftlichen Veröffentlichungen des Jahres 2022 aus dem Fraunhofer IML finden Sie hier:

/ Books, technical papers, lectures: A listing of all scientific publications of the year 2022 from Fraunhofer IML can be found here:





# Außenstellen des Fraunhofer IML / Fraunhofer IML Branches

---

Anwendungs- und Projektzentren / Application and Project Centers

## Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML

Prof. Dr.-Ing. Carlos Jahn  
Telefon +49 40 428 784-450  
Telefax +49 40 428 784-452  
carlos.jahn@cml.fraunhofer.de  
Schwarzenbergstr. 95  
21073 Hamburg

HAMBURG

FRANKFURT

## Fraunhofer IML Projektzentrum Verkehr, Mobilität und Umwelt

Dipl.-Wirt.-Ing. Wolfgang Inninger  
Telefon +49 8051 901-110  
Telefax +49 8051 901-111  
wolfgang.inninger@prien.iml.fraunhofer.de  
Joseph-von-Fraunhofer-Straße 9  
83209 Prien a. Chiemsee

PRIEN

## Fraunhofer IML Center for Logistics and Mobility

Dr.-Ing. Harald Sieke  
Telefon +49 69 668 118-355  
harald.sieke@iml.fraunhofer.de

Dr. Axel T. Schulte  
Telefon +49 231 9734-298  
axel.t.schulte@iml.fraunhofer.de

House of Logistics and Mobility (HOLM)  
Bessie-Coleman-Straße 7,  
Gateway Gardens  
60549 Frankfurt am Main

# Impressum / Editorial Notes

---

**Herausgeber / Publisher:** © Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

Institutsleitung / Board of directors:

Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen

Prof. Dr. Dr. h. c. Michael ten Hompel (geschäftsführend/executive)

Prof. Dr. Dr. h. c. Michael Henke

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2–4

44227 Dortmund

Telefon +49 231 9743-0

Telefax +49 231 9743-211

[info@iml.fraunhofer.de](mailto:info@iml.fraunhofer.de)

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

**Redaktion / Editorial team:** Bettina von Janczewski

Julian Jakubiak

Alia Khaddour

Merle Janssen

Annemarie Zertisch

Anna Appelbaum

**Bildquellen /**

**Photo acknowledgements:** Fraunhofer IML, Dortmund; weitere siehe jeweiligen Bildhinweis  
Umschlag-Design: Anna Tekath; Foto: Sebastian Beierle

**Satz / Layout:** Anna Tekath, Nora Gruschczyk

**Übersetzung / Translation:** Transline Deutschland GmbH, Reutlingen

**Druck und Verarbeitung /**

**Print:** Bonifatius GmbH, Paderborn

## Kontakt

---

Fraunhofer-Institut für Materialfluss  
und Logistik IML

Joseph-von-Fraunhofer-Straße 2-4  
44227 Dortmund

Tel. +49 231 9743-0  
info@iml.fraunhofer.de  
www.iml.fraunhofer.de

Folgen Sie uns auf:

