

# LOGISTIKentdecken

Magazin des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund

#26



Topthema:

## ZUKUNFT EINFACH MACHEN

Intelligent. Resilient. Nachhaltig.

## Impressum

### Herausgeber

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

Telefon 0231 9743-0  
Telefax 0231 9743-211

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

### Redaktion

Bettina von Janczewski, Julian Jakubiak,  
Sabine Barde, Rolf Müller-Wondorf,  
Jan Kaulfuhs-Berger, Alia Khaddour,  
Sarah Wippermann, Annemarie Zertisch,  
Leonie Klingberg, Karlotta Hamburg

### Fotos

Vinzenz Neugebauer, Frederic Eynck,  
Michael Neuhaus, Sebastian Beierle  
Fraunhofer IML, Dortmund  
Adobe Stock, [www.adobestock.com](http://www.adobestock.com)  
weitere siehe jeweiligen Bildhinweis

### Satz und Layout

Anna Tekath

### 3D-Rendering Cover:

Elisabeth Drache

### Druck und Verarbeitung

Scholz-Druck und Medienservice  
GmbH & Co KG, Dortmund

# Liebe Freunde der Logistik,

wie können wir Lieferketten ökonomisch und ökologisch nachhaltig gestalten? Und gleichzeitig widerstandsfähig gegen Krisen, Engpässe und unvorhersehbare Ereignisse? Wie können wir in der Logistik unseren Beitrag dazu leisten, unseren Planeten auch für kommende Generationen zu erhalten, die CO<sub>2</sub>-Emissionen verringern und Müll reduzieren? Logistikunternehmen müssen sich derzeit vielen dieser Fragen stellen. Als Rückgrat des globalen Warenverkehrs und Treiber vieler wirtschaftlicher Prozesse muss die Logistik zur systemischen Gestaltungskraft werden – während Logistikunternehmen heute in einem Spannungsfeld aus Kostendruck, Klimaschutz, globalen Unsicherheiten und wachsendem Technologieangebot agieren. Keine einfache Aufgabe.

Daher hat es sich das Fraunhofer IML zu seiner Mission gemacht, gemeinsam nach Lösungen zu suchen. In dieser Ausgabe stellen wir Ihnen einige der Projekte vor, die den Weg in eine intelligente, resiliente und nachhaltige Logistik ebnen. Das Fraunhofer IML will die Zukunft einfach machen – und betrachtet Künstliche Intelligenz (KI) als den passenden Schlüssel dafür.

KI-Anwendungen koordinieren Abläufe und sorgen dabei für reibungslose Vorgänge. In dieser Ausgabe stellen wir Ihnen Omnistics vor, eine Art Werkzeugkasten mit verschiedenen KI-Tools, die sich einfach für die eigenen Bedarfe implementieren lassen (S. 40). Gerade für kleine und mittlere Unternehmen (KMU), in denen noch kein entsprechendes Framework gegeben ist, kann ein solcher Werkzeugkasten zu einem echten Gamechanger werden.

Ein weiteres Beispiel ist das herstellerunabhängige Flottenmanagementsystem AULIS, das Fahrten autonomer Roboter effizient aufeinander abstimmt, ohne dabei an Flexibilität einzubüßen (S. 16). Das Forschungsprojekt SKALA arbeitet unterdessen daran, den Datenaustausch entlang von Lieferketten mithilfe von KI und Blockchain sicher und vertrauenswürdig zu gestalten (S. 34).

Als Forschungsinstitut hat das Fraunhofer IML auch einen maßgeblichen gesellschaftlichen Auftrag – und stellt daher



Bettina von Janczewski  
Stellv. Abteilungsleiterin  
Kommunikation und Marketing  
Pressesprecherin  
Fraunhofer IML



Julian Jakubiak  
Redaktionsleiter  
»Logistik entdecken«  
Pressesprecher  
Fraunhofer IML

die erarbeiteten Ergebnisse aus verschiedenen Projekten als Open-Source-Bausteine frei zur Verfügung. Das gilt für AULIS und SKALA gleichermaßen wie für das große Vorreiterprojekt des Open-Source-Geists in der Logistik: die Silicon Economy. Das Projekt ist inzwischen abgeschlossen, doch nun gilt es, am Ball zu bleiben und auch in Zukunft an den richtigen Stellschrauben zu drehen (S. 14) – denn der Open-Source-Gedanke ist kein befristetes Projekt, sondern vielmehr ein Paradigmenwechsel für die gesamte Branche.

Doch auch die vielen weiteren Artikel dieser Ausgabe machen deutlich, dass KI, Resilienz und Nachhaltigkeit die strategischen Eckpfeiler für die Zukunft der Logistik sind. Nicht als getrennte Innovationslinien, sondern als vernetzte Zukunftsdimensionen. Sie funktionieren nicht ohneinander – ebenso wie das Fraunhofer IML und seine zahlreichen Projektpartner aus der Wirtschaft.

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

Ihr Redaktionsteam »Logistik entdecken«



# Inhalt

## Logistik entdecken #26

### ALLGEMEINES

- 02 Impressum
- 03 Vorwort
- 54 Notizen und Literaturtipps

### TOPTHEMA

- 06 Logistik der Zukunft:  
Intelligenter. Resilienter. Nachhaltiger.

### WISSENSVORSPRUNG FÜR DIE LOGISTIK

- 14 »Silicon Economy« –  
Die Open-Source-Geister, die wir riefen

### INTRALOGISTIK

- 16 Die neue Logik der Intralogistik:  
Mit Aulis in die Zukunft
- 18 Orientierung per Lichtspur –  
Wie LARS die Intralogistik für Menschen neu denkt
- 20 Pflicht statt Kür:  
Nachhaltigkeit als Benchmark
- 22 Von Herausforderungen zu Chancen:  
Die Evolution der Hoflogistik
- 24 Mehrweg, Einweg, gar kein Weg?

### LOGISTIKMANAGEMENT

- 28 Resilienz reloaded
- 32 Digitale Helfer in der Not
- 34 SKALA: Ein Projekt mit Weitblick
- 38 Resilienz – ein kluger Schachzug

### MOBILITÄT UND UMWELT

- 40 Schneller, günstiger, smarter:  
Omnistics macht KI massentauglich
- 44 Die unglaubliche Reise eines Pakets –  
Wie der »Smarcel« das Parcel automatisiert
- 46 Platz für Profit und Planet –  
Ressourcen an Lagerstandorten sparen
- 50 Neues nachhaltiges Wasserstoff-Ökosystem  
treibt Energiewende voran
- 52 Eine Ladung Fragen, eine Antwort:  
Innovationslabor

# Logistik der Zukunft:



Intelligenter.



Resilienter.



Nachhaltiger.

Jahrzehntelang galt die Logistik als stille Effizienzmaschine im Hintergrund der industriellen Produktion – präzise, kostensensibel, reaktiv. Doch inmitten von Klimawandel, globalen Krisen, geopolitischen Spannungen, digitalem Strukturwandel und regulatorischen Umbrüchen zeigt sich: Die Logistik ist nicht länger bloß Dienstleisterin. Sie wird zur systemischen Gestaltungskraft einer vernetzten, nachhaltigen und resilienten Gesellschaft.

Die Logistikbranche steht heute vor einer doppelten Herausforderung: Einerseits ist sie Rückgrat des globalen Warenverkehrs und Treiber vieler wirtschaftlicher Prozesse. Andererseits ist sie mit komplexen Problemen konfrontiert, die sowohl operativer als auch strategischer Natur sind. Eines der zentralen Probleme liegt in der Komplexität der eigenen Wertschöpfungsketten. Viele Logistikunternehmen kämpfen mit fragmentierten IT-Systemen, fehlenden Schnittstellen und einer oft historisch gewachsenen Systemlandschaft, die eine durchgängige Digitalisierung erschwert. Hinzu kommt der enorme Investitionsbedarf: Neue Technologien erfordern nicht nur hohe Anfangsinvestitionen, sondern auch qualifiziertes Personal, das mit den neuen Systemen umgehen kann. Gerade kleine und mittlere Unternehmen (KMU) scheuen angesichts unsicherer Marktentwicklungen solche langfristigen Bindungen. Zusätzlich wirken regulatorische Unsicherheiten, volatile Märkte, geopolitische Krisen und Fachkräftemangel als Innovationsbremsen.

»Antworten auf die weltweiten Herausforderungen, denen wir uns heute gegenübersehen, liefern gerade Digitalisierung, Automatisierung und zukünftig Autonomisierung.«

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



### Künstliche Intelligenz: Potenziale bei Planung, Prognose und Optimierung

Trotz aller Hürden schreitet der Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) in der Logistik stetig voran. Bereits im Jahr 2022 nutzten rund 22 Prozent der deutschen Logistikunternehmen KI aktiv, weitere 26 Prozent planten oder diskutierten den Einsatz. Die Anwendungsmöglichkeiten sind vielfältig:



Von Bedarfsprognosen über Routen- und Absatzplanung bis hin zur Echtzeit-Optimierung von Transporten und Lagerprozessen reichen die Szenarien. Leerfahrten können reduziert, Routen dynamisch angepasst und Kapazitäten effizienter genutzt werden. Über die Hälfte der Unternehmen geht davon aus, dass KI schon bald flächendeckend Einzug in die Logistik halten wird. Im Vergleich zur Gesamtwirtschaft zeigt sich die Branche hier als Vorreiter der Digitalisierung.

»Unternehmen, die bei der Digitalisierung besonders erfolgreich sind, verbindet oft die Bereitschaft zur Qualifizierung ihrer Mitarbeitenden und zu Investitionen, die Zusammenarbeit mit der Forschung und ein übergreifendes systemisches Verständnis der Logistik.«

Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen



### Nachhaltigkeit: Klimaziele als Innovationsmotor

Parallel wächst der Druck zur Dekarbonisierung. Der Verkehrssektor ist in Deutschland für rund 22 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich, wovon ein Drittel auf den Güterverkehr entfällt. Nachhaltigkeit ist längst kein Nice-to-have mehr, sondern regulatorische und gesellschaftliche Pflicht. Rund 62 Prozent der Logistikunternehmen setzen dabei auf digitale Technologien, um Emissionen zu senken und Prozesse nachhaltiger zu gestalten. Der Einsatz von Elektro- und Hybridfahrzeugen, alternativen Antrieben in der Schifffahrt und nachhaltigen Flugkraftstoffen nimmt stetig zu. Für die sogenannte Grüne Logistik wird weltweit ein Marktvolumen von rund 1,5 Milliarden US-Dollar bis 2028 prognostiziert.

»Für jüngere Generationen hat Nachhaltigkeit einen großen Stellenwert.«

Prof. Dr.-Ing. Alice Kirchheim



### Resilienz: Lieferketten widerstandsfähiger machen

Die jüngsten Krisen haben gezeigt, wie anfällig globale Lieferketten sein können. Zwar beurteilen viele Unternehmen ihre Supply Chains heute robuster als vor der Pandemie, dennoch bleibt die Resilienz eine der größten Bausteine. Während 79 Prozent der Unternehmen immerhin die

erste Lieferantenebene überwachen, erfassen nur 14 Prozent auch die tieferen Ebenen ihrer Lieferketten. Hier liegt erhebliches Risiko verborgen, das in Krisensituationen schnell operative Brüche verursachen kann. Laut FM Resilience Index 2025 schneidet Deutschland im globalen Vergleich immerhin gut ab: Im Bereich Logistik belegt das Land Rang drei unter 130 analysierten Märkten, auch dank seiner leistungsfähigen Infrastruktur und wirtschaftlichen Stabilität.

»Das umfassende Management von Supply Chains erfordert Deep-Tier-Transparenz. Hier liegen enorme Datensätze, die mithilfe von KI gehoben werden und zum Aufbau resilienter und nachhaltiger Supply Chains genutzt werden können.«

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



### Innovationsdruck als Dauerzustand

Diese Zahlen zeigen: Logistikunternehmen agieren heute in einem Spannungsfeld aus Kostendruck, Klimaschutz, globalen Unsicherheiten und wachsendem Technologieangebot. KI, nachhaltige Lösungen und resiliente Lieferketten sind keine optionalen Projekte mehr, sondern essenzielle Bausteine für die Zukunftsfähigkeit der Branche. Wer heute investiert, schafft die Grundlagen für operative Exzellenz, Wettbewerbsfähigkeit und die Erfüllung gesellschaftlicher Erwartungen. Der Transformationsprozess ist allerdings anspruchsvoll – technologische Kompetenz, strategische Weitsicht und kluges Change Management sind gefragt denn je.

Mitten in dieser Transformation steht das Fraunhofer IML und denkt die Logistik neu: als lernfähiges, selbstorganisierendes, ökologisch verantwortungsvolles System. Die strategischen Eckpfeiler dieser neuen Logik sind Künstliche Intelligenz, Resilienz und Nachhaltigkeit. Nicht als getrennte Innovationslinien, sondern als vernetzte Zukunftsdimensionen.

»Resiliente Lieferketten und Logistiksysteme helfen uns, mit zunehmender Unsicherheit aus politischen, wetterbedingten oder technikbedingten Störungen gut klarzukommen.«

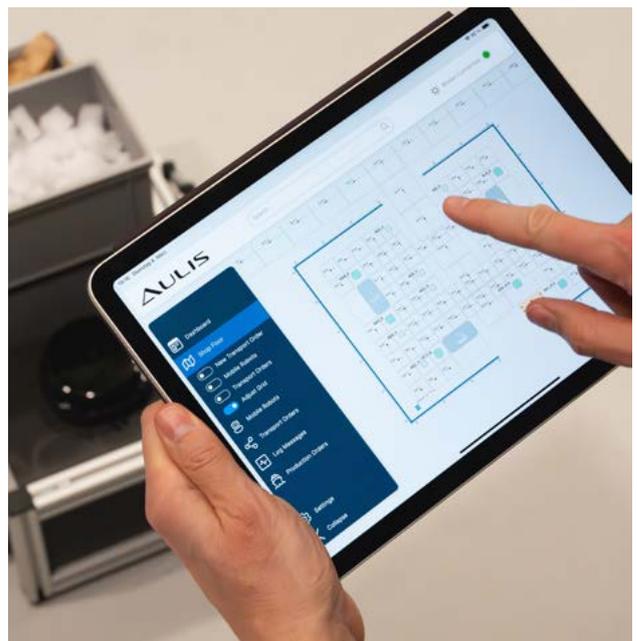
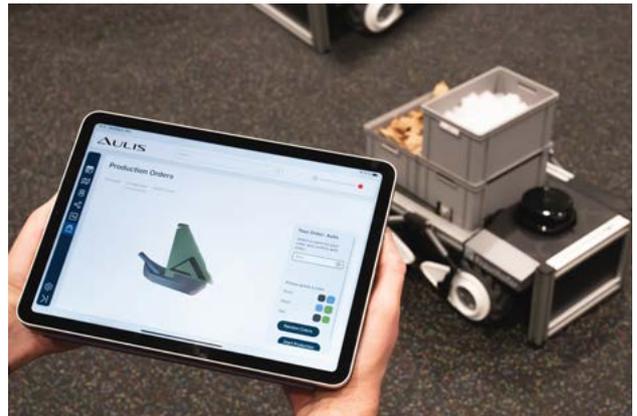
Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen



### AULIS: Intelligentes Flottenmanagement für autonome Intralogistik

Ein zentrales Beispiel für diesen Paradigmenwechsel ist Aulis – ein modulares, agentenbasiertes Betriebssystem, das innerbetriebliche Materialflüsse mit Fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF) und autonomen mobilen Robotern (AMR) effizient organisiert (siehe auch S. 16). Das Besondere: Aulis ist herstellerunabhängig, basiert auf offenen De-facto-Standards wie VDA 5050 oder M2X und wird als Open Source bereitgestellt. So entsteht ein echtes Plug-and-Play-System, das sich flexibel in bestehende IT-Architekturen integrieren lässt.

Aulis adressiert zentrale Herausforderungen moderner Produktionslogistik: Die modulare Architektur erlaubt es, Prozesse exakt an betriebliche Gegebenheiten anzupassen. Unternehmen können einzelne Module – etwa für Auftragsvergabe, Routing, Optimierung, Fahrzeugsteuerung oder Benutzeroberflächen – je nach Bedarf kombinieren, erweitern oder ersetzen. Die Kommunikation erfolgt dabei über das offene IoT-Nachrichtenprotokoll MQTT oder alternativ über andere etablierte Protokolle. So entsteht ein maximal anpassbares, zukunftssicheres System, das eine herstellerübergreifende Interoperabilität ermöglicht.



Bilder: gutexk7 – stock.adobe.com, Fraunhofer IML



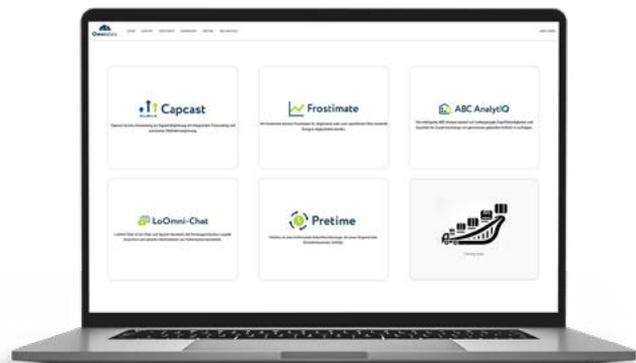
### Der Auftragsagent: Modulare Struktur mit souveräner Datenhoheit

Die Vielfalt der Aulis-Module spiegelt die funktionale Tiefe wider: Der Auftragsagent verwaltet Produktions- und Transportaufträge und integriert sich in ERP-, WMS- und MES-Systeme. Der Routingagent plant zeitoptimale Routen, das Optimierungsmodul verteilt Aufträge intelligent und effizient. Fahrzeugagenten übersetzen Steuerbefehle für unterschiedliche Robotermodelle. Und das User-Interface-Modul visualisiert Prozesse in Echtzeit – mobil, interaktiv, übersichtlich. Entscheidend ist dabei die Wahlfreiheit, wo Aulis betrieben wird – in der Cloud, auf Edge-Systemen oder On-Premise – ganz im Sinne einer souveränen Datenhaltung.

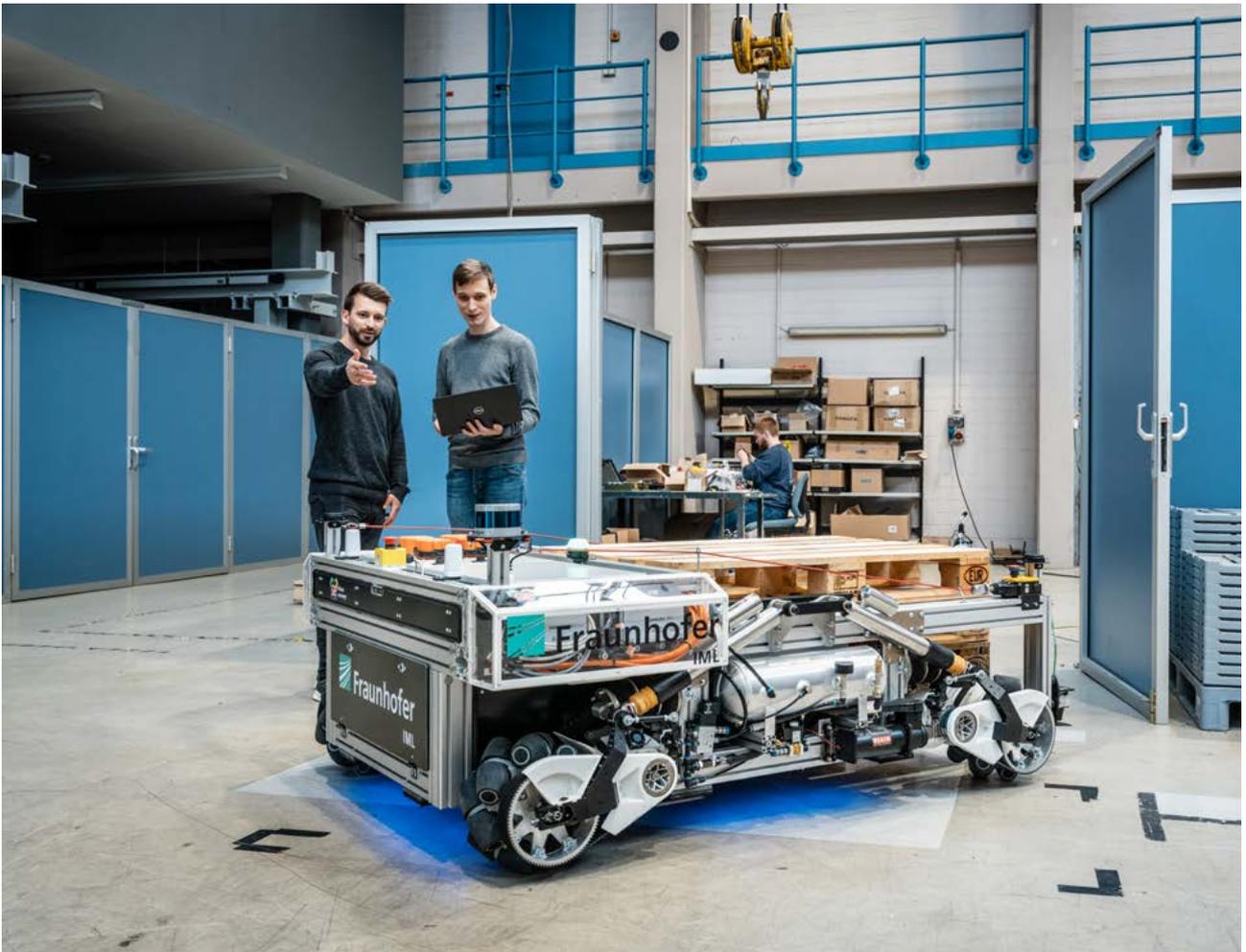
### SKALA: Vertrauenswürdige Wertschöpfung durch KI und Blockchain

Während Aulis auf innerbetriebliche Prozesse fokussiert, richtet SKALA den Blick auf überbetriebliche Datenflüsse (S. 34). Das vom Bundesministerium für Verkehr (BMV) geförderte Projekt zielt darauf, KI und Blockchain-Technologie zu einer vertrauenswürdigen, offenen Infrastruktur für die Wertschöpfungsketten von morgen zu verbinden. Im Mittelpunkt steht die transparente, sichere und gleichzeitig souveräne Teilung von Daten – von der Nachverfolgbarkeit entlang der Lieferkette über Smart Contracts bis hin zur Digitalisierung von Dokumentenströmen. Besonders KMU erhalten durch Open-Source-basierte Softwarebausteine Zugang zu technologischer Exzellenz, ohne sich an proprietäre Anbieter binden zu müssen.

### Omnistics: Künstliche Intelligenz als Dienstleistung



Eine ähnliche Offenheit prägt auch die Plattform Omnistics (S. 40). Sie steht für einen niederschweligen Zugang zur Künstlichen Intelligenz – gerade für Unternehmen ohne ausgebaute IT-Infrastruktur. Als AI-as-a-Service-Baukasten bietet Omnistics verschiedene spezialisierte Anwendungen: Capcast für präzise Kapazitätsprognosen, Pretime zur Vorhersage multimodaler Ankunftszeiten, LoOmni-Chat als intelligenten Sprach- und Wissensassistenten oder Frostimate zur Berechnung marktgerechter Frachtraten. Alle Module basieren auf trainierten KI-Modellen und können flexibel auf eigene Hardware portiert oder über offene Schnittstellen angebunden werden. So wird Digitalisierung nicht zur Hürde, sondern zum Werkzeug.



## Silicon Economy: Von der Automatisierung zur kognitiven Logistik

Die Basis für viele zukunftsweisende Forschungsprojekte liegt in der »Silicon Economy« (S. 14). Mit dem Synonym für eine kommende digitale Infrastruktur bzw. ein digitales Ökosystem, das auf der automatisierten Verhandlung, Disposition und Kontrolle von Warenströmen beruht und neue, digitale Geschäftsmodelle (nicht nur) für die Logistik ermöglicht, verfolgte das Fraunhofer IML seit 2020 ein visionäres Leitprojekt als Teil des BMW-Innovationsprogramms Logistik 2030. Das Projekt verband digitale Infrastruktur, Künstliche Intelligenz und Open Source zu einem neuen logistischen Betriebssystem. Ziel war eine voll vernetzte Logistik, in der Softwareagenten autonom handeln, Informationen in Echtzeit austauschen, Verträge digital verhandeln und Entscheidungen treffen – sicher, interoperabel, vertrauenswürdig.

Das Besondere: Alle entwickelten Komponenten – von Identitätsdiensten über Transportverträge bis zu Routing-Algorithmen – werden über die Open Logistics Foundation, ebenfalls initiiert vom Fraunhofer IML, als Open Source bereitgestellt. Genau genommen ist die Open Logistics Foundation ein strategisches Netzwerk für den Aufbau standardisierter, quelloffener Softwarelösungen in der Logistik. Hier entstehen offene Kommunikationsschnittstellen (sogenannte

APIs), Datenmodelle und Referenzimplementierungen – alles mit dem Ziel, Interoperabilität und Plattformneutralität im digitalen Logistikraum zu ermöglichen. Unternehmen jeder Größe können diese Bausteine nutzen, erweitern und in ihre eigenen Systeme integrieren. So entsteht ein föderiertes Innovationsökosystem, das der europäischen Logistik eine digitale Souveränität jenseits proprietärer Plattformriesen sichert. Ergänzt wird dies durch die Initiative Open Labs, bei der sich Unternehmen in konkreten Entwicklungspartnerschaften mit dem Fraunhofer IML zusammenschließen. So entsteht nicht nur Wissenstransfer, sondern auch direkte Verwertung von KI-basierten Technologien in die betriebliche Realität.

**»Die Basis für resiliente und nachhaltige Logistiksysteme sind vollständig digitalisierte Geschäftsprozesse, denn damit ist es möglich, die IST-Situation zu erheben, einen SOLL-Zustand zu definieren und den Weg dahin kontinuierlich zu monitoren.«**

Prof. Dr.-Ing. Alice Kirchheim



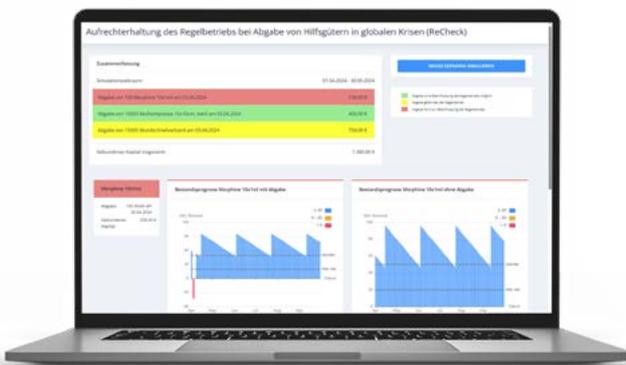


## Plattformstrategien und Datenökosysteme: Die Logistik wird vernetzt

Mit der Silicon Economy und verwandten Initiativen treibt das Fraunhofer IML also die Transformation von Supply Chains zu plattformbasierten Wertschöpfungssystemen voran. Daten werden dabei nicht isoliert gesammelt, sondern entlang standardisierter Protokolle in Echtzeit geteilt, verarbeitet und bewertet – mit voller Wahrung von Datenhoheit und Sicherheit. Diese Plattformstrategien ermöglichen nahtlose Prozessketten zwischen Herstellern, Logistikdienstleistern und Kunden, transparente CO<sub>2</sub>-Bilanzen für jeden Transportweg, automatisierte Vertragsabwicklung auf Basis intelligenter Verträge sowie resilientere Entscheidungsprozesse durch digitale Redundanzen.

Eine Kernvoraussetzung für diese Plattformlogik ist die semantische Interoperabilität – also das Verständnis von Daten über Systemgrenzen hinweg. Das Fraunhofer IML entwickelt hierzu standardisierte Datenmodelle für logistische Objekte, semantische Übersetzungsschichten, Werkzeuge zur Sicherung der Datenqualität und offene Referenzarchitekturen, die insbesondere auch KMU den Zugang zur Plattformwelt ermöglichen. Der technologische Clou liegt im Gleichgewicht aus Offenheit, Sicherheit und Funktionalität – nur so wird Plattformlogistik zur tragfähigen Infrastruktur.

## Resilienz: Logistiksysteme, die auf Ungewissheit vorbereitet sind



Wie anfällig globale und regionale Versorgungssysteme auf Krisen reagieren, hat die Covid-19-Pandemie offengelegt. Das Projekt »ResKriVer«, das vom Fraunhofer IML gemeinsam mit Partnern aus Forschung, Verwaltung und Gesundheitslogistik betrieben wird, hat das Ziel, eine digital gestützte Plattform für Krisenvorsorge und -reaktion aufzubauen (S. 32). Im Zentrum stehen dabei die Erfassung von Bedarfen und Beständen in Echtzeit, die priorisierte Allokation knapper Güter mithilfe von KI, die Sichtbarmachung verfügbarer Transportressourcen und Versorgungsengpässe sowie die Entwicklung von Szenarien für präventive Resilienzmaßnahmen.

Eine der leistungsfähigsten Grundlagen für resiliente Netzwerke ist die Entwicklung von Digitalen Zwillingen logistischer Systeme. Das Fraunhofer IML verfügt über eine breite Projektbasis zu diesem Thema – unter anderem in Zusammenarbeit mit Partnern aus Automotive, Chemie, Lebensmittelversorgung und Logistikdienstleistung. Digitale Zwillinge ermöglichen es, Lieferkettenstörungen wie beispielsweise Unterbrechungen in Asien oder Nachfrageverschiebungen in Europa zu simulieren, Schwachstellen und Single-Source-Abhängigkeiten zu analysieren, alternative Logistik- und Transportpfade zu testen und so robuste Systemarchitekturen zu entwickeln. In der Kombination mit KI entstehen prädiktive, sich selbst anpassende Systeme, die aus Echtzeitdaten lernen und sich im Bedarfsfall automatisch neu konfigurieren.

So ersetzt die Forschungsstrategie Supply Chain Engineering, die am Fraunhofer IML entwickelt wird, das Denken in starren Ketten durch ein Konzept dynamischer, rekonfigurierbarer Wertschöpfungsnetzwerke. Dazu gehören die modulare Strukturierung von Lieferketten mit eingebauten Alternativen und Redundanzen, ein kontinuierliches Echtzeit-Monitoring kritischer Pfade sowie die Integration dezentraler Fertigungs- und Lagereinheiten wie etwa 3D-Druckzentren oder urbaner Micro-Hubs. Resilienz wird damit zur Systemqualität – wirtschaftlich tragfähig, technologisch fundiert und sozial verantwortbar.

»Nur resiliente Lieferketten sind wirtschaftlich erfolgreich und damit nachhaltig«



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

## Nachhaltigkeit: Logistik als ökologische Systemverantwortung

Im Rahmen des EU Green Deals und der Circular Economy Regulation wird der digitale Produktpass zum zentralen Instrument für Nachhaltigkeit und Nachverfolgbarkeit. Das Fraunhofer IML arbeitet an technologischen Grundlagen und praxisfähigen Standards, um CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und

Materialzusammensetzung über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts zu dokumentieren. Darüber hinaus können Informationen zu Reparaturfähigkeit, Herkunft oder Recyclingoptionen systematisch hinterlegt werden. Hersteller, Händler, Logistiker und Entsorger werden über eine gemeinsame Datenplattform vernetzt. Der digitale Produktpass ist damit nicht nur eine regulatorische Verpflichtung, sondern auch ein strategisches Werkzeug für nachhaltige Entscheidungen.

**»Wenn Verbraucher nachhaltige Produkte und nachhaltiges Wirtschaften fordern, wird es sich durchsetzen. Und ein Teil meines Jobs ist es, bei Verbrauchern genau dieses Bewusstsein zu schaffen.«**



Prof. Dr.-Ing. Alice Kirchheim

Ebenfalls beteiligt sich das Fraunhofer IML an zahlreichen Initiativen zur emissionsfreien Stadtlogistik. Dazu zählt die Integration autonomer Zustellfahrzeuge in urbane Mikrodepots ebenso wie die Kopplung von Wasserstoff-Infrastruktur mit multimodalen Umschlagplätzen. Ergänzend werden Plattformen zur ökologisch optimierten Tourenplanung entwickelt. In der Kombination von KI, Sensorik und nachhaltiger Verkehrsstrategie entsteht so eine intelligente ökologische Logistik, die Wirtschaftlichkeit, Umwelt- und Lebensqualität vereint.

### ForestGuard: Open-Source-Blockchain für entwaldungsfreie Lieferketten

Informationsbedarf gibt es auch bei der Umsetzung der EU-Anti-Entwaldungsverordnung (EUDR). Allerdings fehlen den Unternehmen häufig ausreichende, verlässliche und manipulationssichere Daten aus ihren Lieferketten. Das Projekt ForestGuard (Logistik entdecken berichtete in Ausgabe #25) entwickelt eine praxisorientierte, skalierbare Open-Source-Lösung, die durch Kombination verschiedener Technologien wie Blockchain und Distributed-Ledger-Technologie eine digitale Nachweisführung ermöglicht. Im Pilotprojekt wurde die Anwendung am Beispiel einer Kaffee-Lieferkette erprobt, wobei Stakeholder entlang der gesamten Kette fälschungssichere Daten wie Geodaten, Eigentumsnachweise und Entwaldungsfreiheit hinterlegen konnten. Diese Informationen dienen u. a. Importeuren als Grundlage für Sorgfaltserklärungen an das EU-Informationssystem und erleichtern die Dokumentation und Nachverfolgung von Produktions- und Logistikprozessen. Insbesondere kleinbäuerliche Produzenten profitieren von der verbesserten Verwaltung ihrer Anbauflächen und Ernteerträge. ForestGuard bietet darüber hinaus Funktionen für Risikobewertung, Berichterstattung und die Einhaltung regulatorischer Anforderungen gemäß Artikel 9 der EUDR.

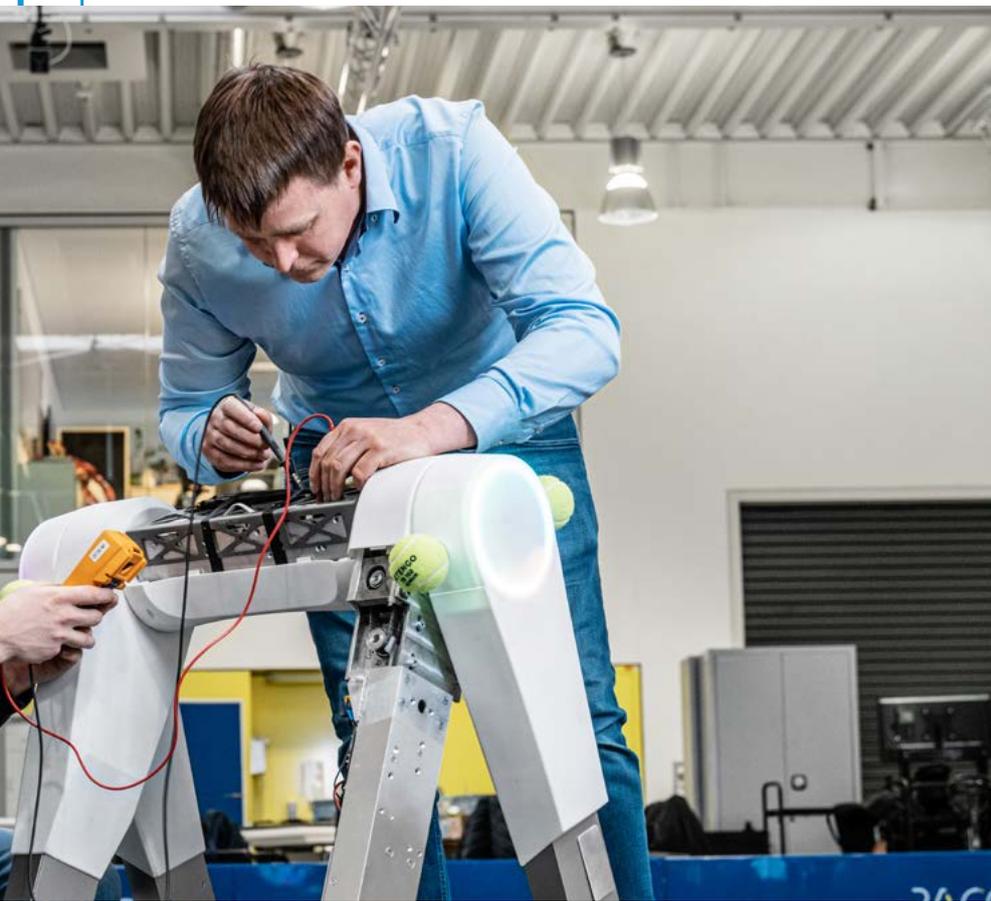


Die Open-Source-Veröffentlichung des Tools erfolgte Ende Januar 2025 durch das Fraunhofer IML, das Projekt wurde u. a. mit Partnern wie REWE, Schirmer Kaffee und einer Kaffeekooperative in Peru realisiert. Bei der Abschlussveranstaltung wurden neben den Projektergebnissen auch die Potenziale digitaler Transparenzlösungen für nachhaltige, soziale und ökologische Verbesserungen in globalen Lieferketten diskutiert.



### Forschungshallen und Labs: Vom Prototyp zur Praxis

Ein Alleinstellungsmerkmal des Fraunhofer IML ist die konsequente Verbindung von Grundlagenforschung mit Anwendungspraxis. In den Forschungshallen und Labs des Instituts werden neue Technologien in realen Umgebungen



## Technologietransfer: Qualifikation, Mittelstand und Human Factors

Technologieoffenheit heißt am Fraunhofer IML aber auch: Zugang schaffen. Vor allem KMU brauchen Lösungen, die anschlussfähig sind – technisch, organisatorisch und kulturell. Das Fraunhofer IML bietet hierzu Unterstützung beim Technologietransfer, Weiterbildungsformate wie Summer Schools und Future Skills Trainings, partizipative Innovationswerkstätten sowie toolbasierte Orientierungshilfen für die Einführung von KI, Internet of Things (IoT) und Digitalen Zwillingen.

Nicht zuletzt rückt das Fraunhofer IML den Menschen als Akteur der Transformation ins Zentrum. Im Fokus stehen adaptive Assistenzsysteme, die Mitarbeitende in komplexen Umgebungen unterstützen, ergonomisch gestaltete Mensch-Technik-Schnittstellen sowie partizipative Designprozesse, bei denen Mitarbeitende selbst aktiv an der Entwicklung neuer

Lösungen beteiligt sind. Die Vision ist eine Logistik, die nicht gegen, sondern mit den Menschen wächst – inklusiv, flexibel und sinnvoll digital.

### Ausblick: Systemische Intelligenz als Zukunftsbild

Aulis, SKALA, Omnistics und die anderen angesprochenen Projekte sind keine Einzelinitiativen. Sie sind Teil eines systemisch gedachten Ökosystems, in dem Technologieentwicklung, Open Source, Standardisierung und gesellschaftlicher Nutzen Hand in Hand gehen. Das Fraunhofer IML schafft damit mehr als nur funktionierende Systeme – es gestaltet eine neue Logik der Logistik: offen, dezentral, lernfähig und souverän. Denn die Logistik der Zukunft ist nicht länger linear, reaktiv oder unsichtbar. Sie wird zur strategischen Steuerungsinstanz einer vernetzten Welt. Sie organisiert nicht nur Güterflüsse, sondern orchestriert Informationen, Energieverteilung, Ressourceneffizienz, Systemresilienz und Nachhaltigkeit. Im Kontext von Industrie 5.0, EU Green Deal, CSRD, Lieferkettengesetz und der EU-Digitalstrategie wird aber auch deutlich: Logistik ist kein rein operativer Bereich mehr – sie wird politisch, ökologisch, gesellschaftlich relevant. Das Fraunhofer IML arbeitet mit seinen Projekten, Plattformen und Partnern genau an dieser Schnittstelle. Es denkt Logistik nicht nur technisch, sondern systemisch – als integrativen Bestandteil eines zukunftsfähigen Europas.

getestet, angepasst und industrialisiert. Hier entstehen Demonstratoren für autonome Materialflusssysteme, KI-gestützte Transportplanung, vernetzte Mensch-Maschine-Interaktionen, nachhaltige Verpackungslösungen und digitale Lieferrückmeldung. Unternehmen können nicht nur testen, sondern mitentwickeln – direkt vor Ort, interdisziplinär und mit wissenschaftlicher Begleitung. Die Labs sind damit mehr als Technikshowrooms: Sie fungieren als Katalysatoren für Transformationsfähigkeit.

Denn gerade für KMU sind neue Technologien oft schwer greifbar. Am Fraunhofer IML entstehen daher niedrigschwellige Demonstratoren, mit denen sich Use Cases praxisnah erleben lassen – etwa ein digitales Transportregister mit automatisierter CO<sub>2</sub>-Bilanzierung, ein modularer KI-Stack zur Sendungsverfolgung in Echtzeit oder ein Digitaler Zwilling eines städtischen Umschlagsystems. Ziel ist es, Vertrauen in Technologien zu schaffen – durch Transparenz, Beteiligung und konkrete Anwendungsnähe.

**»Nachhaltigkeit bleibt eine Anforderung an die Logistik, zu der wir gute Lösungen anbieten.«**



Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen



# »Silicon Economy« – Die **Open-Source-Geister**, die wir riefen

**Keine Entwicklung ohne Anwendung: So rief das Fraunhofer IML die ersten Open-Source-Geister für die Logistik, als der Startschuss für die Silicon-Economy-Forschung fiel. Damals war es das große Ziel, eine dezentrale, offene Plattformökonomie »made in Germany« zu entwickeln.**

Was in den folgenden Jahren passierte, war damals noch nicht abzusehen. Ende 2024 ging die Förderung der Silicon-Economy-Forschung – und damit eines der größten Forschungsprojekte in der Logistik – zu Ende. Gefördert wurde das Projekt vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) mit insgesamt rund 35 Millionen Euro. Dazwischen haben das Fraunhofer IML und das Fraunhofer-Institut für Software und Systemtechnik ISST zusammen mit verschiedenen Lehrstühlen der Technischen Universität Dortmund mit insgesamt über 150 Forschenden und in enger Zusammenarbeit mit der Industrie an neuen Themen für den Einsatz von Open Source in der Logistik geforscht. Mehr als 20 Entwicklungsprojekte konnten umgesetzt und zahlreiche Hard- und Softwarekomponenten entwickelt werden.

Das Förderprojekt war auch Ausgangspunkt für die Open Logistics Foundation, die die neue Zusammenarbeit auf privatwirtschaftlicher Basis fortführt. Schon 2021 wurde die Foundation von Dachser, DB Schenker, duisport und Rhenus gegründet. Kern der Stiftungsarbeit ist der Betrieb einer technischen Plattform, auf der Soft- und Hardware, Schnittstellen, Referenzimplementierungen und Komponenten quelloffen unter einer freien Lizenz (permissive license) zur Verfügung stehen – dem sogenannten Open Logistics Repository. Somit war schon 2021 das große Ziel einer dezentralen Plattformökonomie erreicht.

## Die Silicon-Economy-Komponenten – frei zugänglich für alle

Die entwickelten Komponenten der Forschenden reichen vom digitalen Frachtbrief (eCMR) und Vorbereitungen für EU-weite digitale Frachtinformationen (eFTI) über KI-basierte

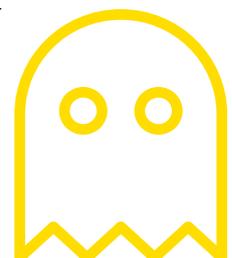
Estimated-Time-of-Arrival-Services bis hin zu IoT-Devices und dynamischen Transportrobotern, wie dem evoBOT® oder O³dyn.

Die meisten Komponenten, die die Forschenden entwickelt haben, sind Basis für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) in der Logistik oder sind KI-getrieben. Gerade in der Logistik hat KI ein großes Potenzial, Prozesse zu optimieren und zu automatisieren. Diese auch noch als Open Source zu veröffentlichen und somit frei zugänglich zu machen, dient auch dazu, Innovationen in der Logistikbranche, insbesondere bei der Automatisierung und Digitalisierung, voranzutreiben. Unternehmen gleich welcher Größe haben so die Möglichkeit, Lösungen gemeinschaftlich weiterzuentwickeln und somit De-facto-Standards zu etablieren.

## Forschung über Forschung

Zum Abschluss des Großforschungsprojekts hat das Fraunhofer IML in Zusammenarbeit mit dem Beratungsunternehmen Deloitte auch einen wissenschaftlichen Blick auf die Silicon-Economy-Forschung geworfen. In einer Studie haben die Forschenden alle bisherigen Ergebnisse des Forschungsprojekts analysiert und weitere Forschungs- und Förderungsbedarfe aufgedeckt. Daraus leiteten sie auch weitere Handlungsempfehlungen ab, um die Digitalisierung der Logistik weiter voranzutreiben.

Analysiert wurden fünf Handlungsfelder: Technologie, Prozesse, Methoden, Incentivierung und Regulatorik.





## Technologie

Digitale Standards, wie Open APIs, Datenmodelle und Prozessdefinitionen, müssen gemeinschaftlich weiterentwickelt werden, um eine solide Grundlage für die Digitalisierung zu schaffen.

## Prozesse

Es braucht ein branchenweites Bewusstsein für die Wertschöpfung und Zusammenarbeit in digital vernetzten Ökosystemen und die Vermittlung von Geschäftsmodell-Know-how und Plattformlogiken.

## Methoden

Um das Interesse an der gemeinschaftlichen Entwicklung von Open-Source-Lösungen zu stärken, muss die Wirtschaftlichkeit bzw. der Nutzen von der aktiven Beteiligung von Unternehmen an der Entwicklung von Open-Source-Software untersucht und quantifizierbar gemacht werden.

## Incentivierung

Es sollte eruiert werden, welche Anreize, wie etwa staatliche Förderung, dabei unterstützen können, Unternehmen zu mehr aktiver Entwicklung von Open Source zu motivieren und in diesem Zuge der Vision der Silicon Economy näher zu kommen.

## Regulatorik

Um neben der Etablierung von De-facto-Standards über Open-Source-Projekte auch eine sukzessive Überführung von Forschungsergebnissen in Standardisierungsverfahren sicherzustellen, sollte bei zukünftigen Umsetzungen von neuen Gesetzen und Verordnungen zur Digitalisierung eine gemeinsame Implementierung von Behörden, Unternehmen und Forschungsstellen mitgedacht werden.

## Silicon Economy weckt Open-Source-Geist der Logistikbranche

Nach über vier Jahren Silicon-Economy-Forschung konnten einige Meilensteine in der Digitalisierung der Logistikbranche erreicht werden. Die Studie unterstreicht, dass sich diese Potenziale weiter heben ließen und somit die Digitalisierung und die damit einhergehende internationale Wettbewerbsfähigkeit der gesamten Branche auch mit Open Source vorangetrieben werden kann.

»In über vier Jahren Forschung für die Silicon Economy haben wir ein starkes Fundament für die weitere Digitalisierung der Logistik gelegt. Vor allem aber ist es uns gelungen, einen Open-Source-Geist zu schaffen und auch große Logistikplayer damit anzustecken. Das wäre vor einigen Jahren noch undenkbar gewesen. Nun gilt es – und das hat auch unsere Studie zum Projektabschluss nochmal deutlich gezeigt –, am Ball zu bleiben und für die Zukunft an den richtigen Stellschrauben zu drehen, in der Logistikforschung und in der Praxis«, betonte auch Prof. Michael Henke, Institutsleiter am Fraunhofer IML, anlässlich der Studienveröffentlichung.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



### Kontakt

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

Dr.-Ing. Benedikt Mättig | 0231 9743-270 |  
benedikt.maettig@iml.fraunhofer.de

# Die neue Logik der Intralogistik: Mit Aulis in die Zukunft



## Wie ein modulares Betriebssystem autonome Roboterflotten steuert – und Unternehmen ihre Souveränität zurückgewinnen.

Die Welt der Logistik ist im Wandel. Autonome mobile Roboter (AMR) und Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) erobern immer stärker die Hallen der Intralogistik. Doch mit zunehmender Vielfalt und Komplexität steigt auch der Bedarf an einem intelligenten, flexiblen Flottenmanagement – einem, das nicht nur herstellerübergreifend funktioniert, sondern offen, modular und zukunftsfähig ist. Genau hier setzt »Aulis« an. Ein System, das nicht nur Prozesse orchestriert, sondern neue Freiheitsgrade für Unternehmen schafft.

»Wir wollten ein System entwickeln, das nicht von einem Hersteller oder proprietären Standards abhängig ist – sondern eines, das offen ist, anpassbar und gleichzeitig technologisch führend«, sagt Dr. Peter Detzner vom Fraunhofer IML. Aulis ist genau das: ein modulares, agentenbasiertes Betriebssystem, das den innerbetrieblichen Materialfluss auf ein neues Niveau hebt.

### Autonome Flotten auf Kurs: Das Prinzip Aulis

Aulis wurde für die Steuerung heterogener Flotten entwickelt – also Flotten aus FTF und AMR verschiedener Hersteller, mit unterschiedlichen Steuerungen, Fähigkeiten und Einsatzszenarien. Der Clou: Statt starre Systeme zu koppeln, setzt Aulis auf ein modulares Agentenkonzept. Einzelne Softwaremodule, sogenannte Agenten, übernehmen spezifische Aufgaben – von der Auftragsvergabe über die Routenplanung bis zur Optimierung des gesamten Transportsystems.

»Das Ganze funktioniert wie ein Baukasten. Unternehmen können sich genau die Module aussuchen, die sie brauchen, und bei Bedarf neue ergänzen oder bestehende anpassen«, erklärt Detzner. Dabei setzt Aulis durchgängig auf offene De-facto-Standards wie VDA 5050 oder M2X. Das ermöglicht echte Interoperabilität. »Wir wollten keine neue Insellösung schaffen, sondern eine Brücke bauen – zwischen Systemen, Herstellern und Anwendungen.«

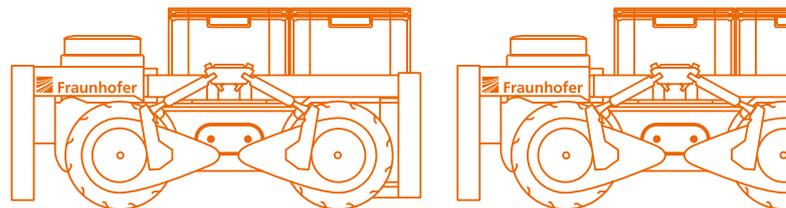
### Flexibilität trifft auf Echtzeitintelligenz

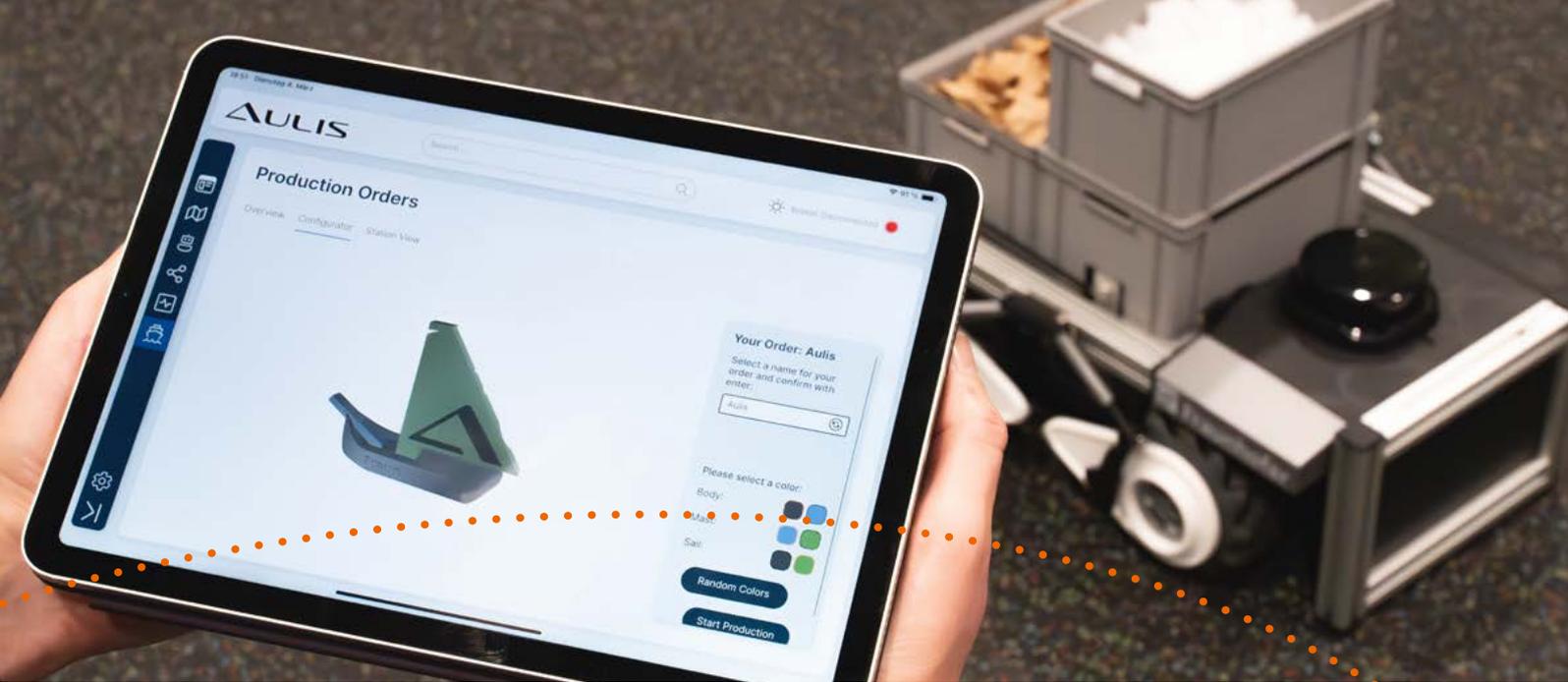
Das System besteht derzeit aus fünf Hauptmodulen: Der Auftragsagent kümmert sich um die Erstellung und Abarbeitung von Transportaufträgen, vernetzt sich dabei direkt mit bestehenden ERP-, WMS- oder MES-Systemen. Der Routingagent plant Routen in Echtzeit – immer entlang der gültigen Kommunikationsstandards und stets mit Blick auf aktuelle Verkehrs- und Auftragslagen. Das Optimierungsmodul sorgt für eine intelligente Verteilung der Transportressourcen. Fahrzeugagenten übernehmen die Kommunikation mit den FTF und AMR. Und das User-Interface-Modul stellt sämtliche Informationen übersichtlich bereit: für mobile Geräte ebenso wie für Leitstände am Desktop.

»Eines unserer wichtigsten Prinzipien ist die Datensouveränität«, betont Detzner. »Deshalb kann Aulis nicht nur in der Cloud betrieben werden, sondern auch an der Edge oder On-Premise, also direkt beim Anwender. Somit bleiben die Daten genau da, wo diese auch erzeugt werden.« Unternehmen behalten jederzeit die Kontrolle über ihre Daten – ein wichtiger Faktor, gerade in regulierten oder sicherheitskritischen Bereichen.

### Simulation und Realität im Einklang

Aulis überzeugt nicht nur durch Funktion, sondern auch durch seine Fähigkeit zur Integration von virtuellen Umgebungen, der Augmented Reality. So können reale mobile Roboter mit simulierten AMR oder FTF kombiniert werden – ein Effekt, den das Fraunhofer IML mit dem Laserprojektions-





system LARS (S. 18) eindrucksvoll demonstriert hat. »Durch LARS können wir Produktions- und Logistikprozesse im Raum sichtbar machen und Menschen aktiv einbinden«, erläutert Detzner. Mixed Reality wird so zur Brücke zwischen Digitalem Zwilling und physischer Realität.

### Ein System, viele Anwender – offen für den Mittelstand

Aulis richtet sich nicht nur an große Hersteller oder Integrierte – im Gegenteil. Gerade kleine und mittlere Unternehmen profitieren von der Offenheit des Systems. »KMU brauchen Lösungen, die nicht teuer, schwergewichtig oder schwer integrierbar sind«, sagt Detzner. »Aulis bietet genau das: ein schlankes System, das sich mit wenig Aufwand integrieren lässt und dennoch höchste Ansprüche erfüllt.«

Dabei bietet das System Vorteile auf vielen Ebenen: Von der Kosteneffizienz durch Open Source und eine freizügige (permissive) Lizenzierung über die Unabhängigkeit von bestimmten Herstellern bis hin zur Möglichkeit, eigene Module zu entwickeln – angepasst an den individuellen Use Case.

### Plattformgedanke konsequent weitergedacht

Hinter Aulis steht aber auch ein neues Verständnis von Innovation: Offenheit, Partizipation und Vernetzung. Durch die Bereitstellung der Software als Open Source wird eine breite Community eingebunden. »Wir können, wollen aber nicht alles allein entwickeln, sondern gemeinsam mit Anwendern, Forschungspartnern und Systemherstellern ein starkes Ökosystem schaffen«, erklärt Detzner.

Diesen Gedanken treibt das Fraunhofer IML auch mit dem Projekt SKALA (S. 34) weiter. Dabei geht es um die vertrauenswürdige, dezentrale Datenverarbeitung über Unternehmensgrenzen hinweg – ein elementarer Baustein für datenbasierte Wertschöpfungsnetzwerke. Künstliche Intelligenz, Blockchain-Technologien und offene Standards bilden hier die technologische Grundlage.

### KI für alle – mit Omnistics

Ein weiteres Puzzlestück im Systemdenken des Fraunhofer IML ist die Plattform Omnistics (S. 40). »KI darf nicht nur für große Unternehmen zugänglich sein, sondern für alle verfügbar und einsetzbar«, so Detzner. Omnistics bietet Anwendungen wie Capcast (für Kapazitätsprognosen), Pretime (für Ankunftszeitvorhersagen), LoOmni-Chat (ein Wissensassistent) und Frostimate (für Frachtratenkalkulation). Alle Dienste können als AI-as-a-Service flexibel genutzt und bei Bedarf erweitert werden.

### Ein Betriebssystem, das mehr ist als Technik

Am Ende ist Aulis mehr als ein weiteres Flottenmanagementsystem zur Steuerung von mobilen Transportrobotern. Es ist Ausdruck eines neuen Denkens: modular, offen, vernetzt. Es verbindet technische Exzellenz mit Nutzerorientierung, Datensouveränität mit Innovationsfreude. »Aulis ist nicht nur eine Software«, fasst Detzner zusammen. »Es ist ein Beitrag zu einer neuen Kultur in der Logistik – eine, die Zusammenarbeit ermöglicht statt ausschließt. Eine, die auf Standards setzt statt auf proprietäre Lösungen. Und eine, die Menschen, Systeme und Maschinen in einem echten Netzwerk zusammenbringt.« So wird aus einem Betriebssystem ein Möglichmacher für eine intelligentere, flexiblere und menschlichere Logistik. Ganz im Sinne einer Zukunft, die nicht nur digital, sondern auch nachhaltig und kooperativ ist.



#### Kontakt

Dennis Lünsch M. Sc. | 0231 9743-519 | [dennis.luensch@iml.fraunhofer.de](mailto:dennis.luensch@iml.fraunhofer.de)

Maximilian Hörstrup M. Sc. | [maximilian.hoerstrup@iml.fraunhofer.de](mailto:maximilian.hoerstrup@iml.fraunhofer.de)



# Orientierung per Lichtspur – Wie LARS die Intralogistik für Menschen neu denkt

**Mit Laser, Software und viel Weitblick: Das Fraunhofer IML entwickelt mit LARS ein flexibles Projektionssystem, das Mitarbeitende in der Logistik in Echtzeit durch Lagerhallen leitet – intuitiv, sicher und ergonomisch. Ein Gespräch mit den verantwortlichen Forschenden zeigt, wie viel Zukunft in einem Lichtstrahl stecken kann.**

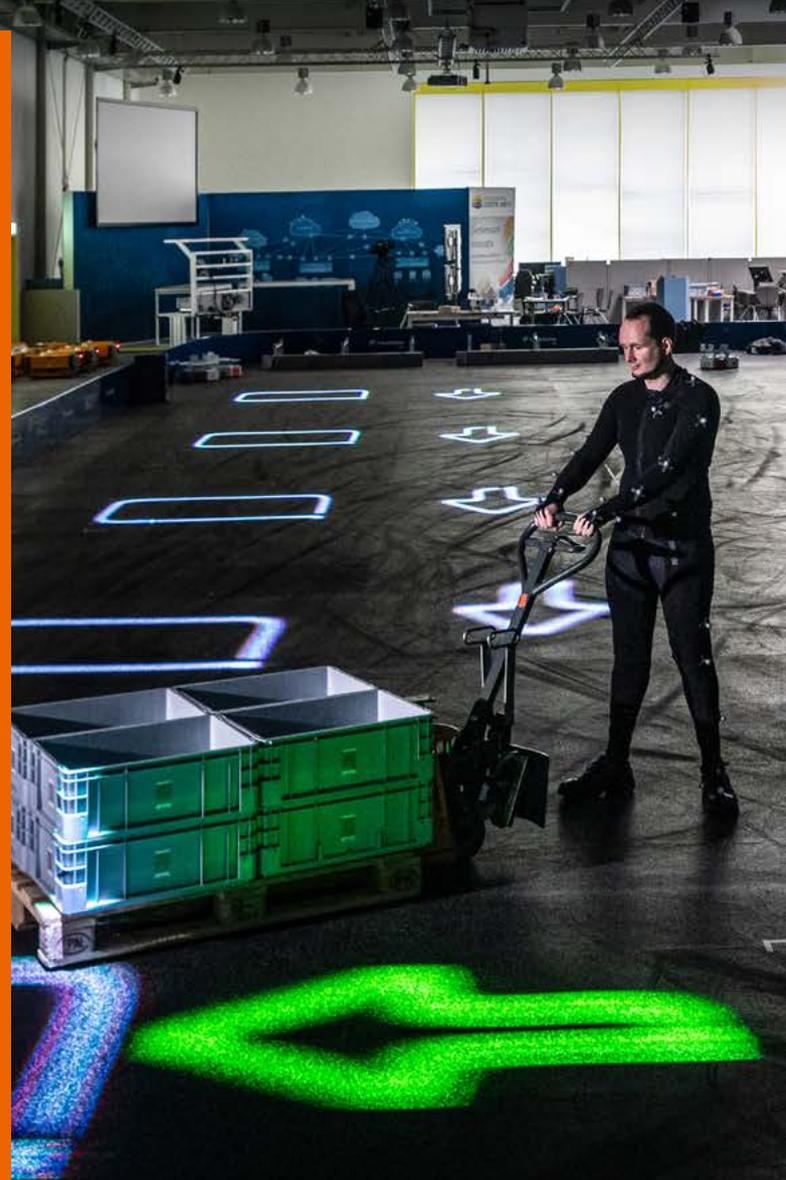
Rico Ahlbäumer kommt schnell zur Sache, wenn man ihn nach dem Kern von LARS fragt: »Wir wollen mit LARS keine Show machen, sondern echte Hilfe leisten. Es geht darum, Menschen im Lageralltag zu entlasten und Prozesse sicherer, klarer und schneller zu gestalten.«

LARS steht für »Laser-AR-Safe« und ist ein dynamisches Leitsystem, das per Laserprojektion Informationen direkt auf den Boden wirft – dort, wo sie benötigt werden. Mal zeigt ein blauer Pfeil den Weg zur richtigen Rampe, mal wird eine grüne Markierung eingeblendet, um den Zielort für eine Palette anzuzeigen. Was auf den ersten Blick simpel wirkt, ist technologisch hoch anspruchsvoll und ergonomisch durchdacht. »LARS ist für die menschengemachte Logistik gedacht,« sagt Ahlbäumer. »Unser Ziel ist es, mit einfachen, aber effektiven Mitteln Orientierung zu schaffen – gerade für neue oder ungelernete Mitarbeitende.«

## Projektionskraft trifft Prozessintelligenz

Das System nutzt spezielle Laserprojektoren, die sicher für das menschliche Auge sind. Die eigentliche Innovation steckt aber in der Software: LARS steuert die Laser in Echtzeit und bindet sie an bestehende Systeme wie ERP, WMS oder MES an. »Technisch gesehen haben wir eine Schnittstelle zur Steuerung von sogenannten Lasershows programmiert,« erklärt Ahlbäumer. »Diese Schnittstelle erlaubt es uns, hochdynamische, farbige Visualisierungen zu erzeugen und damit Arbeitsprozesse zu lenken.«

Dabei ist das System modular aufgebaut. »Wir können alles Mögliche anzeigen: Pfeile, Stoppzeichen, Stellplatzmarkierungen oder Gefahrenzonen. Je nach Anforderung des Kunden,« so



Ahlbäumer. Die Einsatzszenarien reichen vom Kommissionieren und Konsolidieren bis hin zur (De-)Palettierung oder Sortierung.

### Im Testbetrieb: Laserlicht statt Zettelwirtschaft

Ein aktueller Use Case zeigt die Stärken des Systems: »Wir testen gerade mit einem Partnerunternehmen die Projektion von Palettenstellplätzen in einer Lagerhalle,« berichtet Ahlbäumer. »Sobald der Schichtleitende den Prozess startet, sehen die Staplerfahrenden auf dem Boden, wo sie ihre Paletten abstellen müssen. Kein Zettel, kein Funkspruch – nur ein klarer Lichtimpuls.«

Fünf Laser reichen dabei aus, um auf einer Fläche von rund 30 Metern Breite in bis zu zwölf Lanes Hinweise zu geben. Die Projektionsfläche hängt von der Hallenhöhe ab, aber das Prinzip bleibt gleich: Information direkt dorthin bringen, wo sie gebraucht wird. »Das spart nicht nur Zeit, sondern reduziert auch Fehler,« so Ahlbäumer.

### Licht gegen Sprachbarrieren und Fachkräftemangel

Ein wichtiger Impulsgeber für LARS war der zunehmende Fachkräftemangel. »In vielen Lagern arbeiten heute Menschen, die unsere Sprache nicht gut sprechen oder kaum angelernt sind. Da hilft ein System, das mit Symbolen, Zahlen und Farben arbeitet, ungemein,« sagt Ahlbäumer. »Statt langen Texten oder kryptischen Kommissionierzetteln gibt es einen klaren Hinweis auf dem Boden – intuitiv, eindeutig, sofort verständlich.«

Gerade für temporäre Arbeitskräfte oder Saisonspitzen ist das ein Vorteil. LARS verkürzt die Einarbeitungszeit erheblich und verbessert gleichzeitig die Sicherheit. »Wenn sich ein Gabelstapler nähert, kann LARS etwa eine virtuelle Sperrzone anzeigen. Das ist ein Gewinn für alle Beteiligten,« sagt Ahlbäumer.

### Die Technik im Hintergrund: Sicher, flexibel, offen

Das System ist bewusst offen angelegt. »Wir wollten keine Insellösung,« betont Ahlbäumer. »Deshalb ist LARS anbindbar an verschiedene Bestandssysteme und arbeitet über eine modulare Softwarearchitektur.«

Die eingesetzten RGB-Laser ermöglichen die Darstellung beliebiger Farben und Formen. Eine spezielle Linse sorgt für die notwendige Strahldivergenz, um ein Maximum an Sicherheit zu gewährleisten. Zudem lässt sich der Laser über ein Linsensystem sehr hell einstellen. Dies ist vor allem in modernen Lagern, die auch Tageslicht bieten, ein wichtiger Aspekt. Zudem sind die eingesetzten Laser laut Ahlbäumer sicher »Der Laser ist so abgestimmt, dass er unterhalb der Grenzwerte bleibt und damit auch von den technischen Überwachungsinstanzen problemlos abgenommen werden kann.«

LARS ist darüber hinaus skalierbar und kann bei Bedarf um weitere Projektoren oder Funktionen erweitert werden. »Unser System ist wie ein Baukasten: Wer klein anfangen will, kann das tun. Wer ein komplexes Leitsystem aufbauen will, bekommt alle Möglichkeiten an die Hand,« sagt Ahlbäumer.

### Verwandte Technologien: Wie AULIS und LARS zusammenspielen

Ein besonderer Reiz entfaltet sich in der Kombination mit dem ebenfalls am Fraunhofer IML entwickelten System AULIS (S. 16). Während AULIS als modulares Betriebssystem den Transport von Waren durch autonome mobile Roboter (AMR) und Fahrerlose Transportsysteme (FTF) organisiert, unterstützt LARS die menschlichen Mitarbeitenden.

»In einer modernen Logistik müssen Menschen und Maschinen zusammenarbeiten. AULIS regelt den Verkehr der Roboter, LARS zeigt dem Menschen, wo es langgeht,« bringt es Ahlbäumer auf den Punkt.

Das Zusammenspiel zeigt sich deutlich in Anwendungen, bei denen AMR-Flotten durch eine Halle navigieren und LARS gleichzeitig eine visuelle Anleitung für die Menschen projiziert. »Das reduziert Kollisionen, verbessert die Ergonomie und erhöht die Prozessgeschwindigkeit,« sagt Ahlbäumer.

### Visionen für die Zukunft: Navigationssystem für den Shopfloor

Noch ist LARS ein System mit viel Potenzial für weitere Anwendungen. »Wir sehen LARS als ein Navigationssystem für den Shopfloor,« sagt Ahlbäumer. »Langfristig können wir uns aber vorstellen, ganze Arbeitsanweisungen, Sicherheitsroutinen oder Routenführungen damit abzubilden.«

Auch Erweiterungen mit zusätzlichen Sensorsystemen oder Kameras sind denkbar. So könnte LARS zukünftig auf aktuelle Situationen reagieren und etwa bei einem Störfall automatisch eine alternative Route anzeigen.

### Fazit: Ein Lichtstrahl für mehr Effizienz und Sicherheit

LARS ist definitiv deutlich mehr als ein technologisches Gadget. Es ist ein Beispiel für einen menschenzentrierten Innovationsansatz, der Technik nicht um ihrer selbst willen einsetzt, sondern konkrete Probleme adressiert. In Zeiten von Fachkräftemangel, steigendem Kostendruck und wachsender Komplexität in der Intralogistik könnte ein smarterer Lichtstrahl den entscheidenden Unterschied machen.

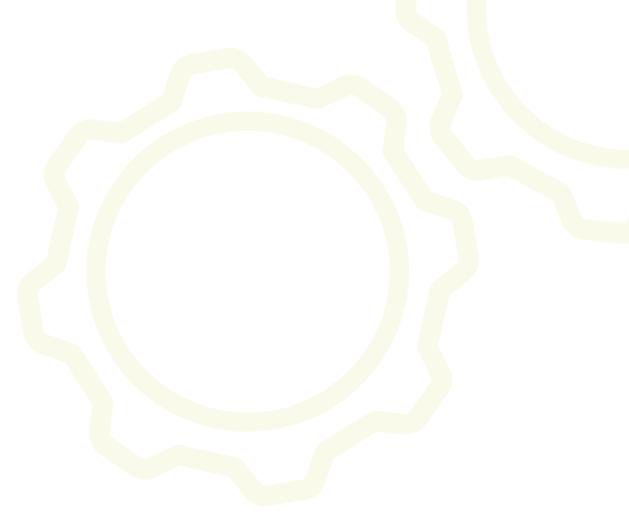
»Wir suchen aktuell Partner, die mit uns LARS weiterentwickeln wollen,« sagt Ahlbäumer. »Das Potenzial ist riesig, und wir stehen gerade erst am Anfang.«

Und wer weiß? Vielleicht ist LARS ja bald Standard in jeder Halle – als stiller Begleiter im Arbeitsalltag, der mit Licht Orientierung gibt und dabei nie im Weg steht.



#### Kontakt

Rico Ahlbäumer M. Sc. |  
rico.ahlbaeumer@iml.fraunhofer.de



Pflicht statt Kür:

# Nachhaltigkeit als Benchmark

**Der Nachhaltigkeitsgedanke prägt bereits seit einiger Zeit den Alltag unserer Gesellschaft: Woher beziehe ich meinen Strom? Verbrenner oder Elektroauto? Ist das Gemüse heimisch angebaut? Was im Alltag oft nur Abwägungen sind, gestaltet sich auf Industriebene deutlich komplexer. Es reicht nicht aus, aussagekräftige Nachhaltigkeitsberichte zu erstellen; ihre Wirksamkeit muss ebenfalls überprüfbar sein. Hier kommt das KI-Tool »Sustainalyze« vom Fraunhofer IML ins Spiel. Mit diesem Tool sollen Kennzahlen und Daten vereinheitlicht, analysiert und die Verschleierung von Tatsachen verhindert werden.**

Das im Jahr 2023 in Kraft getretene CSR-Gesetz (Corporate Sustainability Reporting Directive) ist ein Beispiel dafür, wie die Bundesregierung dem europäischen Ansatz folgt, um dem Thema Nachhaltigkeit auf Industriebene mehr Bedeutung zu verleihen. Das CSR-Gesetz, genauer gesagt das CSR-Richtlinie-Umsetzungsgesetz (CSR-RUG), ist die deutsche Umsetzung der europäischen CSR-Richtlinie. Es verpflichtet große Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitenden zu einer umfassenden Nachhaltigkeitsberichterstattung. Dazu müssen soziale, ökologische und wirtschaftliche Auswirkungen sowie Maßnahmen zur Förderung von Nachhaltigkeit offengelegt werden. Dies erfolgt anhand von Kennzahlen wie beispielsweise Treibhausgas-Emissionen, Korruptionsbekämpfung und Arbeitsbedingungen. Diese faktenbasierten Berichte sollen auf Plausibilität geprüft und ein einheitlicher Berichtsstandard etabliert werden. Es ist absehbar, dass diese Regelung in Kürze auch für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) gelten wird.

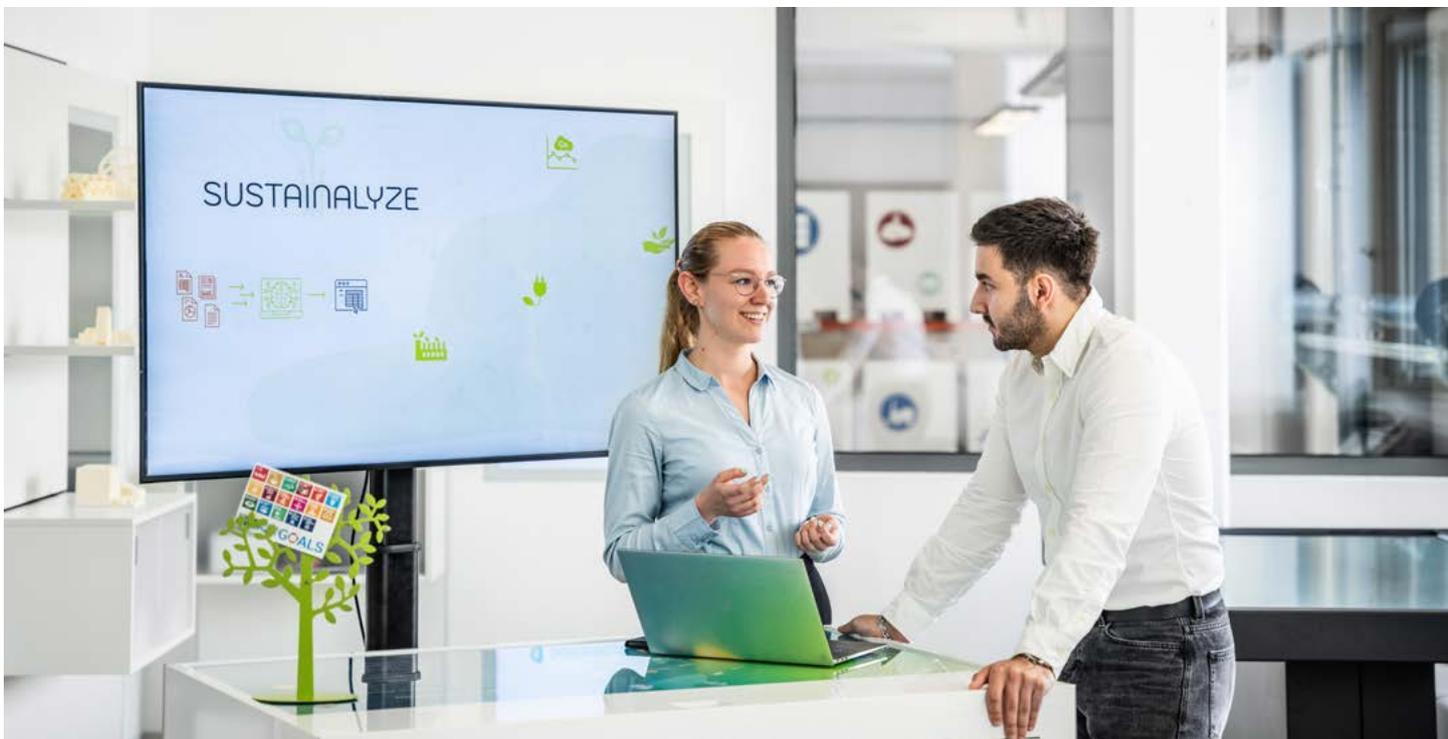
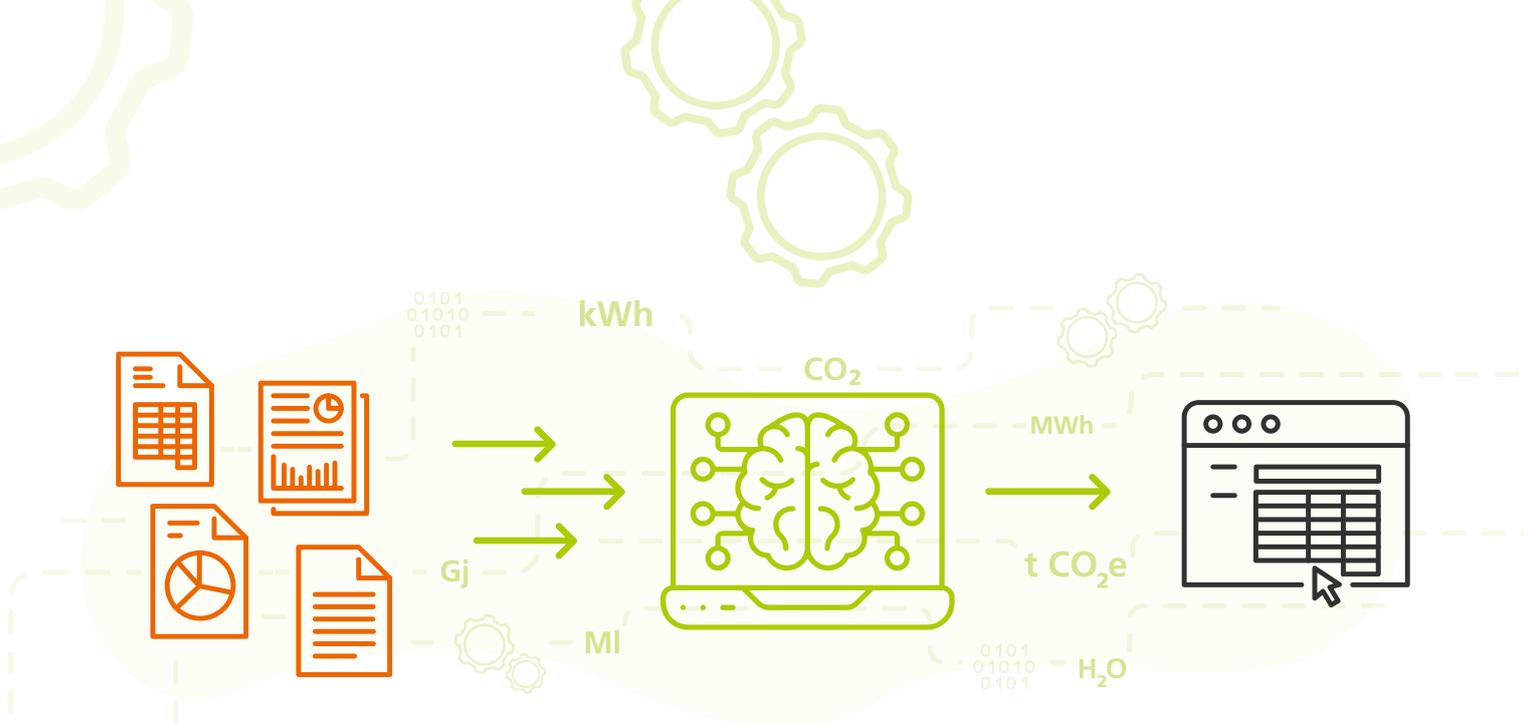


Eine der größten Herausforderungen ist die oft unvollständige Datengrundlage, was die Gefahr des Greenwashings erhöht. Das bedeutet, dass Unternehmen sich miteinander einen »grünen Anstrich« verleihen, indem sie umweltfreundlicher erscheinen, als sie tatsächlich sind – mit dem Ziel, durch irreführende Aussagen ihr Image zu verbessern und Kundinnen und Kunden zu gewinnen.

## Effiziente Bewertung von Nachhaltigkeitszielen mit KI

Zur Analyse von Nachhaltigkeitsberichten hat das Projektteam um Pia Schreynemackers am Fraunhofer IML das Tool »Sustainalyze« entwickelt. »In einer Welt, in der Nachhaltigkeit immer wichtiger wird, wächst auch der Druck auf die Wirtschaft, glaubwürdige und aussagekräftige Berichte zu erstellen«, erläutert Schreynemackers.

Mittels eines Algorithmus und des Einsatzes von Large Language Models werden Nachhaltigkeitsberichte mit »Sustainalyze« eingelesen, semantisch erfasst und durch eine strukturierte Zusammenfassung vergleichbar und bewertbar gemacht. Der Algorithmus basiert auf Machine Learning: Die Künstliche Intelligenz (KI) vergleicht die Rohdaten anhand ausgewählter Kriterien. Um Transparenz, Vergleichbarkeit und Objektivität zu gewährleisten, werden ausschließlich öffentlich zugängliche Daten genutzt. Am Ende erhalten die Unternehmen eine strukturierte Einschätzung ihrer eigenen Daten sowie gegebenenfalls externer Quellen. Das unterstützt die Verlässlichkeit der Bewertungen. Zudem dient eine Wesentlichkeitsanalyse dazu, relevante Nachhaltigkeitsaspekte aus verschiedenen Perspektiven zu identifizieren. Durch Benchmarking in diesen Bereichen können Unternehmen ihre Leistung mit Branchenstandards vergleichen und gezielt Verbesserungen anstreben.



### Doppelte Vorteile für Unternehmen

Dieses standardisierte Vorgehen macht Greenwashing nahezu unmöglich. Für Unternehmen bietet die Lösung in zweierlei Hinsicht Vorteile: »Die Software soll dazu genutzt werden, den eigenen Bericht auf Plausibilität und Vollständigkeit zu prüfen, Lücken aufzuzeigen und Vorschläge zur Schließung dieser Lücken zu machen – etwa durch den Vergleich mit Wettbewerbern derselben Branche«, erklärt Pia Schreynemackers. Zudem sollen Unternehmen mithilfe von »Sustainalyze« bei der Lieferantenauswahl oder der Auswahl eines potenziellen Kooperationspartners die Berichte anderer Unternehmen bewerten können. »Damit soll Sustainalyze in Zukunft über die Eigenbewertung hinaus auch die Fremdbewertung ergänzen«, so die Forscherin.

Die letzte Projektphase endete im Januar 2024. Durch die Zusammenarbeit mit ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. konnten die Forschenden viele Einblicke in branchenrelevante Nachhaltigkeitsberichte gewinnen und wertvolle Erfahrungen im alltäglichen Umgang mit der Datenbasis sammeln. Anschließend wurde der Algorithmus unter realen Bedingungen getestet und durch Use-Case-Interviews weiter optimiert. Bis Ende 2025 wird »Sustainalyze« auf der KI-Plattform »Omnistics« des Fraunhofer IML öffentlich zugänglich gemacht (siehe S. 40).



#### Kontakt

Pia Schreynemackers M. Sc. | 0231 9743-168 |  
pia.schreynemackers@iml.fraunhofer.de

## Von Herausforderungen zu Chancen: Die Evolution der Hoflogistik

**Die Sonne geht auf über einem Logistikzentrum in Dortmund, wo ein neuer Arbeitstag beginnt. Lkw kommen und gehen, während Fahrerinnen und Fahrer ihre großen Fahrzeuge zu den Verladetoren steuern. Im Hintergrund summen Förderbänder und Gabelstapler. An diesem zentralen Verkehrsknotenpunkt Deutschlands wird tagtäglich ein enormer logistischer Aufwand betrieben. Sogar nachts. Doch trotz der scheinbar reibungslosen Abläufe stehen die Akteure vor enormen Herausforderungen in der Hoflogistik.**

### Der Kampf gegen die Zeit

Täglich müssen Hunderte Lkw be- und entladen werden. Jede Verzögerung kostet Geld und kann die gesamte Planung durcheinanderbringen. In Deutschland werden jährlich über drei Milliarden Tonnen per Lkw transportiert, was der Effizienz an diesen Knotenpunkten eine entscheidende Bedeutung verleiht.

Die technische Nachverfolgung der Lkw gestaltet sich oft als schwierig. Ungenaue GPS-Signale machen eine eindeutige Zuordnung zu Verladetoren schwer. Der heterogene Fuhrpark und unbekannte Lkw von Subunternehmern erschweren die Implementierung einer einheitlichen Lokalisierungstechnologie. Traditionelle Yard-Management-Systeme (YMS) basieren meist auf Soll-Daten, wodurch Abweichungen oft nicht rechtzeitig erfasst werden. Diese Unzulänglichkeiten können kostspielige Fehler und Sicherheitsrisiken mit sich bringen, etwa wenn eine Wechselbrücke abgekoppelt wird, obwohl sie noch beladen ist.

### Technologische Wende

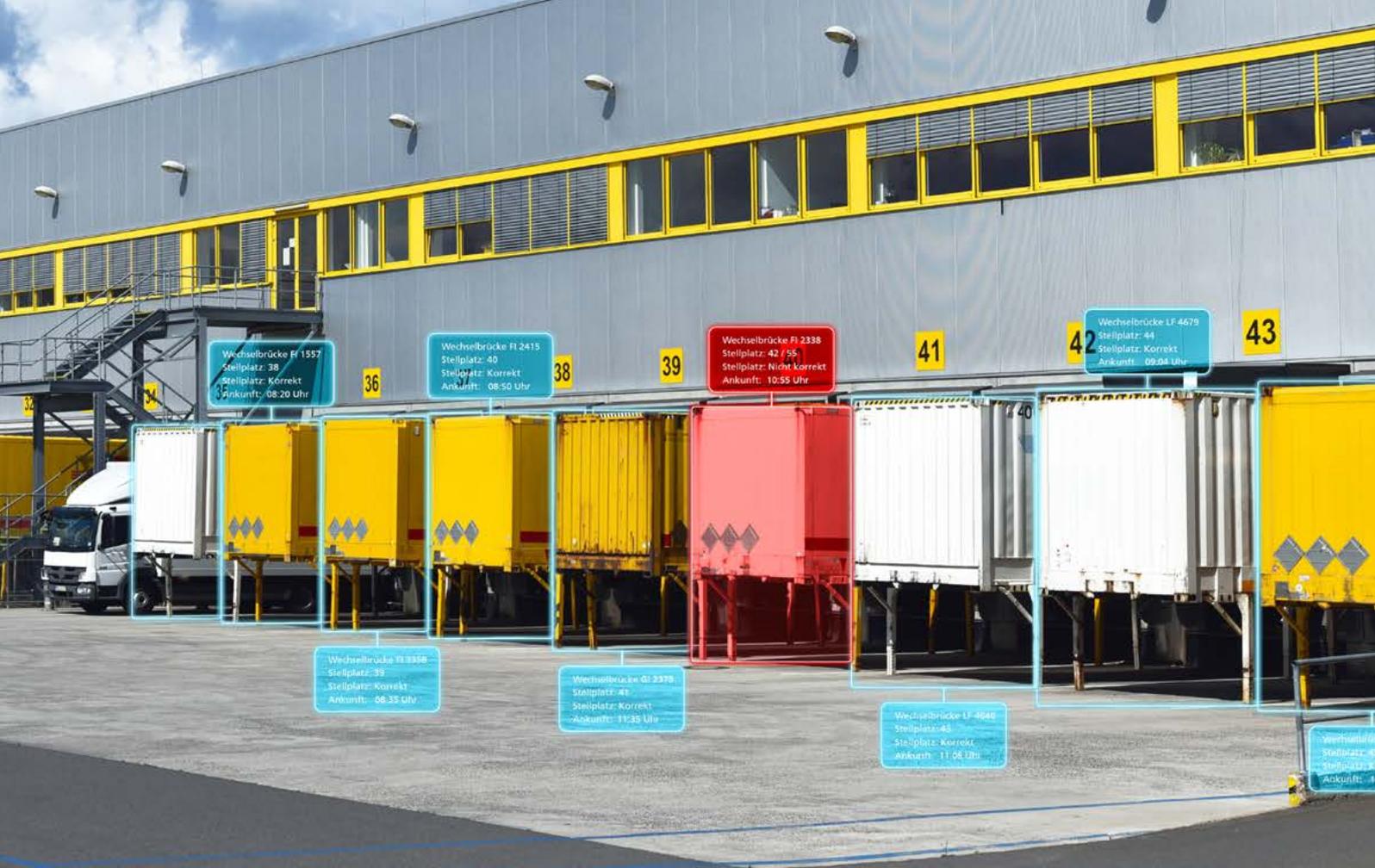
Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wurde das Projekt »Yard Lens on Edge« ins Leben gerufen. Mithilfe modernster Kameratechnologie und Künstlicher Intelligenz soll eine Echtzeitüberwachung von Lkw und Ladeeinheiten auf Logistikhöfen ermöglicht werden. Julian Hinxlage, Projektleiter am Fraunhofer IML, erklärt: »Wir möchten eine Lösung entwickeln, die die Sichtbarkeit der Prozesse in der Hoflogistik erheblich verbessert.«

Zentraler Bestandteil ist die Installation von Kameras auf dem Hof. Die Kameras sind strategisch positioniert, um den gesamten Hofbereich lückenlos zu überwachen und die Bewegungen von Lkw und anderen Objekten (z. B. Trailern, Wechselbrücken, sonstigen Hoffahrzeugen) in Echtzeit zu verfolgen. Die sogenannte Multi-View-Multi-Object-Tracking-Technologie ermöglicht die gleichzeitige Verfolgung mehrerer Objekte aus verschiedenen Blickwinkeln. Ein weiterer Schritt ist die Projektion der Koordinaten auf eine 2D-Kartenansicht (Mapping), die die Stellplätze visualisiert.

### Der Digitale Zwilling

Im Mittelpunkt des Projekts steht die Entwicklung eines Digitalen Zwillings des gesamten Hofes. Hinxlage erläutert: »Durch die fortlaufende Erfassung realer Daten erstellen wir ein virtuelles Abbild des Hofes. So haben alle Beteiligten – vom Lkw-Fahrer bis zur Yard-Managerin –





jederzeit einen umfassenden Überblick über den Status und die Position jedes einzelnen Objekts.« Das System bietet nicht nur mehr Transparenz, sondern steigert auch die Effizienz erheblich. Verspätungen oder falsche Zuordnungen werden sofort erkannt, was schnelles Handeln ermöglicht.

Das System identifiziert Lkw und Ladeeinheiten unabhängig und verfolgt deren Bewegungen in Echtzeit. Über eine Webplattform können Anwendende ein individuelles Hoflayout erstellen, das sich einfach an bauliche Veränderungen anpassen lässt.

### Vorteile der Echtzeitüberwachung

Das »Yard Lens on Edge«-System bietet vielversprechende Vorteile: Die Kameras arbeiten auch bei schwierigen Lichtverhältnissen präzise und zuverlässig. Durch die markerlose Erkennung von Lkw und Ladeeinheiten benötigen die Lkw keine Nachrüstung von Identifikationsmerkmalen wie z.B. 2D-Codes auf dem Dach.

Ein herausragendes Merkmal ist die Echtzeitverarbeitung von Bild- und Videodaten direkt auf den Kameras. Dies sorgt nicht nur für eine schnelle Erkennung und Verfolgung von Positionen, sondern erfüllt auch wichtige datenschutzrechtliche Anforderungen, da nur relevante Informationen verarbeitet und gespeichert werden. Auf Wunsch können Ereignisse als Video- oder Bildmaterial archiviert werden.

### Ein Blick in die Zukunft

Die Entwicklung von »Yard Lens on Edge« könnte weitreichende Auswirkungen auf die gesamte Logistikbranche haben. Das System ist nicht nur ein Schritt zur Effizienzsteigerung, sondern auch ein bedeutender Fortschritt in der Digitalisierung der Logistik. Die verbesserte Sichtbarkeit und Nachverfolgbarkeit von Lkw und Ladeeinheiten optimiert die Abläufe auf den Höfen und ermöglicht es, Herausforderungen proaktiv anzugehen.

Julian Hinxlage ist überzeugt: »Mit Yard Lens on Edge schaffen wir eine Technologie, die nicht nur heute, sondern auch in Zukunft eine zentrale Rolle in der Hoflogistik spielen wird.«

Das Projekt wurde als Teilprojekt der »Silicon Economy« vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) gefördert und in Kooperation mit verschiedenen Industriepartnern durchgeführt. Die DACHSER Group SE & Co. KG fungiert als Pilotpartner und ermöglicht die praktische Umsetzung der Technologie in ihrem Logistikzentrum in Dortmund. Nach Abschluss des Projekts werden alle Komponenten als Open Source bereitgestellt, um eine Weiterentwicklung und Nutzung der Technologie in anderen Logistikunternehmen zu ermöglichen.



#### Kontakt

Julian Hinxlage M. Sc. | 0231 9743-266 | [julian.hinxlage@iml.fraunhofer.de](mailto:julian.hinxlage@iml.fraunhofer.de)

# Mehrweg, Einweg, gar kein Weg



## Warum nachhaltige Verpackung kein Schwarz-Weiß-Thema ist und was wirklich zählt

Wenn es um Verpackungen geht, sind viele Menschen schnell mit ihrem Urteil: Einweg ist schlecht, Mehrweg ist gut. Plastik gilt als Klimasünder, Papier als Heilsbringer. Biologisch abbaubar? Klingt perfekt. Doch wer sich ernsthaft mit nachhaltiger Verpackung beschäftigt, erkennt schnell: Die Wahrheit ist komplizierter. Viel komplizierter.

Denn Verpackungen lassen sich nicht isoliert bewerten. Ob sie nachhaltig sind, hängt von zahlreichen Faktoren ab – von der Materialbeschaffung über die Transportstrecke bis zur Entsorgungsrealität. Und vor allem: von ihrem Gesamtsystemeinsatz. Eine universelle, immer richtige Lösung gibt es nicht. Nur individuelle, oft komplexe Entscheidungen – bei denen auch gut gemeinte Ansätze in die Irre führen können.

### Der Verpackungsdschungel

Verpackung ist Fluch und Segen zugleich. Sie schützt Produkte, verlängert Haltbarkeit, ermöglicht weltweiten Handel – und sorgt gleichzeitig für gewaltige Mengen an Abfall. Im Jahr 2021 fielen in Deutschland laut Umweltbundesamt mehr als 19 Millionen Tonnen Verpackungsmüll an. Die Politik reagiert: Mit Vorgaben wie der EU-Verpackungsverordnung »Packaging and Packaging Waste Regulation« (PPWR) will sie Material reduzieren, Recycling stärken und Mehrweg fördern. Unternehmen stehen unter Druck, grün zu handeln, ohne rote Zahlen zu schreiben. Denn oft fehlt der differenzierte Blick.

Verpackungen dürfen nicht getrennt vom Gesamtsystem betrachtet werden. Was in einem Fall sinnvoll ist, kann im nächsten schädlich sein. Ein Einwegkarton aus Altpapier, der im Wertstoffkreislauf gehalten wird, kann ökologisch besser sein als ein Mehrwegbehälter, der aufwendig rückgeführt und gereinigt werden muss – und vielleicht nach wenigen Umläufen kaputtgeht.

### Materialwahl: Zwischen Mythos und Molekül

Papier gilt als ökologisch sauber – es stammt aus nachwachsenden Rohstoffen, lässt sich gut recyceln, zersetzt sich vergleichsweise schnell. Doch das ist nur die halbe Wahrheit: Die Herstellung von Papier ist energie- und wasserintensiv, und Frischfasern werden teils aus umstrittenen Forstquellen bezogen. Die Papierindustrie ist der fünftgrößte industrielle Energiever-



Bilder: dragonstock, George Dolgikh; rdnzl, fotofabrik, by-studio, Himmelsturm – stock.adobe.com



braucher weltweit. Angesichts dieser Tatsachen wird die Dringlichkeit eines verantwortungsvollen Umgangs mit Papier umso klarer – und das Recycling umso wichtiger. Da Papierfasern mit jedem Kreislauf an Qualität verlieren und Frischfasern zugeführt werden müssen, ist das Recycling kein Perpetuum Mobile, aber es funktioniert vergleichsweise sehr gut und spart bei der Produktion einen Großteil der Wasser- und Energie-Ressourcen ein.

Kunststoffe – vor allem fossile – stehen im Ruf, die Umwelt zu vermüllen. Dabei haben sie Vorteile: Sie sind leicht, stabil, vielseitig – und in reinen Stoffströmen sehr gut recycelbar. Doch hier liegt das Problem: Längst nicht alle Kunststoffverpackungen bestehen aus reinem Material. Zudem sorgen Additive (Hilfs-/Zusatzstoffe) für Flexibilität, UV-Schutz oder Siegelbarkeit – machen das Recycling aber schwierig. Auch Kompositverpackungen, also Materialverbunde aus Kunststoff, Papier und Aluminium, stellen Sortieranlagen vor große Probleme.

Biobasierte oder biologisch abbaubare Kunststoffe erscheinen auf den ersten Blick als Lösung. Doch viele dieser Materialien bauen sich nur unter sehr speziellen Bedingungen ab – zum Beispiel in speziellen Kompostieranlagen. In der Praxis landen sie häufig im gelben Sack. Dort stören sie – genau wie in klassischen Kunststoffrezyklaten.

### Recycling? Nur so gut wie das System dahinter

Recycling funktioniert nur, wenn das System funktioniert. Ein Joghurtbecher mit Papierbanderole, Aluminiumdeckel und Plastikbecher klingt durchdacht. Ein ideal recycelbarer

Becher nützt allerdings nichts, wenn alles zusammen in der gelben Tonne landet oder der Becher gar nicht recycelbar ist, weil die Sortieranlage das Material nicht erkennt. Schwarze Kunststoffe beispielsweise gelten als Problemfall, weil viele Infrarotscanner sie nicht detektieren. Auch Papierbanderolen, die nicht abgezogen werden, oder falsch platzierte Etiketten können dafür sorgen, dass Verpackungen als Störstoff aussortiert werden und somit trotz bester Absicht in der Verbrennung landen.



Hier wird klar: Die Entsorgungsinfrastruktur ist entscheidend. Deutschland hat im europäischen Vergleich ein relativ gutes Recyclingniveau. Dennoch werden große Mengen nicht stofflich, sondern energetisch verwertet. Also verbrannt. In anderen Ländern sieht es oft noch schlechter aus. Export von Müll, ineffiziente Sammelsysteme, fehlende Technologie – all das führt dazu, dass ein Produkt, das in Deutschland als vorbildlich gilt, in Süditalien zur Umweltbelastung wird. Nachhaltigkeit hängt also nicht nur vom Produkt ab – sondern auch vom Ort.

### Einweg oder Mehrweg? Eine Rechenfrage – keine Glaubensfrage

Die Debatte ist ideologisch aufgeladen. Mehrweg gilt als edel, Einweg als Müll. Doch die Realität ist differenzierter. Mehrwegverpackungen – etwa stabile Kunststoffbehälter oder Glasflaschen – verursachen in der Herstellung deutlich





mehr CO<sub>2</sub> und Ressourcenverbrauch als Einweg. Sie sind erst dann ökologisch sinnvoll, wenn sie ausreichend oft verwendet werden – der sogenannte Break-Even-Point.

Wie viele Umläufe nötig sind, hängt stark vom jeweiligen System ab. Wird der Behälter z. B. regional transportiert und effizient rückgeführt, kann sich ihr ökologischer Fußabdruck schnell relativieren im Vergleich zur Einwegverpackung. Müssen aber hunderte Kilometer überbrückt werden, fällt der Vorteil schnell wieder weg. Noch gravierender: Bruch oder Schwund. Geht ein Mehrwegbehälter nach wenigen Umläufen verloren oder kaputt, war die anfängliche Investition ökologisch vergebens.

Ein Beispiel aus der Praxis: Die Mehrweg-Obstkisten im Lebensmittelgroßhandel haben sich über Jahre etabliert – aber nur, weil sie systematisch rückgeführt und zentral gereinigt werden. Fehlt ein Rückführungssystem oder gibt es hohe Verluste, ist Einweg oft ressourcenschonender. Genau hier zeigt sich: Mehrweg funktioniert nur mit Logistik im Rücken.

### Produktschutz: Die oft vergessene Kernfunktion

Ein Aspekt, der in der Debatte oft zu kurz kommt, ist der Schutz des verpackten Produkts. Verpackung ist kein Selbstzweck – sie soll verhindern, dass Ware beschädigt oder zerstört wird. Denn der ökologische Schaden durch die Ersatzlieferung oder Entsorgung eines beschädigten Laptops, einer verdorbenen Frucht oder einer zerbrochenen Flasche ist meist um ein Vielfaches größer als der ökologische Fußabdruck der Verpackung des Produkts.

Wird die Verpackung zu leicht oder instabil konstruiert, steigt das Risiko für Transportschäden. Eine vermeintlich »nachhaltige« Verpackung kann so zum Bumerang werden. Nachhaltigkeit bedeutet also nicht automatisch Reduktion – sondern Abwägung.



### Life Cycle Assessment: Der Blick aufs Ganze

Wirklich belastbare Antworten liefert nur die Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment, kurz LCA). Sie betrachtet alle Phasen eines Produkts – von der Rohstoffgewinnung über Produktion und Nutzung bis zur Entsorgung. Dabei fließen zahlreiche Parameter ein: CO<sub>2</sub>-Emissionen, Wasserverbrauch, Landnutzung, Energiebedarf. Nur so lässt sich beurteilen, ob eine Verpackung tatsächlich nachhaltig ist – oder nur nachhaltig erscheint.

LCAs zeigen, dass einfache Antworten meist falsch sind. Einweg kann besser sein als Mehrweg. Papier kann schlechter abschneiden als Kunststoff. Eine schwere Glasflasche kann mehr CO<sub>2</sub> verursachen als eine recycelte PET-Flasche – wenn sie weit transportiert wird.

### PPWR, Green Claims und digitale Kontrolle

Die neue EU-Verpackungsverordnung (PPWR) soll für mehr Klarheit sorgen – und für mehr Verbindlichkeit. Verpackungen sollen künftig standardisiert recycelbar sein, Wiederverwendung stärker gefördert und bestimmte Materialien schrittweise verboten werden. Die Intention ist gut – doch die Umsetzung birgt Risiken.

Kritik gibt es unter anderem an der geplanten Entgeltmodulation: Wer besser recycelt, soll weniger zahlen. Doch was »besser« ist, ist oft Interpretationssache. Die Gefahr: Verpackungen, die auf dem Papier recycelbar sind, es in der Realität aber nicht sind – sogenanntes Green Claiming. Unternehmen schmücken sich mit vermeintlicher Nachhaltigkeit, die praktisch nicht einlösbar ist.

Ein vielversprechender Ansatz ist die digitale Rückverfolgbarkeit von Verpackungen – etwa durch das Scannen von QR-Codes oder digitalen Wasserzeichen, die Informationen über Herkunft, Materialmix und Recyclingweg bereitstellen. Doch noch fehlt es an einheitlichen Standards – und an Akzeptanz.

### Der Mensch als letzte Instanz

Und dann ist da noch der Mensch. Das beste System nützt nichts, wenn die Konsumenten nicht mitspielen. Wer den Papiermantel nicht vom Joghurtbecher trennt, die falsche Tonne benutzt oder Kompostierbares in den Gelben Sack wirft, sabotiert ungewollt das System. Kommunikation, Aufklärung und »Design for Recycling« werden dadurch zentral. Doch selbst klare Symbole helfen nur bedingt – wenn die Bereitschaft zur Umsetzung fehlt.

### Fazit: Weniger Dogma – mehr Kontext

Nachhaltige Verpackung ist keine Frage von »gut« oder »schlecht«. Es ist eine systemische Herausforderung, die alle Ebenen betrifft: Material, Logistik, Infrastruktur, Nutzerverhalten, Lebenszyklus. Was ökologisch sinnvoll ist, hängt vom Einzelfall ab – nicht vom Image des Materials. Wer Verpackung wirklich nachhaltig gestalten will, muss bereit sein, differenziert zu denken – und einfache Wahrheiten loszulassen. Denn nachhaltige Verpackung ist kein Standard. Sie ist Maßarbeit.



#### Kontakt

Lukas Lehmann M. Sc. | 0231 9743-318 |  
lukas.lehmann@iml.fraunhofer.de

Maurice Grammel M. Sc. | 0231 9743-548 |  
maurice.grammel@iml.fraunhofer.de

## Das Verpackungsportfolio des Fraunhofer IML

Das Fraunhofer IML bietet umfassende Dienstleistungen, um Unternehmen bei der Entwicklung und Optimierung ihrer Verpackungsstrategie zu unterstützen – ökologisch und ökonomisch sinnvoll.

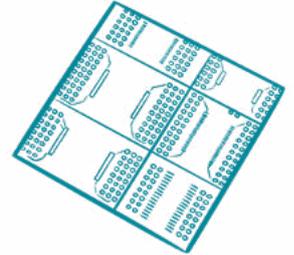
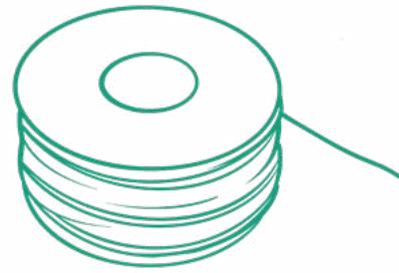
### Die Angebote des Instituts umfassen:

- **Life Cycle Assessment (LCA):** Durch detaillierte Lebenszyklusanalysen ermitteln die Forschenden die Umweltauswirkungen von Verpackungen. So können z. B. Emissionstreiber gezielt identifiziert und darauf basierend fundierte Entscheidungen getroffen werden, um die Nachhaltigkeit der Verpackungssysteme zu erhöhen.
- **Verpackungsbewertung:** Die Forschenden analysieren Verpackungen und Ladungsträger nach wirtschaftlichen, technologischen und ökologischen Kriterien, um Optimierungspotenziale zu identifizieren und die Effizienz zu steigern.
- **Individuelle Verpackungsplanung:** Das

Institut unterstützt bei der individuellen Planung und Gestaltung von Verpackungssystemen mit Blick auf den gesamten Lebenszyklus – von der Beschaffung bis zur Entsorgung. Dies beinhaltet auch die Auswahl von Einweg- und Mehrwegsystemen, um einen ressourcenschonenden Verpackungseinsatz zu gewährleisten.

- **Verpackungsprüfung:** Im spezialisierten Verpackungsprüflabor des Fraunhofer IML testen die Expertinnen und Experten die Belastbarkeit und Eignung von Verpackungen aus verschiedenen

Materialien unter realistischen Bedingungen. Mithilfe statischer, dynamischer und klimatischer Prüfungen stellen sie sicher, dass die Verpackungen allen logistischen Anforderungen gerecht werden.



# Resilienz reloaded

**Wie können europäische Lieferketten widerstandsfähiger, nachhaltiger und zukunftssicher werden? Das EU-Projekt ReSChape liefert Antworten – mit fundierten Analysen, konkreten Handlungsempfehlungen und praxisnahen Impulsen für Wirtschaft und Politik.**

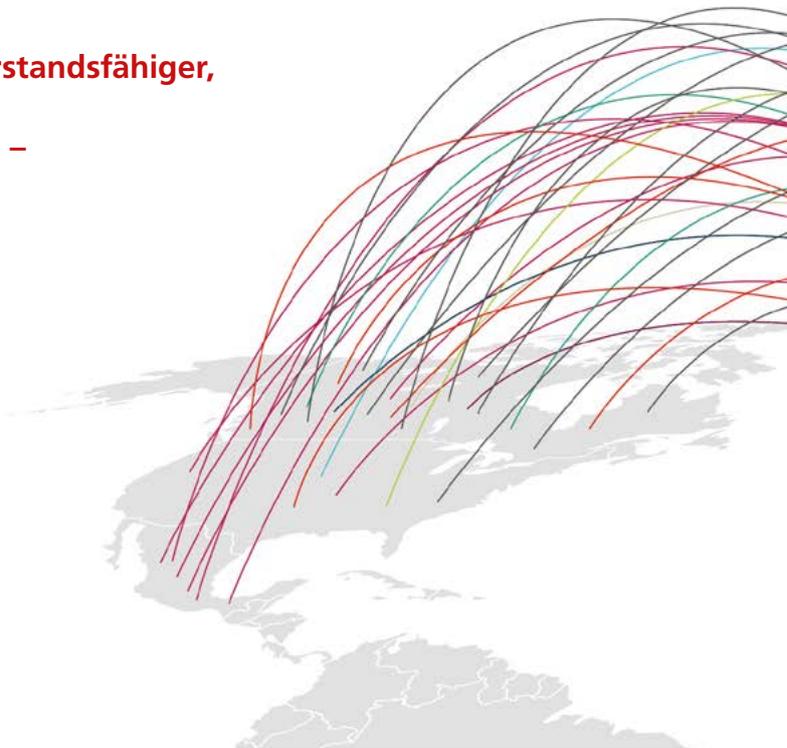
Globale Lieferketten stehen unter Druck. Zwischen geopolitischen Spannungen, regulatorischen Hürden und digitalem Wandel geraten eingespielte Prozesse zunehmend ins Wanken. Doch wie lässt sich unter diesen Voraussetzungen ein stabiles, widerstandsfähiges Netzwerk von Waren- und Informationsflüssen aufbauen? Antworten liefert das europäische Forschungsprojekt ReSChape. Gemeinsam mit internationalen Partnern entwickelt das Fraunhofer IML Empfehlungen und Strategien, um Europas Lieferketten widerstandsfähiger, nachhaltiger und zukunftsfähiger zu gestalten. Dr. Markus Witthaut, Senior Scientist am Institut, gibt Einblick in die Erkenntnisse und Perspektiven des Projekts – und zeigt, warum strategisches Denken heute wichtiger ist denn je.

## Ein Projekt zwischen Wissenschaft und Politik

Genau betrachtet bewegt sich ReSChape an der Schnittstelle zwischen angewandter Forschung und politischer Handlungsempfehlung. »Wir sind im Grunde eine Art Thinktank für resiliente Supply Chains«, erklärt Dr. Witthaut. »Was wir hier tun, ist nicht nur akademisch. Es richtet sich ganz bewusst an Unternehmen, aber auch an politische Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger.« Das sei ungewöhnlich für ein klassisches Forschungsprojekt, aber

**»Wir sind im Grunde eine Art Thinktank für resiliente Supply Chains«**

Dr.-Ing. Markus Witthaut



notwendig, denn viele der Herausforderungen lägen nicht allein im operativen Bereich, sondern seien strukturell, systemisch, oft sogar geopolitisch.

Gemeinsam mit Partnern aus Spanien, Italien, Portugal, den Niederlanden, Deutschland und Großbritannien hat das Fraunhofer IML über zwei Jahre hinweg analysiert, wo die Achillesfersen europäischer Lieferketten liegen. Dabei kristallisierten sich fünf zentrale Risikofelder heraus, die – unabhängig von Branche oder Unternehmensgröße – immer wieder als Stolpersteine auftreten.

## Disruption als Normalzustand

Die erste dieser Herausforderungen ist die zunehmende Versorgungsunsicherheit. Konflikte, Naturkatastrophen oder auch



Hinter vielen unserer Alltagsgegenstände verbirgt sich ein globales Lieferkettennetzwerk: so etwa bei der Supply Chain aller Komponenten eines Laptops.

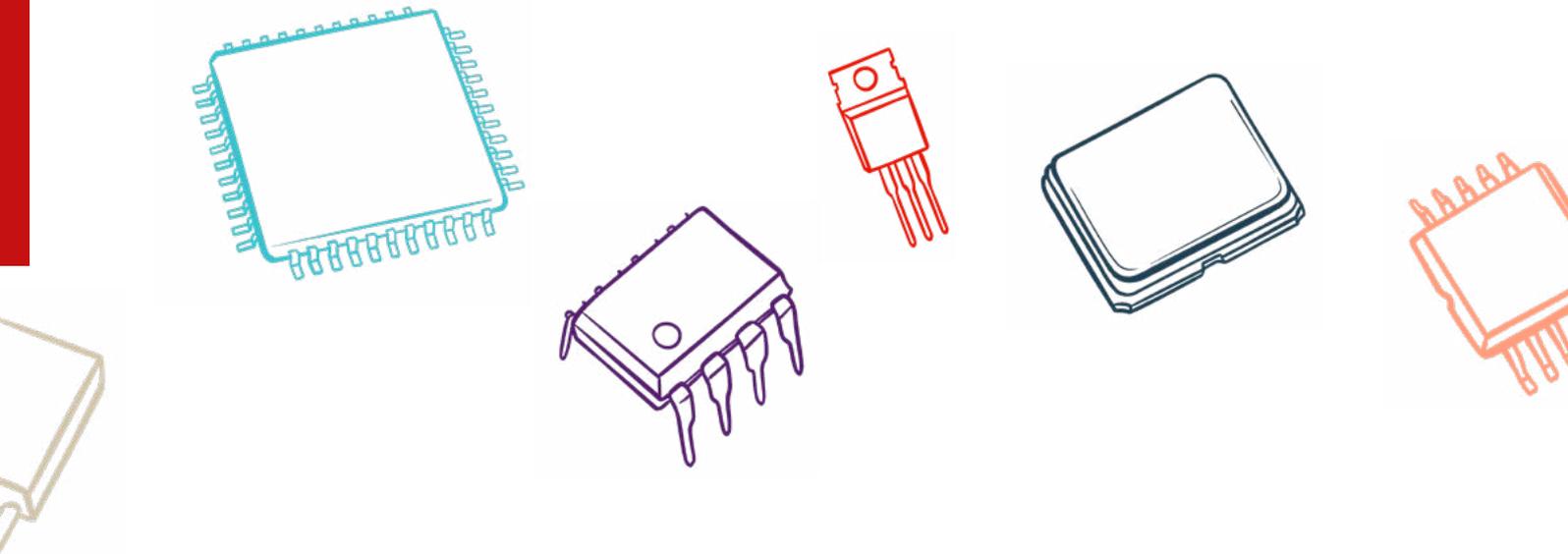
schlicht veränderte wirtschaftliche Rahmenbedingungen führen dazu, dass Materialverfügbarkeit immer schwerer planbar ist. »Wir haben das während der Corona-Pandemie besonders deutlich gesehen. Aber auch aktuell, wenn beispielsweise Containerschiffe das Rote Meer meiden müssen oder Zölle in den USA kurzfristig angepasst werden, zeigt sich: Planungssicherheit ist heute die Ausnahme«, so Witthaut.

Gleichzeitig wird es für Unternehmen schwieriger, die künftige Nachfrage vorherzusagen. Digitalisierung, verändertes Konsumverhalten, demografische Veränderungen und technologische Sprünge sorgen dafür, dass klassische Absatzprognosen häufig ins Leere laufen. »Das hat nicht nur mit Kundenerwartungen zu tun – es verändert ganze Geschäftsmodelle. Wer sich bei der Nachfrageprognose verspekuliert, wird dies teuer bezahlen müssen.«

### Digitale Werkzeuge als Chance und Herausforderung

Große Hoffnungen ruhen auf der Digitalisierung. Künstliche Intelligenz, Automatisierung, datengetriebene Entscheidungen – das alles birgt enormes Potenzial. Gleichzeitig wirft es neue Fragen auf: »Was passiert mit Tätigkeiten, die bislang Menschen gemacht haben? Was müssen Unternehmen und deren Mitarbeitende wissen, damit KI richtige und nachvollziehbare Ergebnisse liefert? Was kann KI und was nicht – heute und in Zukunft?« fragt Witthaut. Das Fraunhofer IML sieht hier große Chancen, warnt aber auch vor überzogenen Erwartungen.

Ein weiterer Faktor, der die Resilienz von Lieferketten bedroht, ist der Mangel an qualifizierten Fachkräften. »Unser Bildungssystem ist nicht auf den permanenten Wandel ausgelegt«,



sagt Witthaut. »Lebenslanges Lernen ist ein Schlagwort – aber die Realität sieht oft anders aus.« Gerade in Branchen wie der Logistik sei der Innovationsdruck enorm, gleichzeitig fehle es oft an geeigneten Weiterbildungsangeboten oder an Strategien zur Wissensweitergabe im Unternehmen.

## Zwischen Vorschrift und Verantwortung

Als besonders komplex erwies sich im Projektverlauf das Feld der Regulatorik. Gesetze wie das deutsche Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG) oder der EU-weite Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) stellen Unternehmen vor gewaltige Herausforderungen. »Die Intention ist absolut nachvollziehbar: Wer hier konsumiert, soll sicher sein können, dass Produkte unter fairen und umweltgerechten Bedingungen hergestellt wurden. Aber in der Praxis fehlt es häufig an Klarheit«, erläutert Witthaut.

Was heißt es konkret, wenn ein Unternehmen nachweisen soll, dass in seiner Lieferkette keine Kinderarbeit stattfindet? Wie funktioniert eine risikobasierte Prüfung in mehrstufigen, globalen Netzwerken? Und wie lassen sich solche Prozesse auch für Mittelständler umsetzen, die weder eigene Rechtsabteilungen noch Compliance-Teams beschäftigen? »Hier braucht es dringend praxistaugliche Werkzeuge und klare Handlungsleitfäden«, betont der Wissenschaftler. Die EU-Omnibus-Initiative, die die Vereinfachung der Berichtspflichten der Unternehmen anstrebt, sei ein erster Schritt in diese Richtung. Solche Anstrengungen müssten aber noch erheblich verstärkt werden.

## Impulse für Unternehmen und Politik

ReSChape liefert nicht nur Analysen, sondern auch Empfehlungen. Für Unternehmen bietet das Projekt ein strukturiertes Rahmenwerk, mit dem sich bestehende Liefernetzwerke auf Schwachstellen hin untersuchen und weiterentwickeln lassen. Dabei geht es nicht um akademische Idealmodelle, sondern um konkrete Strategien, mit denen sich Risiken abfedern und Chancen nutzen lassen.

Witthaut sieht in der Arbeit des Fraunhofer IML eine Brückenfunktion: »Wir versuchen, Unternehmen dort abzuholen, wo sie stehen. Gemeinsam entwickeln wir Gestaltungsworkshops, bewerten bestehende Strukturen und helfen, Zukunftsszenarien zu entwerfen.« Das Projekt betone dabei nicht nur Risiken, sondern auch Potenziale – etwa durch gezieltes Nearshoring, eine verbesserte Lagerstrategie oder durch technologische Partnerschaften in Europa.

Doch auch die Politik steht in der Verantwortung. Denn viele Rahmenbedingungen für resiliente Supply Chains lassen sich nicht auf Unternehmensebene lösen. ReSChape sieht sich deshalb auch als Impulsgeber für die EU-Kommission und nationale Gesetzgeber, etwa durch die Beteiligung an Konsultationen oder durch die Bereitstellung wissenschaftlich fundierter Empfehlungen zur Vereinfachung und Harmonisierung regulatorischer Vorgaben.

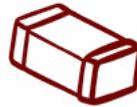
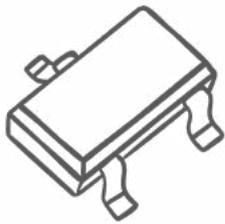
## Stabilität braucht Struktur

Ein zentrales Ergebnis des Projekts ist die Erkenntnis, dass Resilienz kein Zustand ist, sondern ein Prozess. Und dieser Prozess braucht Struktur, Klarheit und strategisches Denken. »Wir beobachten in Europa ein wachsendes Bewusstsein für die Fragilität unserer wirtschaftlichen Systeme, aber auch den Willen, daraus zu lernen«, sagt Witthaut.

**»Wir beobachten in Europa ein wachsendes Bewusstsein für die Fragilität unserer wirtschaftlichen Systeme, aber auch den Willen, daraus zu lernen«**

Dr.-Ing. Markus Witthaut

Zwar stehe nicht jede Branche vor denselben Herausforderungen und nicht jedes Unternehmen brauche dieselben Lösungen. Aber die fünf identifizierten Schlüsselthemen – Versorgungsunsicherheit, Prognoseunsicherheit, Digitalisierung, Qualifizierung und Regulatorik – bilden einen



Orientierungsrahmen, an dem Organisationen ihre Weiterentwicklung ausrichten können.

### ReSchape als Ausgangspunkt für Transformation

Für das Fraunhofer IML ist das Projekt dabei kein Schlusspunkt, sondern Ausgangsbasis. »Wir haben das Wissen, wir haben die Werkzeuge. Jetzt geht es darum, sie in die Praxis zu bringen«, betont Witthaut. Erste Unternehmen haben sich bereits beraten lassen, weitere Pilotprojekte sind in Planung.

Besonders in der Kombination mit digitalen Angeboten – wie beispielsweise der Open Logistics Foundation – sieht der Wissenschaftler große Potenziale: »Diese gemeinnützige Organisation, die Unternehmen eine neutrale Plattform für die gemeinsame Entwicklung von Open-Source-Software bietet, kann helfen, operative Resilienz umzusetzen – und ReSchape liefert die strategische Basis dafür. Das eine ergänzt das andere perfekt.«

In einer Welt, die sich immer schneller verändert, wird die Fähigkeit zur Anpassung zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor. ReSchape zeigt, dass Resilienz kein abstraktes Konzept sein muss, sondern konkret gestaltbar ist. Für Unternehmen, für Politik – und für eine zukunftsfähige Logistik in Europa.



This project has received funding from the European Union's Horizon Europe research and innovation programme under grant agreement No. 101061729.



#### Kontakt

Dr.-Ing. Markus Witthaut | 0231 9743-450 | [markus.witthaut@iml.fraunhofer.de](mailto:markus.witthaut@iml.fraunhofer.de)

### ReSchape

Das EU-Projekt ReSchape widmet sich der Frage, wie europäische Lieferketten widerstandsfähiger, nachhaltiger und zukunftssicher gestaltet werden können. Dabei analysiert das Projekt soziale, wirtschaftliche und ökologische Veränderungen in globalen Wertschöpfungsnetzen und entwickelt Strategien für ein robustes Supply Chain Management.

Ein zentraler Aspekt von ReSchape ist die Identifikation von Risiken und Herausforderungen, die sich aus aktuellen Trends ergeben. Basierend auf diesen Erkenntnissen werden fundierte Handlungsempfehlungen für Unternehmen und politische Entscheidungsträger erarbeitet. Das Projekt wird von einem europäischen Konsortium getragen, zu dem unter anderem das Fraunhofer IML, die Technische Universität Eindhoven und die Aston University gehören.

Neben der Entwicklung neuer Lieferkettenmodelle untersucht ReSchape auch die Rolle der Digitalisierung als Mittel zur Förderung sozialer Integration und zur Anpassung an wirtschaftliche und ökologische Veränderungen. Dabei werden verschiedene europäische Branchen wie Mode, Automobilindustrie, Medizintechnik und Maschinenbau analysiert, um branchenspezifische Lösungen zu entwickeln.

Das Projekt läuft bis September 2025 und wird im Rahmen des Horizon Europe-Programms finanziert. Ziel ist es, innovative Instrumente zur Überwachung und Bewertung von Handelsmustern zu entwickeln und Mechanismen zur Analyse von Störungen in globalen Wertschöpfungsketten bereitzustellen.

# Digitale Helfer **in der Not**

**Blumen im Haar, Glitzer im Gesicht, Netztops, nackte Haut. Im Juli 2010 machen sich Tausende auf den Weg nach Duisburg, um zu feiern, zu raven, zu tanzen. Sie sind auf dem Weg zur Loveparade. Auf dem Weg zum Gelände müssen die Feiernden durch einen engen Tunnel. Gleichzeitig machen sich andere auf den Rückweg. Der Tunnel wird zum Nadelöhr. Der Ansturm ist riesig, es ist eng, es bricht Panik aus. Während die Einsatzkräfte vor Ort versuchen, die Lage in den Griff zu bekommen, werden Rettungskräfte alarmiert, die sich um die Verletzten kümmern.**

Krisen wie die Massenpanik bei der Loveparade in Duisburg, der Großbrand im Grunewald oder das Hochwasser im Ahrtal haben eines gemeinsam: Sie binden viele Rettungs- und Einsatzkräfte und sie verbrauchen viele Materialien. Dabei kann es vorkommen, dass Materialien wie Verbände, Schmerzmedikamente oder andere Dinge knapp werden.

Um in solchen und anderen Krisensituationen effizienter und effektiver handeln zu können, wurde das interdisziplinäre Forschungsprojekt »ResKriVer – Kommunikations- und Informationsplattform für resiliente krisenrelevante Versorgungsnetze« ins Leben gerufen, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) über drei Jahre gefördert wurde. Das Fraunhofer IML hat im Rahmen dieses Projektes gleich zwei Anwendungen auf Basis von Künstlicher Intelligenz (KI) in Zusammenarbeit mit der Berliner Feuerwehr entwickelt, die Entscheidungsprozesse der Krisenstäbe unterstützen können.

## **Unterstützen – ohne den Regelbetrieb zu gefährden**

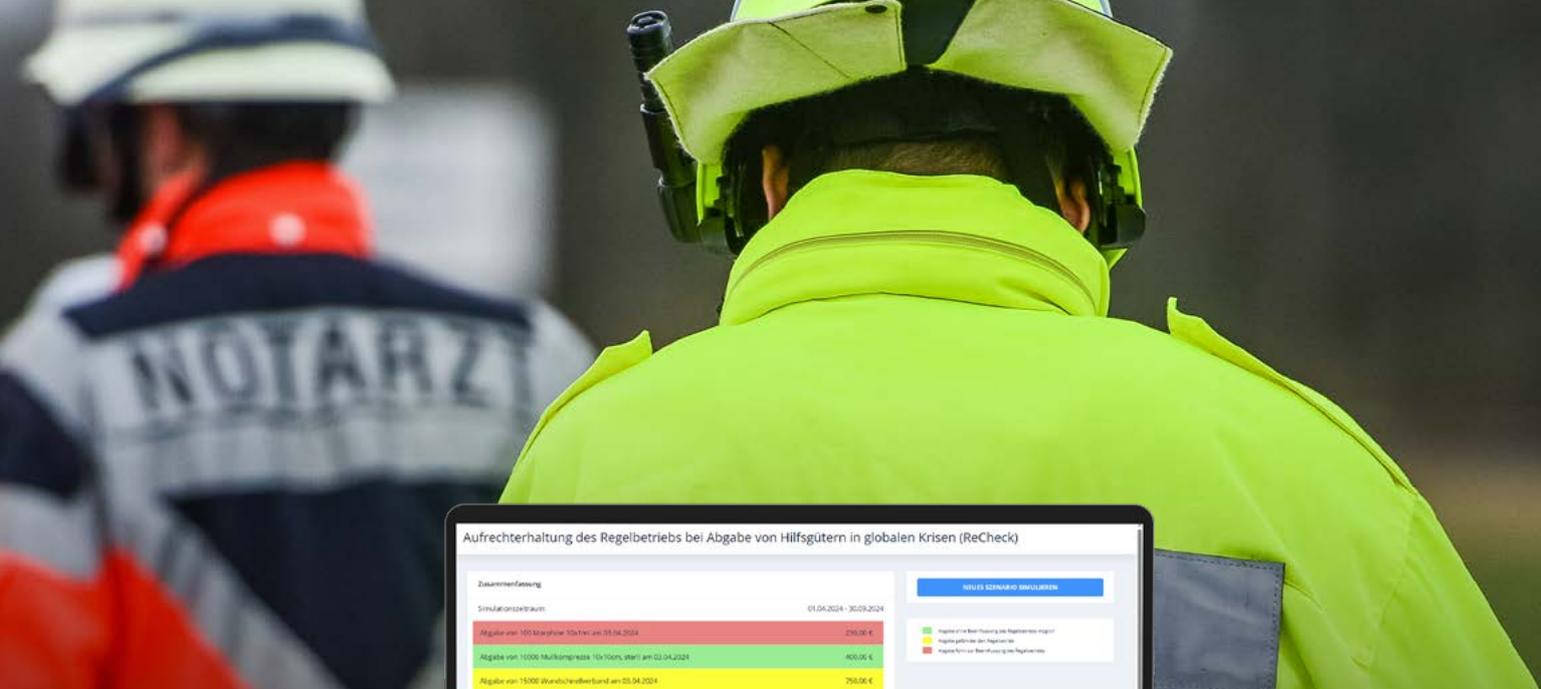
Für die Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS), wie die Feuerwehr, die Rettungsdienste, Hilfsorganisationen und die Polizei sind solche Krisensituationen eine große Belastung und Herausforderung. Sie sind dafür zuständig, dass Schutzausrüstungen, Ersatzteile für Einsatzfahrzeuge und medizinische Utensilien verfügbar sind und bleiben. Werden Materialien in den betroffenen Gebieten

knapp, werden BOS in anderen Regionen in der Nähe angefragt, ob sie Hilfsgüter abgeben können, ohne ihren eigenen Regelbetrieb zu gefährden.

Der vom Fraunhofer IML und der Berliner Feuerwehr entwickelte Dienst zur »Aufrechterhaltung des Regelbetriebs bei Abgabe von Hilfsgütern in globalen Krisen (ReCheck)« ist eine einfache, webbasierte Anwendung, der die angefragten BOS bei der Entscheidung unterstützen kann. Wird ein Artikel wie »Komresse« eingegeben, führt das OTD NETWORK Supply-Chain-Simulationstool des Fraunhofer IML einen Simulationsdurchgang durch. Hierbei berücksichtigt es Lagerbestände, historische Verbrauchsdaten und Bestellpolitiken. Die Ergebnisse der Simulation werden als Ampel in einem Dashboard dargestellt, das direkt einen Überblick gibt und zeigt, welche Artikel ohne Einschränkungen des Regelbetriebes abgegeben werden können.

## **Resilient – auch wenn globale Lieferketten gestört sind**

Während der Corona-Pandemie hat sich drastisch gezeigt, dass auch globale Probleme bei der Verfügbarkeit von Materialien, wie Masken oder Antibiotika, auftreten können. Aber auch lokale Ereignisse, wie die Blockade des Suezkanals, haben große Auswirkungen auf globale Lieferketten und können somit Unternehmen und BOS hart treffen. Um frühzeitig auf solche Ereignisse reagieren zu können und im Idealfall sogar Lieferengpässe ganz zu vermeiden,



entwickelten die Forschenden den Dienst zur »Evaluierung der Versorgungssicherheit (EvaVe)«. In der Anwendung funktioniert er ähnlich wie ReCheck: Er ist eine webbasierte Anwendung, die die eingegebenen Störungen, wie eine Seewegblockade, simuliert und die möglichen Auswirkungen mithilfe einer Ampel im Dashboard sichtbar macht. In einem nächsten Schritt können dann aber auch Handlungsempfehlungen generiert werden. Die Kopplung des Simulationstools mit KI ermöglicht es, eine Vielzahl von möglichen Lösungsansätzen in kürzester Zeit durchzuspielen und so zu sehen, welche Ansätze eine Besserung herbeiführen und welche Kosten hierbei entstehen würden.

### Digitalisieren – um Krisen besser zu managen

Vor allem in Krisensituationen ist eine verlässliche Entscheidungsunterstützung unerlässlich. ReCheck und EvaVe sind zwei Dienste, die Auswirkungen von Versorgungsengpässen prognostizieren und spezifische Informationen sammeln, generieren und kommunizieren können. Allerdings brauchen beide Dienste eine solide Datengrundlage, wie beispielsweise Lagerbestände, Verbrauchsdaten, Bestellpolitiken und Daten zu den Lieferketten, um zuverlässige Simulationen zu generieren. Eine Umfrage der Berliner Feuerwehr unter Angehörigen von BOS hat ergeben, dass nur rund ein Drittel der befragten Organisationen digitalisierte Warenwirtschaftssysteme nutzen. Bei der Bestellung und Beschaffung waren es nur etwa zehn Prozent der teilnehmenden BOS, somit ist eine flächendeckende Nutzung

aktuell kaum vorstellbar. Durch die Digitalisierung der BOS könnten in Zukunft Krisenlagen aber deutlich effizienter und effektiver bewältigt werden und so die Folgen minimieren.

### Solide – auch für Unternehmen

Aktuell arbeitet das Fraunhofer IML an einer Dienstleistung, die die Resilienz der Lieferketten von Unternehmen in den Blick nimmt. Im Projekt ResiOpt entwickelten die Forschenden das Supply Chain Risk Assessment, das die Resilienz in Lieferketten steigern soll. Hierbei werden die Liefernetzwerke analysiert und anschließend ein Maßnahmenkatalog generiert, der Risiken durch Unterbrechungen in der Lieferkette effektiv minimieren kann.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



### Kontakt

Johanna Kim Kippenberger M. Sc. | 0231 9743-440 |  
johanna.kim.kippenberger@iml.fraunhofer.de

# Ein Projekt mit **Weitblick**

**Automatisierung, Transparenz, Vertrauen: Das Projekt SKALA verdeutlicht, dass Künstliche Intelligenz und Blockchain-Technologie zu echten Gamechangern für die Logistik werden. Dabei verbinden skalierbare Open-Source-Lösungen ganze Wertschöpfungsnetzwerke miteinander, wovon vor allem kleine und mittlere Unternehmen (KMU) profitieren können.**



Am Fraunhofer IML arbeiten derzeit zahlreiche Forschende daran, die Logistik von morgen grundlegend neu zu gestalten. Ein zentrales Vorhaben dabei ist SKALA: Ein vom Bundesministerium für Digitales und Staatsmodernisierung (BMDS) gefördertes Forschungsprojekt, das Künstliche Intelligenz (KI) und Blockchain-Technologie zu einem intelligenten Ökosystem verbindet. Ziel ist es, Produktions- und Logistikprozesse über Unternehmensgrenzen hinweg effizienter, transparenter und robuster zu machen.

»Wir sehen in der Kombination von KI und Blockchain nicht nur ein technologisches Potenzial, sondern eine strukturelle Antwort auf viele der Herausforderungen, vor denen die Logistik heute steht«, sagt Dr. Maximilian Austerjost, Projektleiter am Fraunhofer IML. SKALA stehe dabei nicht für eine Insellösung, sondern für einen modularen, offenen Baukasten, der sich an die Bedarfe unterschiedlichster Unternehmen anpassen lässt.

## Von der Vision zur Open-Source-Plattform

SKALA verfolgt einen konsequent offenen Ansatz: Alle im Projekt entwickelten Softwarebausteine, KI-Modelle, Smart Contracts und Schnittstellen sollen als Open Source veröffentlicht werden. »Wir wollen damit den Weg frei machen für echte Innovationen – gerade bei kleinen und mittleren Unternehmen, die sich solche Entwicklungen alleine kaum leisten könnten«, betont Austerjost. Das Projekt zielt also nicht nur auf technische Exzellenz, sondern auf einen breiten Transfer in die Praxis.

Im Mittelpunkt steht dabei die Idee der Technologiekonvergenz: Die Blockchain liefert als manipulationssichere Infrastruktur das Vertrauen in die Daten – und die KI sorgt für deren intelligente Auswertung, Validierung und Nutzung. So entsteht eine digitale Brücke zwischen Akteuren, Systemen und Prozessen, die bislang nur schwer miteinander kommunizieren konnten.

Diese Brücke zu bauen ist laut Maximilian Austerjost essenziell, um bestehende Systemgrenzen zu überwinden. »Viele Unternehmen arbeiten mit isolierten IT-Lösungen. Wir zeigen, wie ein offenes, interoperables Netzwerk entstehen kann, das echten Mehrwert bietet – technologisch wie wirtschaftlich.«

**»Wir zeigen, wie ein offenes, interoperables Netzwerk entstehen kann, das echten Mehrwert bietet – technologisch wie wirtschaftlich.«**

Dr. Maximilian Austerjost

## GreenComplAI: Nachhaltigkeit automatisieren

Ein konkretes Beispiel für diese Verbindung ist GreenComplAI, eine im Rahmen von SKALA entwickelte Lösung zur kontinuierlichen Nachhaltigkeitsprüfung von Lieferketten. Das System kombiniert z. B. digitale Produktpässe, automatisierte Datenerfassung und KI-gestützte Plausibilitäts-

analysen zu einem Werkzeug, das Unternehmen hilft, ihre ESG- und CSRD-Compliance, aber auch ihre Resilienz im Allgemeinen zu sichern. Perspektivisch lässt sich das Tool so auch im Bereich Risikomanagement einsetzen.

»GreenComplAI kann in Echtzeit bewerten, ob vorab definierte Anforderungen erfüllt werden, und unterstützt so direkt die nachhaltige Transformation von Unternehmen und ihren Lieferketten«, erklärt Austerjost. Der Clou: Notwendige Nachweise werden automatisch erzeugt, Prüfprozesse werden transparenter und weniger fehleranfällig. Das spart nicht nur Zeit und Geld, sondern schafft auch Vertrauen – intern wie extern.

Gerade vor dem Hintergrund verschärfter gesetzlicher Anforderungen wie der EU-Taxonomie wird eine transparente, digitale Nachweisführung zum strategischen Erfolgsfaktor. GreenComplAI liefert hierfür die passende Infrastruktur – flexibel, skalierbar und zukunftssicher.

### **SiMBA: Dynamische Preise, smarte Entscheidungen**

Ein zweites Modul im SKALA-Portfolio ist SiMBA: ein intelligentes System zur dynamischen Preisfindung. Es analysiert kontinuierlich Kapazitäten, Marktbedingungen und betriebliche Auslastungen und passt Preise automatisch an. »SiMBA ermöglicht es Unternehmen, schneller und präziser auf Veränderungen zu reagieren – ein echter Effizienztreiber in volatilen Märkten«, so Austerjost.

Über individuell definierbare Regeln und integrierte Fakturierungsfunktionen wird der gesamte Prozess von Angebot bis Zahlung abgedeckt. Damit können nicht nur Umsatzpotenziale besser ausgeschöpft, sondern auch betriebliche Ressourcen gezielter gesteuert werden. Austerjost betont: »Durch SiMBA können wir Marktdynamiken effizient nutzen und gleichzeitig die operative Planung besser auf kurzfristige Veränderungen abstimmen. Das ist in der heutigen Zeit ein enormer Wettbewerbsvorteil.«

Das System sei besonders für Logistikdienstleister interessant, deren Margen unter Druck stehen. »Mit SiMBA können Unternehmen nicht nur effizienter wirtschaften, sondern auch neue Preismodelle entwickeln, etwa kapazitätsabhängige Tarife oder dynamische Vergütungssysteme.«

### **InstaSCAN: Digitalisierung auf Knopfdruck**

Auch das Thema Dokumentenmanagement nimmt SKALA in den Blick. Mit InstaSCAN wurde ein KI-gestütztes System entwickelt, das papierbasierte Unterlagen wie Frachtbriefe automatisch digitalisiert, relevante Informationen extrahiert und direkt in IT-Systeme überführt. Der Unterschied zu klassischen OCR-Lösungen: InstaSCAN erkennt Inhalte kontextbezogen und prüft deren Plausibilität – eine wichtige Voraussetzung für automatisierte Folgeprozesse.

»38 Prozent der Unternehmen arbeiten noch mit Papierprozessen. Das ist nicht nur ineffizient, sondern auch riskant«,

sagt Austerjost. InstaSCAN soll helfen, diese Lücke zu schließen – und zwar ohne Medienbrüche, ohne manuelle Nachbearbeitung und ohne Integrationshürden.

Das System ermögliche zudem eine vollständige Rückverfolgbarkeit und sichere Archivierung relevanter Dokumente – zentrale Anforderungen bei Audits, Zertifizierungen und Compliance-Prüfungen. InstaSCAN sei damit ein Paradebeispiel für anwendungsnahe KI-Forschung, so Austerjost.

### **Digitale Identitäten und Vertrauen in der Lieferkette**

Zentrale Grundlage für die Anwendungen von SKALA sind sogenannte digitale Identitäten – also eindeutige, überprüfbare Merkmale von Produkten und Akteuren in der Lieferkette. Diese Identitäten ermöglichen es, Informationen sicher und nachvollziehbar auszutauschen. Dabei spielt die Blockchain-Technologie eine Schlüsselrolle, weil sie als vertrauenswürdige Register fungiert.

»Das Vertrauen in Daten ist essenziell, wenn ich Geschäftsprozesse digitalisieren will«, erklärt Austerjost. »Nur wenn ich sicher weiß, dass ein automatisierter Datensatz nicht manipuliert wurde, kann ich ihm auch vertrauen.« Die Kombination aus KI-basierter Validierung und blockchaingestützter Speicherung schafft diese Vertrauensbasis auf technischer Ebene – und eröffnet so ganz neue Möglichkeiten für Automatisierung und Kooperation.

Gerade für komplexe Supply Chains mit vielen Partnern sei diese Technologie ein echter Gamechanger. Sie ermögliche nicht nur mehr Transparenz, sondern auch eine höhere Resilienz gegenüber Störungen, weil Informationen schneller und zuverlässiger fließen.

### **Der Baukasten für den digitalen Wandel**

SKALA ist mehr als die Summe seiner Teile. Alle Lösungen folgen einem modularen Prinzip und lassen sich miteinander kombinieren. Über standardisierte Schnittstellen können sie zudem in bestehende IT-Infrastrukturen integriert werden – auch das ein wichtiger Aspekt für den Mittelstand. Bis Ende 2025 sollen zahlreiche Demonstratoren und Anwendungsfälle veröffentlicht werden, die Unternehmen den Einstieg erleichtern.

»Wir wollen kein Elfenbeinturm-Projekt. Unser Ziel ist es, konkrete Antworten zu liefern – auf reale Probleme in realen Prozessen«, betont Austerjost. Genau deshalb sei der Open-Source-Ansatz so entscheidend: Er ermögliche Austausch, Weiterentwicklung und eine echte Verbreitung im Markt.

Neben den bereits entwickelten Modulen arbeite das Projektteam aktuell an weiteren Lösungen – etwa zur automatisierten Bewertung von Nachhaltigkeitskennzahlen oder zur Integration digitaler Zwillinge in logistische Netzwerke. Die Entwicklung erfolgt stets praxisnah und in enger Abstimmung mit Unternehmen aus verschiedenen Branchen.



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Digitales und  
Staatsmodernisierung

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Ein Projekt mit politischer Rückendeckung

Auch in der Politik stößt SKALA auf Interesse. Bei der Übergabe des Förderbescheids betonte Oliver Luksic, damals Parlamentarischer Staatssekretär im BMDV, die Bedeutung des Projekts: »Die Kombination von KI und Blockchain birgt enormes Potenzial, um Prozesse zu optimieren, Transparenz zu erhöhen und die Effizienz in Lieferketten deutlich zu steigern.«

SKALA passe ideal zur Digitalstrategie des Bundes und könne einen wichtigen Beitrag zur Stärkung des Logistikstandorts Deutschland leisten. Besonders positiv werde bewertet, dass die Lösungen offen zugänglich sind und damit gerade auch kleineren Unternehmen den Zugang zu Schlüsseltechnologien ermöglichen.

## Neue Geschäftsmodelle durch Technologiekonvergenz

Ein weiteres zentrales Ziel von SKALA ist es, durch die Kombination unterschiedlicher Technologien neue Geschäftsmodelle zu ermöglichen. »Viele Unternehmen wissen heute gar nicht, was technisch bereits möglich ist – geschweige denn, wie daraus neue Wertschöpfungsmodelle entstehen können«, erklärt Austerjost. SKALA soll genau diese Brücke schlagen: durch Demonstratoren, Beratungsangebote und Open-Source-Bausteine, die zum Experimentieren einladen.

Dafür arbeitet das Fraunhofer IML eng mit den Projektpartnern zusammen, darunter das Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST und zwei Lehrstühle der TU Dortmund. Gemeinsam wird an Querschnittstechnologien gearbeitet, die sich flexibel an verschiedene Branchen anpassen lassen – von der Fertigungsindustrie über den Handel bis hin zu hochregulierten Bereichen wie dem Gesundheitswesen.

## Vernetzung, Skalierbarkeit und Praxisbezug

Was SKALA so besonders macht, ist der konsequente Fokus auf Um-

setzbarkeit. Die entwickelte Architektur ist skalierbar, die Lösungen sind adaptierbar, die Softwarebausteine interoperabel. Unternehmen können einzelne Komponenten testen, schrittweise implementieren und bei Bedarf anpassen. Das reduziert nicht nur technische Risiken, sondern erhöht auch die Akzeptanz in der Belegschaft. Austerjost: »Es handelt sich dabei de facto um Werkzeuge, die Probleme an ganz verschiedenen Stellen, aber auf die gleiche Weise lösen. Die dynamische Preisfindung etwa kann für das Palettenpooling ebenso wie für die Preisbildung in Lieferketten genutzt werden. Und GreenComplAI kann einerseits Nachhaltigkeitsdaten checken, aber eben auch andere Lieferanten abklopfen, und mit InstaSCAN lassen sich Frachtbriefe, Palettenscheine oder Chemische Zeugnisse analysieren. Das macht das Ganze so spannend.«

**»Technologie ist nur dann wirksam, wenn Menschen sie verstehen und anwenden können«**

Dr. Maximilian Austerjost

Darüber hinaus bietet SKALA eine bislang einzigartige Lernplattform: Workshops, Webinare und Schulungsmaterialien begleiten den Wissenstransfer und sorgen dafür, dass die entwickelten Lösungen auch in der Breite ankommen. »Technologie ist nur dann wirksam, wenn Menschen sie verstehen und anwenden können«, erläutert Austerjost die Gründe dafür, dass auch das Fraunhofer IML entsprechende Unterstützungsangebote macht.

## Fazit: Digitalisierung mit Substanz und Weitblick

Mit SKALA zeigt das Fraunhofer IML, wie Zukunftstechnologien wie KI und Blockchain konkret in den Dienst der Praxis gestellt werden können. Das Projekt steht für einen neuen Weg: Nicht dogmatisch, nicht abstrakt – sondern nah an der Realität, nah an den Bedürfnissen der Unternehmen.

Austerjost bringt es abschließend auf den Punkt: »Wir entwickeln hier keine Lösungen für die Schublade. Unser Ziel ist es, dass Unternehmen wirklich damit arbeiten können – und dass sie damit erfolgreicher, nachhaltiger und unabhängiger werden.« Die SKALA-Philosophie mache Mut, Digitalisierung nicht als Bürde, sondern als Chance zu begreifen – für eine Logistik, die nicht nur effizienter, sondern auch gerechter und resilienter wird.



### Kontakt

Dr.-Ing. Maximilian Austerjost | 0231 9743-331 | [maximilian.austerjost@iml.fraunhofer.de](mailto:maximilian.austerjost@iml.fraunhofer.de)

# Resilienz – ein kluger Schachzug



**Unberechenbarkeit wird immer mehr zur neuen politischen Norm. Dadurch entstehen enorme Risiken für Markt und Wirtschaft. In diesen Zeiten müssen Unternehmen, egal welcher Branche, besonders für Krisen gewappnet sein, fordern die Forschenden des Fraunhofer IML. Während Zölle, Katastrophen und Kriege die nächste Krise vor sich hertreiben, schreitet der technologische Fortschritt immer weiter voran. Forschende geben Empfehlungen, wie Unternehmen sich rüsten können.**

Es ist still in der Fertigungshalle – ohrenbetäubend still. Jede Minute, in der kein Auto über das Band rollt, kein Mitarbeiter Teile montiert, kein Blech geschweißt wird, kostet Geld. Und das alles nur wegen einiger kleiner Bauteile – ein paar Nanometer groß. Die Chipkrise versetzt die Automobilbranche in Schock: So berichtete Reuters bereits im März 2021, dass VW wegen des Chip-Engpasses etwa 100 000 Fahrzeuge nicht produzieren konnte. Wie Springer Professional Anfang Januar 2022 feststellte, hätten sämtliche Automobilhersteller seit Beginn 2021 aufgrund der Halbleiter-Knappheit immer wieder ihre Bänder anhalten müssen. Eine zu diesem Zeitpunkt vorliegende Schätzung von ging davon aus, »dass die Automobilhersteller aufgrund des Chipmangels Fahrzeuge im Wert von 210 Milliarden US-Dollar nicht produzieren« konnten.

Dieser Rückgang schlug auch auf die Zulieferer der Automobilhersteller durch: Sie blieben auf ihren Teilen sitzen, andere Branchen wie die Spielekonsolenindustrie waren ebenfalls erschüttert. Damals waren es auch die geopolitischen Spannungen zwischen den USA und China und die daraus resultierenden Zölle, die die Krise ins Rollen brachten. Die betroffenen Unternehmen sind sich einig: Dieses Ausmaß hätte niemand ahnen können.

**Unternehmen stehen vor der Notwendigkeit, sich permanent neuen Bedingungen anzupassen**

»In einer akuten Krise geht es aber nicht um die Frage, warum wir das nicht haben kommen sehen«, sagt Tobias Jornitz, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IML. »Viel

wichtiger ist es, sofort zu handeln und nach Bewältigung der aktuellen Krise stärkere Resilienzfähigkeiten zu entwickeln!« Als Leiter der Fraunhofer-Resilienz-Community forscht er



daran, wie Unternehmen besser auf Krisen reagieren und so für die Zukunft resilienter aufgestellt sind. Sie sind permanent an neue Bedingungen anzupassen und jeglichen unvorhersehbaren Krisen und Konflikten standzuhalten, ist für die Forschenden des Fraunhofer IML das, was ein resilientes Unternehmen ausmacht. Sie betonen, wie wichtig es sei, dass sich Unternehmen strategisch mit ihrer eigenen Krisenfestigkeit beschäftigen – denn die nächste Krise lässt, das unterstreichen die aktuellen Ereignisse allein im Jahr 2025, nicht lange auf sich warten. Vielmehr: Sie ist schon da, gekoppelt mit jeder Menge Unberechenbarkeit.

Die geopolitischen Spannungen waren damals ebenso schuld an der Chipkrise wie der plötzliche Anstieg der Autonachfrage kurz nach der Pandemie und Naturkatastrophen in der Nähe mehrerer Chipfabriken. Die Chipkrise ist in dem Sinne besonders, dass sie viele zentrale Herausforderungen und Megatrends in sich vereint, die in den nächsten Jahren mit großer Wahrscheinlichkeit für noch mehr Krisen verantwortlich sein werden.

Um diese souverän zu meistern, ist es für die Unternehmen unabdingbar, entlang ihres Wertschöpfungsnetzwerks nach der Krise nicht nur in den vorherigen Zustand zurückzukehren, fordern die Forschenden. »Die Adaption und Transformation der Lieferkette in Hinblick auf die neue, veränderte Situation nach der Krise ist genauso wichtig«, betont Tobias Joritz. Dazu müssen leitende Angestellte in Unternehmen identifizieren, wo ihre Lieferkette am empfindlichsten ist und welche Einflüsse ihre Stabilität am ehesten beeinträchtigen – so gering diese auch erscheinen mögen. Dazu lohnt sich oft auch der Blick über die eigenen Unternehmensgrenzen hinaus, so der Resilienz-Experte.

### An der eigenen Resilienz arbeiten

Je früher Unternehmen Risiken entlang ihrer Lieferketten und in der internen Organisation erkennen, desto besser können sie sich auf Krisen vorbereiten. Was logisch klingt, ist nicht immer selbstverständlich. Oft lässt der Austausch zwischen den Akteuren zu wünschen übrig. »Um Stillstand in der Supply Chain zu verhindern, braucht es zum einen mehr kollaboratives Handeln zwischen den Akteuren und zum anderen größtmögliche Offenheit«, so Joritz. Enge Zusammenarbeit und ausreichend Transparenz zwischen den Lieferanten sei zentral für den reibungslosen Ablauf

»Um Stillstand in der Supply Chain zu verhindern, braucht es zum einen mehr kollaboratives Handeln zwischen den Akteuren und zum anderen größtmögliche Offenheit«

Tobias Joritz

entlang der Supply Chain. Denn wer Krisen souverän meistern will, müsse kontinuierlich an der eigenen Resilienz arbeiten, heißt es beim Fraunhofer IML. Tobias Joritz: »Resilienz zu entwickeln ist keine einmalige Aktivität, sondern ein

kontinuierlicher Prozess, der die Unterstützung des TOP-Managements benötigt!«

Tipps, Tricks und Empfehlungen, wie Unternehmen resilienter werden und ihr Wertschöpfungsnetzwerk transformieren können, geben Forschende des Fraunhofer IML im Whitepaper »Resilienz von Wertschöpfungsnetzwerken – Den Erfolgsfaktor systematisch erschließen«, das in der Schriftenreihe »Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management« erschienen ist.

Acht zentrale Empfehlungen haben wir an dieser Stelle kurz zusammengefasst:

#### 1. Resilienzbedarfe ermitteln

Die Unternehmen müssen identifizieren, welche Faktoren Einfluss auf ihre Lieferkette haben und wo sie besonders vulnerabel ist.

#### 2. Kollaborativ handeln

Alle Akteure der Lieferkette müssen ganzheitlich zusammenwirken, um Störungen entgegenzuwirken und Stillstand zu verhindern.

#### 3. Offenheit fördern

Für ein proaktives Risikomanagement sollten die Akteure im gesamten Wertschöpfungsprozess transparenter und offener sein.

#### 4. Digitale Technologien nutzen

Digitale Methoden können den Handlungsspielraum von Unternehmen drastisch erweitern.

#### 5. Kontinuierlich dynamisch anpassen

Um auch in Zukunft resilient zu bleiben, müssen sich die Akteure ständig und situativ mit neuen Umweltbedingungen auseinandersetzen und situativ den aktuellen Zustand evaluieren und anpassen.

#### 6. Menschen integrieren

Die Vernetzung von Menschen mit digitalen Systemen und smarten Maschinen ist unabdingbar, sie ist ein zentraler Bestandteil der Lieferkettentransformation. Um die notwendige Resilienz zu steigern, bedarf es einer angemessenen Weiterbildung.

#### 7. Resilienzkultur aufbauen

Menschen treffen immer noch in Unternehmen die Entscheidungen, sie müssen Resilienz als ihre Verantwortung sehen. Aktuelle Geschäftsmodelle sowie die Organisationskultur müssen vom Management hinterfragt und angepasst werden.

#### 8. Wissen konservieren und anwenden

Um eine geeignete Resilienzstrategie zu schaffen, müssen Akteure ihr Wissen aus vergangenen Krisen sammeln, nutzen und daraus eine Strategie entwickeln.



#### Kontakt

Tobias Joritz M. Sc. | 0231 9743-340 |  
tobias.joritz@iml.fraunhofer.de

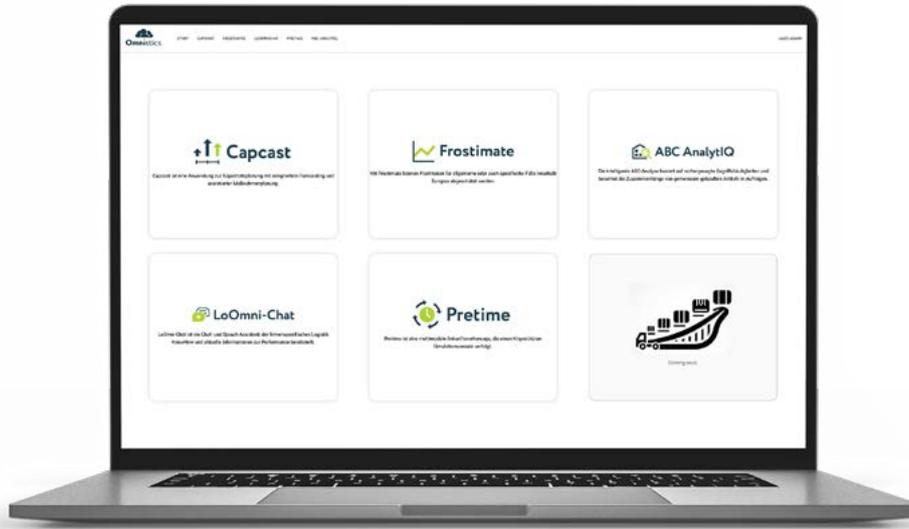


Schneller,  
günstiger, smarter:  
Omnisticks macht KI massentauglich



**Hohe Auftragsvolumina, wachsende Komplexität globaler Lieferketten, volatile Märkte und der anhaltende Fachkräftemangel stellen Logistiker vor vielfältige Herausforderungen. Steigende Anforderungen an Transparenz, Liefertreue und Effizienz erhöhen den Druck. Besonders kleine und mittlere Unternehmen (KMU) geraten dadurch oft in eine Zerreißprobe. Wie können sie komplexe Prozesse in der Supply Chain bewältigen, wenn Ressourcen knapp sind, der Kostendruck hoch und die Datenflut schwer zu überblicken ist? Hier setzt die Plattform »Omnistics« des Fraunhofer IML an. Das modulare KI-Ökosystem wurde speziell für die Bedürfnisse von Logistikern entwickelt.**

Mit »Omnistics« möchten die Dortmunder Forschenden vor allem Speditionsunternehmen ohne umfangreiche IT-Infrastruktur den Zugang zu KI-Technologien ermöglichen. Die Plattform unterstützt die Optimierung logistischer Prozesse wie Sendungsmengenprognosen, Tourenplanung, Disposition oder Datenanalyse. Ziel ist es, Abläufe effizienter zu gestalten, Wissen besser zugänglich zu machen und das ohne hohe Anfangsinvestitionen. Für Unternehmen, die täglich mit komplexen Lieferketten und knappen Margen kämpfen, kann KI so ein entscheidender Hebel sein, um Prozesse zu verschlanken und die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. »Unternehmen müssen jetzt die Weichen stellen, um langfristig von genaueren Prognosen, geringerem Aufwand und höherer Kundenzufriedenheit zu profitieren – und sich so in einem stark um-



kämpften Markt zu behaupten«, erklärt Martin Friedrich vom Fraunhofer IML.

### Maximale Flexibilität und Kontrolle

Während große Logistikdienstleister bereits gezielt KI-Technologien nutzen, etwa zur Routenoptimierung, zur Prognose von Sendungsmengen oder zur Automatisierung in der Lagerlogistik, sind KMU hier noch zurückhaltender. Die Gründe sind vielfältig: fehlende interne IT-Ressourcen, unzureichende Datenbasis oder mangelndes Know-how, um den Nutzen konkreter KI-Anwendungen zuverlässig einzuschätzen. Zudem bereiten die Integration in bestehende Systeme und die langfristige Skalierbarkeit Sorgen. Mit ihrer praxistauglichen, modularen KI-Lösung will das Fraunhofer IML diese Ängste abbauen. Mit »Omnistics« können Prozesse Schritt für Schritt verbessert, Abläufe stabilisiert und bestehende Strukturen entlastet werden. Kleine, modulare KI-Tools erlauben es KMU, erste Erfahrungen im Umgang mit KI zu sammeln und jene Tools zu nutzen, die direkt ihre Herausforderungen adressieren. »Das Ziel von Omnistics ist nicht, KI überall einzusetzen, nur um zu sagen: Das ist KI-basiert. Wir sehen die Technologie als Werkzeug, um konkrete Probleme in der Logistik zu lösen, vor allem bei Mittelständlern«, betont Prof. Michael Henke, Institutsleiter am Fraunhofer IML.

**»Das Ziel von Omnistics ist nicht KI überall einzusetzen, nur um zu sagen das ist KI-basiert. Wir sehen die Technologie als Werkzeug, um konkrete Probleme in der Logistik zu lösen, vor allem bei Mittelständlern«**

Prof. Michael Henke

Die Plattform bietet barrierefreien Zugang zur Künstlichen Intelligenz und integriert verschiedene Datenquellen, darunter interne Systeme wie TMS, WMS, ERP und CRM, über offene Schnittstellen. Auch Partnerdaten von Zulieferern und Kun-

den sowie öffentliche Daten wie Verkehrsinformationen und Wetterdaten lassen sich einbinden. Diese umfassende Datenbasis ermöglicht es, die Plattform vollständig auf eigener Hardware zu hosten – für maximale Flexibilität und Kontrolle.

### Komplexe Aufgaben erfordern präzise Einschätzungen: sechs Tools, die dabei wertvolle Unterstützung leisten

»Omnistics« verbessert die gesamte Supply Chain – von der Planung bis zur operativen Umsetzung. Eine der größten Herausforderungen für Logistiker ist dabei die unsichere Planungsgrundlage. Saisonale Schwankungen oder plötzliche Auftragsspitzen erschweren eine verlässliche Steuerung von Personal und Fahrzeugen. Das Modul »Capcast« prognostiziert Sendungsmengen anhand historischer Aufkommensdaten und berücksichtigt externe Einflussfaktoren wie konjunkturelle Entwicklungen in relevanten Branchen. Damit können fundierte Entscheidungen getroffen und Engpässe frühzeitig erkannt werden.

Im Lager herrscht oft Unsicherheit über Artikelumschläge und Wegezeiten. Hier unterstützt das Modul ABCAnalytIQ bei der Analyse von Artikel- und Auftragsdaten, um die Einlagerung und Kommissionierung zu optimieren.

Präzises Wissen über die Ankunft der Fracht ist ebenfalls immens wichtig: »Pretime« kann mithilfe von KI die Ankunftszeiten von Lkw genau vorhersagen und so eine vorausschauende, reibungslose Prozesssteuerung in der Logistik gewährleisten. Das Tool berücksichtigt Verkehrs- und Wetterdaten sowie den Streckenverlauf, um Touren optimal zu planen und Wartezeiten zu minimieren. Die Echtzeitinformationen ermöglichen eine bessere Ressourcennutzung – nicht nur auf der Fahrt und am Umschlagplatz, sondern entlang der gesamten Supply Chain.

Mit »Frostimate« lassen sich Transportkosten realistisch prognostizieren, basierend auf konkreten Relationen und aktuellen Marktdaten. Das schafft Transparenz bei Kalku-

lationen und Marktvergleichen. Das System lernt kontinuierlich dazu und passt sich an die spezifischen Preislogiken des Unternehmens an. Oft ist der Frachtraum im Fahrzeug nicht vollständig ausgenutzt. Es wäre noch Platz für weitere Pakete. Das Modul CargoSight erkennt in Echtzeit freie Laderäume per Kamera und schlägt vor, wie die Fahrzeuge besser gepackt werden können. So wird die Auslastung vor der Abfahrt verbessert und langfristig die Tourenplanung optimiert.

Ob als Unterstützung für neue Mitarbeitende, zur internen Wissensnutzung oder bei der Prozessoptimierung – mit dem auf firmeneigenem Wissen und Daten basierenden Chat-Assistenten LoOmni-Chat erhalten Mitarbeitende Unterstützung im Arbeitsalltag. Das ChatGPT für die Logistik kann in Echtzeit operative und administrative Fragen zu Abläufen, Kunden, Preisen, Aufträgen und vielem mehr beantworten. Mitarbeitende haben so weniger Rückfragen, sind schneller eingearbeitet und müssen nicht mehr manuell in Handbüchern suchen. Der Chatbot lässt sich individuell auf Sprache, Prozesse und Daten des jeweiligen Unternehmens trainieren, um den Wissenstransfer zu verbessern. Das System ist rund um die Uhr verfügbar und lernt kontinuierlich dazu.

**»Unsere Plattform ermöglicht es Unternehmen, logistische Prozesse mithilfe von Künstlicher Intelligenz ohne eigene Infrastruktur und ohne große Investitionen zu optimieren«**

Martin Friedrich

»Unsere Anwendungen sind so einfach zu bedienen und so nützlich, dass auch Mitarbeitende, die dem Thema Künstliche Intelligenz noch skeptisch gegenüberstehen, überzeugt werden«, betont Martin Friedrich. Er ist überzeugt, dass die Vorbehalte schwinden, sobald beispielsweise die Antwort auf die Frage »Was kosten drei Paletten von Frankfurt nach Sizilien im Mai?« in Sekundenschnelle auf dem Bildschirm erscheint – eine Recherche, die sonst viel Zeit in Anspruch nehmen würde.

### KI im Abo – inklusive Unterstützung

Mit einem Abo-Modell können Unternehmen nur die Tools testen und nutzen, die sie wirklich benötigen. Die »KI im Abo« und ihre einzelnen Werkzeuge sind unabhängig voneinander nutzbar und individuell kombinierbar. Sie können auf die Anforderungen jedes Mittelständlers angepasst werden. »Unsere Plattform ermöglicht es Unternehmen, logistische Prozesse mithilfe von Künstlicher Intelligenz ohne eigene Infrastruktur und ohne große Investitionen zu optimieren«, erläutert Martin Friedrich. Dieses Prinzip nennt sich »AI-as-a-Service« (AlaaS), angelehnt an das bekannte Modell Software-as-a-Service (SaaS): KI-Modelle werden über das Internet bereitgestellt und können im Abo genutzt werden.

Bei der Nutzung von »Omnistics« begleiten und beraten die Forschenden des Fraunhofer IML interessierte Unternehmen aktiv – angefangen bei der Datenaufbereitung bis hin zur Anbindung an die Plattform. »Mit individuellen Pilotprojekten und Schulungen vermitteln wir Mittelständlern das nötige Know-how im Umgang mit Omnistics«, erklärt Friedrich. Auch Datenschutz und Datenlagerung sind gesichert: Die gesamte Plattform ist cloudbasiert, die Daten werden datenschutzkonform auf den Servern des Fraunhofer IML gespeichert und sind für die Unternehmen über eine Schnittstelle sicher zugänglich.

**»Mit individuellen Pilotprojekten und Schulungen vermitteln wir Mittelständlern das nötige Know-how im Umgang mit Omnistics«**

Martin Friedrich

### Praxistauglichkeit bestätigt

Die wichtigste Aufgabe der Dortmunder Forschenden ist derzeit die kontinuierliche Optimierung der KI-Plattform »Omnistics«. Dazu wurde die Plattform einem Praxistest unterzogen. Partner in der Beta-Phase war der Logistikdienstleister Geis, der seine logistische Expertise in die Entwicklung der innovativen Technologie einbrachte. Geis ist ein besonders wertvoller Projektpartner: Durch die vielfältigen Prozesse des Logistikers, seine Offenheit für neue Technologien und den Anspruch, logistische Exzellenz datenbasiert weiterzuentwickeln, kann die Plattform präzise auf die Anforderungen der Anwender zugeschnitten werden. Die aus der Zusammenarbeit gewonnenen Erkenntnisse fließen direkt in die Weiterentwicklung der Plattform ein, die ab Herbst 2025 für die Branche verfügbar sein wird. Langfristig sollen »Omnistics« und die dazugehörigen Apps kontinuierlich erweitert werden. Das Fraunhofer IML setzt dabei auf den Input von Spediteuren, deren Erfahrungen und Vorschläge helfen sollen, die Plattform noch besser an die realen Anforderungen der Logistikbranche anzupassen und so die Zukunft der Logistik aktiv mitzugestalten.



#### Kontakt

Dipl.-Wirt.-Math. Martin Friedrich | 0231 9743-370 | martin.friedrich@iml.fraunhofer.de



## Die unglaubliche Reise eines Pakets – Wie der »Smarcel« das Parcel automatisiert

**Kennen Sie diese Situation? Kein Paketshop in der Nähe, die Bestellung landet in der Abholstation am anderen Ende der Stadt oder das Paket ist beim Versand verloren gegangen. Es beginnt eine Odyssee, die wahrscheinlich jeder schon einmal beim Paketversand erlebt hat. Um dieses Ärgernis zu beseitigen, hat das Bonner Startup Innovative Robot Delivery (IRD) den mobilen Paketautomaten Smarcel entwickelt. Das Fraunhofer IML und IRD entwickeln im Projekt »ProtoSAM« drei wichtige Produkt-Add-ons für Smarcel.**

Ziel des zweieinhalbjährigen Projekts »ProtoSAM – Prototyp-Entwicklung Standortoptimierungstool, Automatische Be- und Entladung, Mehrwegverpackung« ist die Entwicklung einer Technologie zur automatischen Be- und Entladung der Smarceln in Zustelldepots, die Optimierung der Standorte der Paketmobile und die Etablierung eines geschlossenen Kreislaufs für Mehrwegverpackungen. Wie das in der Praxis aussehen könnte, zeigt die Reise einer Warensendung – nennen wir sie Paket X.

### Mobiler Paketautomat ersetzt herkömmliche Paketstationen

Der Tag von Paket X beginnt wie immer in einem Depot. Mit tausenden anderen Paketen wartet unser Päckchen darauf, versendet zu werden. Doch anstatt auf ein herkömmliches Paketfahrzeug geladen, um dann manuell abgeladen und dem Kunden an der Haustür übergeben zu werden, wird Paket X auf den sogenannten »Smarcel«-Anhängen verladen – ein automatisiertes Übergabesystem, das mit einem Fahrzeug oder Anhänger kombiniert ist. Der mobile Paketautomat ist

die nächste Evolutionsstufe der Paketstationen und eröffnet eine neue Dimension der Paketzustellung. Dank innovativer Technologien aus dem Projekt »ProtoSAM« erfolgt das Be- und Entladen vollautomatisch. Das Paketmobil »Smarcel« ist etwa so groß wie ein Kleintransporter und passt perfekt auf Stellflächen von Parkplätzen. Dabei wird aus den Daten aller geladenen Pakete der optimale Standort ermittelt, an dem das Fahrzeug tagsüber verweilt. In diesem Zeitraum können Kundinnen und Kunden ihre Pakete dort abholen.

### Automatisierte und umweltfreundliche Belieferung

Der Abholvorgang ist benutzerfreundlich gestaltet und bei »Smarcel« von der Kommunikation bis zur Abholung vollständig automatisiert. Ein weiterer Vorteil: Die Ware muss nicht in übergroßen Kartons mit unnötigem Verpackungsmaterial geliefert werden, sondern kann auf Wunsch in nachhaltigen Mehrwegverpackungen zugestellt werden, die im Smarcel verbleiben – sodass im Gegensatz zu den bisherigen Mehrwegsystemen in der Paketlogistik ein geschlossener Ver-



packungskreislauf zwischen Versendern und Paketdienstleistern etabliert wird und deshalb kein Pfand für Konsumenten und kein kostenintensives Rückgabernetz benötigt werden.

Mit »Smarcel« erhalten Kunden ihre Bestellungen schnell und bequem an einen Standort in ihrer Nähe. Gleichzeitig unterstützt die Technologie Paketdienstleister dabei, akute Probleme wie den Fachkräftemangel zu lösen. Zudem trägt der geschlossene Kreislauf für Mehrwegverpackungen zur Reduktion von Verpackungsmüll bei, spart über 70 Prozent CO<sub>2</sub>-Emissionen auf der letzten Meile und verringert das städtische Verkehrsaufkommen erheblich – eine echte Win-win-Situation für alle Beteiligten.

Nach einem erfolgreichen Piloten des Smarcel Lockers mit DHL in Stockholm arbeiten IRD und Fraunhofer IML mit Nachdruck an den drei Zusatz-Modulen, um so schnell wie möglich ein vollumfängliches Smarcel-Produkt zu kreieren.

Das seit Juni 2024 laufende Projekt wird durch Mittel des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und des Fonds für einen gerechten Übergang (JTF) 2021-2027 gefördert. Die Koordination erfolgt durch den Projektträger Jülich und das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNV).

**Ministerium für Umwelt,  
Naturschutz und Verkehr  
des Landes Nordrhein-Westfalen**



**Kontakt**

Andreas Gade M. Sc. | 0231 9743-272 |  
andreas.gade@iml.fraunhofer.de





# Platz für Profit und Planet –

## Ressourcen an Lagerstandorten sparen



**Frühmorgens verlässt ein Containerschiff den Hafen Rotterdam. Es steuert Richtung Hamburg. Dort angekommen, werden Container verladen. Die Waren aus den Containern werden auf Züge oder Lkw verteilt und an ihre Zwischenziele gebracht. Hier werden die Waren in großen Hallen sortiert, gescannt, weitergeleitet, gehoben, verschoben und umgepackt. Verstaubt warten sie auf ihren weiteren Weg, bevor sie irgendwann auf ähnliche Weise ihren Zielort erreichen. Dabei begleitet werden sie von ihren unsichtbaren Treibhausgas-Emissionen, die von Etappe zu Etappe mehr werden.**

Der Anteil der Logistik und des Transportes von Gütern und Waren an den weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen beträgt nach Studien des World Economic Forum (WEF) etwa 5,5 Prozent. Da die internationale Vernetzung und die Globalisierung zunehmen, ist auch die Tendenz der Emissionen steigend. Wie hoch der Ausstoß von Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) im Einzelnen ist, kann gar nicht so leicht ermittelt werden, da jede Branche verschiedene Einflussfaktoren hat, die auf die Emissionen einwirken. Für eine Vergleichbarkeit dieser Emissionen müssen diese auch noch mit gleichen Maßstäben berechnet werden können. Genau daran wird seit Jahrzehnten gearbeitet.

Als Branche ist die Logistik sehr vielfältig: Es gibt nicht nur verschiedene Transportwege, auch die Umschlag- und Lagerstandorte sind sehr unterschiedlich. Schließlich sind die Güter und Waren, die gelagert und transportiert werden, extrem vielfältig: Kleidung, Pflaster, Bananen, Schrauben, Flüssiggas, Tiefkühlkost, Chemikalien und Regale sind nur wenige Beispiele. Alles, was von A nach B transportiert wird, muss entsprechend den jeweiligen Eigenschaften gelagert und befördert werden. Hier eine Vergleichbarkeit nur für die Logistikstandorte herzustellen, ist schon allein wegen der Vielfältigkeit eine Herausforderung. »Es dürfen keine Äpfel mit Birnen verglichen werden, deshalb braucht es den international gültigen Standard«, so Dr. Kerstin Dobers, stellvertretende Abteilungsleitung der Abteilung Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft am Fraunhofer IML. Sie ist die Expertin für die Berechnung von Emissionen an

Logistikstandorten und hat den seit 2023 veröffentlichten, weltweit gültigen Standard »ISO 14083« für die Ermittlung von THG-Emissionen im Transportsektor mitentwickelt. Der Standard ist das Ergebnis jahrzehntelanger Arbeit, einiger Umwege und großer Ambitionen: Klimaneutralität.

### THG-Emissionsvorgaben: Von globalen Zielen zu quantifizierbaren Werten

THG-Emissionen begleiten Politik, Wissenschaft und Unternehmen seit vielen Jahren. Schon 1992 wurde in der UN-Klimarahmenkonvention vereinbart, dass alle Mitgliedstaaten ihre THG-Emissionen erfassen und regelmäßig berichten müssen. 1997 folgte das Kyoto-Protokoll, in dem vereinbart wurde, dass das sogenannte Global Warming Potential (GWP) die Umrechnung der Klimawirkung verschiedener Treibhausgase in CO<sub>2</sub>-Äquivalente ermöglicht, diese vergleichbar macht und die Einflüsse auf den Klimawandel veranschaulicht. Das Pariser Klimaabkommen 2015, das das Ziel der Begrenzung der globalen Erderwärmung deutlich unter zwei Grad Celsius festlegte, verpflichtete die teilnehmenden Länder, nationale Klimaschutzziele zu erarbeiten, diese regelmäßig zu aktualisieren und regelmäßig Berichte vorzulegen. Auch hier spielt das Erfassen der THG-Emissionen eine Rolle.

Die Europäische Union (EU) führte schon 2005 als Reaktion auf das Kyoto-Protokoll den Emissionshandel ein. Hierfür

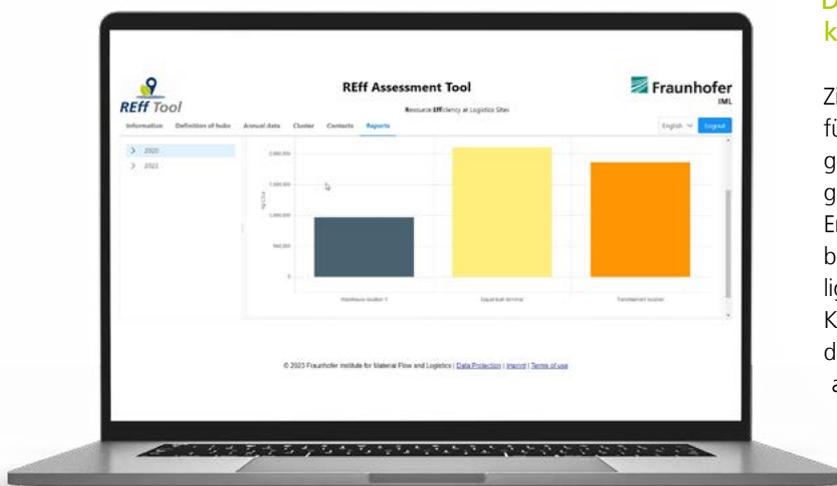


wurden sogenannte Emissionsrechte in Form von Zertifikaten an die Industrieländer verteilt, die sich dem Kyoto-Protokoll verpflichtet haben. Die Mengen der Emissionsrechte werden nach und nach reduziert, um die Emissionen langfristig zu reduzieren. Länder, die weniger Emissionskontingente nutzen, können überschüssige Zertifikate verkaufen. So entsteht der marktbasierter Ansatz des europäischen Emissionshandels. Er ist eines der zentralen Klimaschutzinstrumente der EU. Eine Grundlage hierfür bildet die Berechnung von THG-Emissionen.

2019 verabschiedete die EU-Kommission den »European Green Deal«, kurz Green Deal. Dieser sieht vor, dass die EU bis 2050 klimaneutral wird. 2021 folgte das EU-Klimaschutzgesetz, das die Ziele des Green Deals rechtlich bindet.

Auch in Deutschland gibt es nationale Gesetze und Verordnungen, die die THG-Emissionen reduzieren und überwachen sollen. So gibt es in Deutschland seit 2019 das Bundes-Klimaschutzgesetz, das Reduktionsziele der THG-Emissionen für verschiedene Sektoren, wie beispielsweise Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft und Abfallwirtschaft, festlegt.

Doch wie die THG-Emissionen berechnet werden sollen, gaben die Konventionen oder Gesetze nicht detailliert vor. Deshalb wurde Ende der 1990er Jahre das Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) vom World Resources Institute (WRI) und dem World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) als standardisiertes Werkzeug zur Bilanzierung von THG-Emissionen entwickelt. 2001 wurde die erste Version des Standards für Unternehmen veröffentlicht. Das GHG Protocol hat einen allgemeinen Zugang zur Bilanzierung der Emissionen entwickelt, weshalb es oft für branchenspezifische Aspekte nicht ausreicht. Im Laufe der Zeit zogen weitere nach, die versuchten, die jeweiligen Spezifika der einzelnen Sektoren und Branchen auf Basis des GHG Protocol abzubilden. Trotzdem gab es noch Interpretationsspielräume, oder sie wurden international nicht einheitlich genutzt. 2012 wurde eine europäische Norm zur Ermittlung der THG-Emissionen im Transportsektor veröffentlicht, die nur in Europa Verwendung fand.



### Daten: Das Fundament einer klimaneutralen Zukunft

Ziel war es also, einen internationalen Standard für THG-Emissionen für die Logistik und Logistikstandorte zu entwickeln, der einheitlich genutzt werden kann und aussagekräftige Ergebnisse liefert. Wichtig dabei war, dass die berechneten THG-Emissionen auch den jeweiligen Verursachern zuzuordnen sind und Kennzahlen abgeleitet werden können. Auch das Fraunhofer IML rund um Kerstin Dobers arbeitete seit 2019 in verschiedenen Projekten und mit verschiedenen Partnern – unter anderem mit dem »Global Logistics Emission Council« GLEC – zusammen,



um den internationalen Standard voranzutreiben. Ihr Hauptthema: Logistikstandorte. Etwa zur selben Zeit, als sich die Arbeitsgruppen für den internationalen Standard formierten, veröffentlichten die Dortmunder Wissenschaftler das »REff Tool«. REff steht für Ressourceneffizienz an Logistikstandorten. Und um Ressourcen effizient nutzen zu können, braucht es Transparenz, welche die Berechnung von THG-Emissionen bietet.

Mit Hilfe des REff Tools wurden im Rahmen des Forschungsprojektes »German, Italian & Latin American consortium for resource efficient logistics hubs & transport« (GILA), das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wurde, zwischen 2019 und 2023 jährliche Marktstudien durchgeführt. Auch nach Abschluss des Projektes werden diese mit den GILA-Partnern weitergeführt. In den Marktstudien werden Betreiber von Logistikstandorten nach Primärdaten zum jährlichen Ressourcenverbrauch und zu Logistikprozessen befragt. Während im ersten Studienjahr nur eine kleine Anzahl von 196 europäischen Logistikstandorten von 42 Unternehmen teilnahmen, nehmen mittlerweile über 150 internationale Unternehmen mit knapp 1.000 Logistikstandorten an den jährlichen Marktstudien teil, Tendenz steigend. Teilnehmende Standortbetreiber erhalten ihre individuellen THG-Emissionskennzahlen, die gemäß internationalen Standards berechnet werden. Die Daten dienen übergeordnet dazu, die Umwelt-Performance von Logistikstandorten besser zu verstehen und Datenlücken zu schließen. »Bei der Erhebung der Daten geht es darum, Transparenz zu schaffen – auch für die Unternehmen selbst.«, so Dobers. Die Erkenntnisse aus den Marktstudien flossen auch in die Entwicklung des internationalen Standards ein, der 2023 als »ISO 14083« veröffentlicht wurde.

### REff Tool: Vermeiden, vermindern, dekarbonisieren

Das REff Tool unterstützt Unternehmen bei der Ermittlung ihrer THG-Emissionen gemäß ISO 14083 und wurde vom

Smart Freight Centre zertifiziert. Das Tool ermöglicht online die Dateneingabe, welche für die ISO-konforme THG-Emissionsberechnung von Logistikstandorten erforderlich ist. Mit der kostenfreien Basis-Version können die jährlichen THG-Emissionen und der durchschnittliche Emissionsintensitätswert je Standort berechnet werden. Zusätzlich bietet das Fraunhofer IML eine lizenzpflichtige Version an, die beispielsweise über 50 Standorte erfassen lässt, die berechneten THG-Emissionen detaillierter als in der Basis-Version ausweist und erweiterte Berechnungen wie beispielsweise die Berücksichtigung des Lieferantenmix für Strom oder Emissionen durch die Nutzung von Transportverpackungen ermöglicht.

**»Erst wenn ich weiß, wo die Emissionen entstehen und wie hoch diese jeweils sind, kann ich geeignete Reduktionsmaßnahmen ableiten. Der Verbrauch von Ressourcen kostet Geld, wie beispielsweise für Strom oder Kraftstoffe. An solchen Stellschrauben kann ein Unternehmen Geld sparen und Ressourcen schonen. Der Schlüssel hierfür ist Transparenz, und die schafft das REff Tool«**

Dr. Kerstin Dobers

»Erst wenn ich weiß, wo die Emissionen entstehen und wie hoch diese jeweils sind, kann ich geeignete Reduktionsmaßnahmen ableiten. Der Verbrauch von Ressourcen kostet Geld, wie beispielsweise für Strom oder Kraftstoffe. An solchen Stellschrauben kann ein Unternehmen Geld sparen und Ressourcen schonen. Der Schlüssel hierfür ist Transparenz, und die schafft das REff Tool«, erklärt Dobers. Auch ein Monitoring über mehrere Jahre, um Entwicklungen und Reduktionen zu überwachen, wird mit dem Tool ermöglicht.

»Grundsätzlich kann man sagen: vermindern, vermeiden, dekarbonisieren. Was das im Einzelnen bedeutet, muss



man individuell prüfen«, so Dobers. Beispielsweise könnten Wege und Prozesse, die notwendig sind, effizienter gestaltet und so Ressourcenverbrauch und Emissionen vermindert werden. Zudem könnte die Flotte oder die Hoflogistik elektrifiziert werden und auf erneuerbare Energieträger oder »grünen« Strom umgestellt werden.

**»Grundsätzlich kann man sagen: vermindern, vermeiden, dekarbonisieren. Was das im Einzelnen bedeutet, muss man individuell prüfen«**

Dr. Kerstin Dobers

Durch die Vielfältigkeit von Logistikstandorten und weltweit unterschiedliche gesetzliche Vorgaben können bisher keine detaillierten und allgemeingültigen Empfehlungen zur Reduktion von THG-Emissionen abgeleitet werden. Denn auch wenn bisher über 900 Logistikstandorte weltweit an den Marktstudien teilgenommen haben, stehen die Forschenden weiterhin vor Herausforderungen: Die Standorte variieren hinsichtlich Dienstleistungen, Prozessen, eingesetztem Equipment und genutzten Ressourcen. Zudem sind die bereitgestellten Daten teilweise nicht vollständig, was aussagekräftige granulare Ergebnisse für einzelne Standortarten zusätzlich erschwert. Ziel der Forschenden ist es, die Datenlücken zu schließen, die Datenqualität zu erhöhen und alle Arten von Logistikstandorten verlässlich abbilden zu können. Hierfür braucht es noch deutlich mehr Unternehmen, die ihre Daten zur Verfügung stellen, und mehr Forschung zu den Standortarten. Aber schon heute ermöglichen die Marktstudien, erste Kennzahlen zu Emissionsintensitäten von Logistikstandorten abzuleiten, welche u. a. im GLEC-Framework veröffentlicht werden. Zudem nutzen Unternehmen ihre individuellen Kennzahlen für eigene Berechnungen, wie beispielsweise im Tool Eco-TransIT World, vergleichen ihre Ergebnisse mit denen der Marktstudien-Benchmarks und prüfen individuelle Einsparungsoptionen.

### Nachhaltigkeit in der Logistik

Besonders die Logistikbranche steht unter Druck: Durch die Globalisierung steigen die Emissionen in den Transportketten, gleichzeitig müssen durch gesetzliche Vorgaben wie den Green Deal die Emissionen stark reduziert werden. Zudem werden Ressourcen immer knapper – und damit teurer.

Die Entwicklung des internationalen Standards ISO 14083, um THG-Emissionen im Transportsektor zu berechnen, ist ein Schritt, um international Transparenz über die THG-Emissionen in der Transportkette inklusive der Logistikstandorte zu schaffen.

Für Unternehmen kann das REff Tool hierfür ein Hilfsmittel sein, um die THG-Emissionen ISO-konform berechnen zu lassen. Gleichzeitig können Unternehmen hiermit Schrauben finden, um THG-Emissionen zu reduzieren, Ressourcen zu schonen und Kosten einzusparen. So können sich Logistikstandorte langfristig zukunftssicher aufstellen.



#### Kontakt

Dr.-Ing. Kerstin Dobers | 0231 9743-360 | [kerstin.dobers@iml.fraunhofer.de](mailto:kerstin.dobers@iml.fraunhofer.de)

# Neues nachhaltiges Wasserstoff-Ökosystem treibt Energiewende voran

Tief im Osten der Slowakei fährt ein kleiner Bus durch die hügelige Landschaft. Es ist der erste Wasserstoffbus »Made in Slovakia«. Das Ziel seiner Reise steht auf einem Schild am Straßenrand: Košice. Die Region rund um die Stadt Košice in der Nähe der ungarischen Grenze ist mit diesem Wasserstoffbus einer der Vorreiter auf dem Weg in eine Zukunft, in der alternative Antriebe immer wichtiger werden. Und der Bus ist erst der Anfang.



## Energiewende ganzheitlich angehen

Der Einsatz von Wasserstoff als Baustein der Energiewende erfordert den Aufbau kompletter Ökosysteme, die alle Aspekte der Wertschöpfungskette abdecken und einer fundierten logistischen Planung bedürfen – von der Standortplanung über die Transportinfrastruktur und Tourenplanung bis hin zur Weiterbildung des Personals und dem Management der Flotten. Doch wie schafft man es, ein solches Ökosystem von Grund auf aufzubauen?

In Planung ist der Betrieb weiterer Wasserstofffahrzeuge, darunter Abfallsammelfahrzeuge, Touristenboote und Luftfahrzeuge, aber auch die Nutzung von Wasserstoff zur Dekarbonisierung im ansässigen Stahlwerk. Bis 2031 soll die Region mit Unterstützung des Fraunhofer IML im Projekt EASTGATEH2V ein Wasserstoff-Valley werden. Ziel ist es, dort ein ganzes Ökosystem für Produktion, Lagerung, Umschlag und Nutzung aufzubauen. Die Grenzen des Wasserstoffnetzes des mit knapp 9 Millionen Euro von der Europäischen Union geförderten Projekts sind dabei durchlässig: Von Košice aus könnte ein Wasserstoffnetz für die ganze Slowakei entstehen, das zusätzlich die Ukraine als Nachbarland anbindet.

»In Europa entstehen derzeit zahlreiche solcher Wasserstoff-Valleys,« erklärt Philipp Müller vom Fraunhofer IML, der in den Bereichen Verkehrslogistik und Wasserstoff forscht. Knapp 1.000 Kilometer von Košice entfernt liegt die westfälische Stadt Unna. Auch dort verfolgt man das Ziel, Wasserstoff für schwere Nutzfahrzeuge einzusetzen. Unna möchte die Dekarbonisierung in den Bereichen Transport, öffentlicher Nahverkehr und Entsorgung vorantreiben. Welche Potenziale Wasserstoff hierbei bieten kann, erforscht derzeit das Projekt »H2-Logistik-Hub« in einer Vorstudie, an der die TU Dortmund sowie das Fraunhofer IML beteiligt sind. Die Studie soll zeigen, welche Schritte und Akteure notwendig sind, um mit lokal ansässigen Partnern ein Wasserstoff-Ökosystem aufzubauen.

## Transportinfrastruktur ist entscheidend

Doch die Wasserstoffwirtschaft umfasst mehr als nur die Nutzung des Endprodukts: Zwischen Herstellung und Verbrauch müssen zahlreiche weitere Aspekte beachtet werden. Neben dem Aufbau von Produktionsanlagen und der Nutzung durch den Verbraucher sind auch die Transportinfrastruktur und -mittel zentral für den Erfolg der neuen Ökosysteme. Um den besonderen Anforderungen des Wasserstofftransportes gerecht zu werden, sind beispielsweise spezielle Transportcontainer notwendig. Die Forschenden des Fraunhofer IML haben im Projekt H2LogisticsOnRail gemeinsam mit Praxispartnern einen multimodalen Transportcontainer entwickelt, der sowohl auf Straße, Schiene als auch in der Binnenschifffahrt eingesetzt werden kann – ein bedeutender Schritt in Richtung nachhaltiger Transport von grün produziertem Wasserstoff.

»Glücklicherweise muss auch im Wasserstoffbereich das Rad nicht immer komplett neu erfunden werden,« betont Müller. Für den Transport von Wasserstoff kann in Teilen bestehende Infrastruktur genutzt oder umgewidmet werden, wie beispielsweise die (Transport-)Infrastruktur von Ammoniak. Ammoniak ist besonders geeignet, um Wasserstoff zu speichern, da es leichter zu verflüssigen ist und eine höhere Energiedichte aufweist. Das Potenzial dezentraler Infrastrukturen für Ammoniak als Wasserstoffderivat für den Industriestandort Deutschland wird derzeit im Projekt AmmonVektor untersucht, an dem zahlreiche Fraunhofer-Institute beteiligt sind. Forschende des Fraun-

hofer IML modellieren anhand großer Wasserstoff- bzw. Ammoniakquellen und -senken, welche Versorgungsoptionen für verschiedene Anwendungsszenarien aus logistischer und ökonomischer Sicht am sinnvollsten sind.

»Der Aufbau eines Wasserstoff-Ökosystems erfordert ein starkes Engagement aller relevanten Stakeholder, das auch die energieintensiven Industrien berücksichtigt,« erklärt Müller. Besonders die Stahlindustrie könnte stark von der Dekarbonisierung durch Wasserstoff profitieren. Auch wenn ein Wasserstoffbus in einer slowakischen Kleinstadt einen wichtigen Beitrag zur Energiewende leistet, ist er doch nur der Grundstein für die Entstehung ganzer dekarbonisierter Industriezweige in der Zukunft.

Mit dem Ausbau der Infrastruktur, der Entwicklung neuer Technologien und der Zusammenarbeit zwischen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Politik könnte ein nachhaltiges Ökosystem entstehen, das die Energiewende auf breiter Basis vorantreibt. Ziel ist es, eine umweltfreundliche, effiziente und zukunftssichere Wirtschaft zu schaffen, die den Weg für eine klimafreundliche Gesellschaft ebnet.



### Kontakt

Philipp Müller M. Sc. | 0231 9743-363 |  
philipp.mueller@iml.fraunhofer.de

## Eine Ladung Fragen, eine Antwort:

1 I 2 N 3 N 4 O 5 V 6 A 7 T 8 I 9 O 10 N 11 S 12 L 13 A 14 B 15 O 16 R

Mit der zunehmenden Verbreitung von Elektroautos werden weiterhin verschiedene Aspekte rund um das Thema Batterien diskutiert: Wie langlebig sind Lithium-Ionen-Batterien? Wie werden diese überhaupt entsorgt? Wie sicher ist die Technologie eigentlich? Ein Netz aus Fragen spinnt sich rund um das Thema Elektromobilität. Die Lösung des Rätsels hat sich das »Innovationslabor für Batterie-Logistik in der E-Mobilität« (InnoLogBat) am Fraunhofer IML auf die Fahnen geschrieben.

Bei all den Fragen rund um das Thema der Elektromobilität und den dazugehörigen Lithium-Ionen-Batterien hat das InnoLogBat insgesamt sechs Themen herauskristallisiert, bei denen es um die größten Hindernisse geht, von der Produktion über den Versand bis hin zu den zukünftigen Fahrerinnen und Fahrern:

1. ► **Was ist essenziell, um Prozesse, Datenformate und Schnittstellen effizient und reibungslos zu gestalten?**

Bevor ein neues E-Auto schließlich auf den Straßen unterwegs sein kann, laufen unzählige Prozesse rund um die Lagerung, den Transport und die Verpackung der Batterien ab. Diese Abläufe sind aktuell weder auf nationaler noch auf internationaler Ebene eindeutig geregelt. Der Lösungsansatz scheint dabei klar zu sein: die Implementierung eines einheitlichen Standards, um Daten zu erzeugen, zu speichern und weiterzuleiten. Nur so kann die Zusammenarbeit zwischen Industrie, Behörden und wissenschaftlichen Institutionen ermöglicht werden.

2. ► **Klare Nachvollziehbarkeit von Warenströmen und Daten**

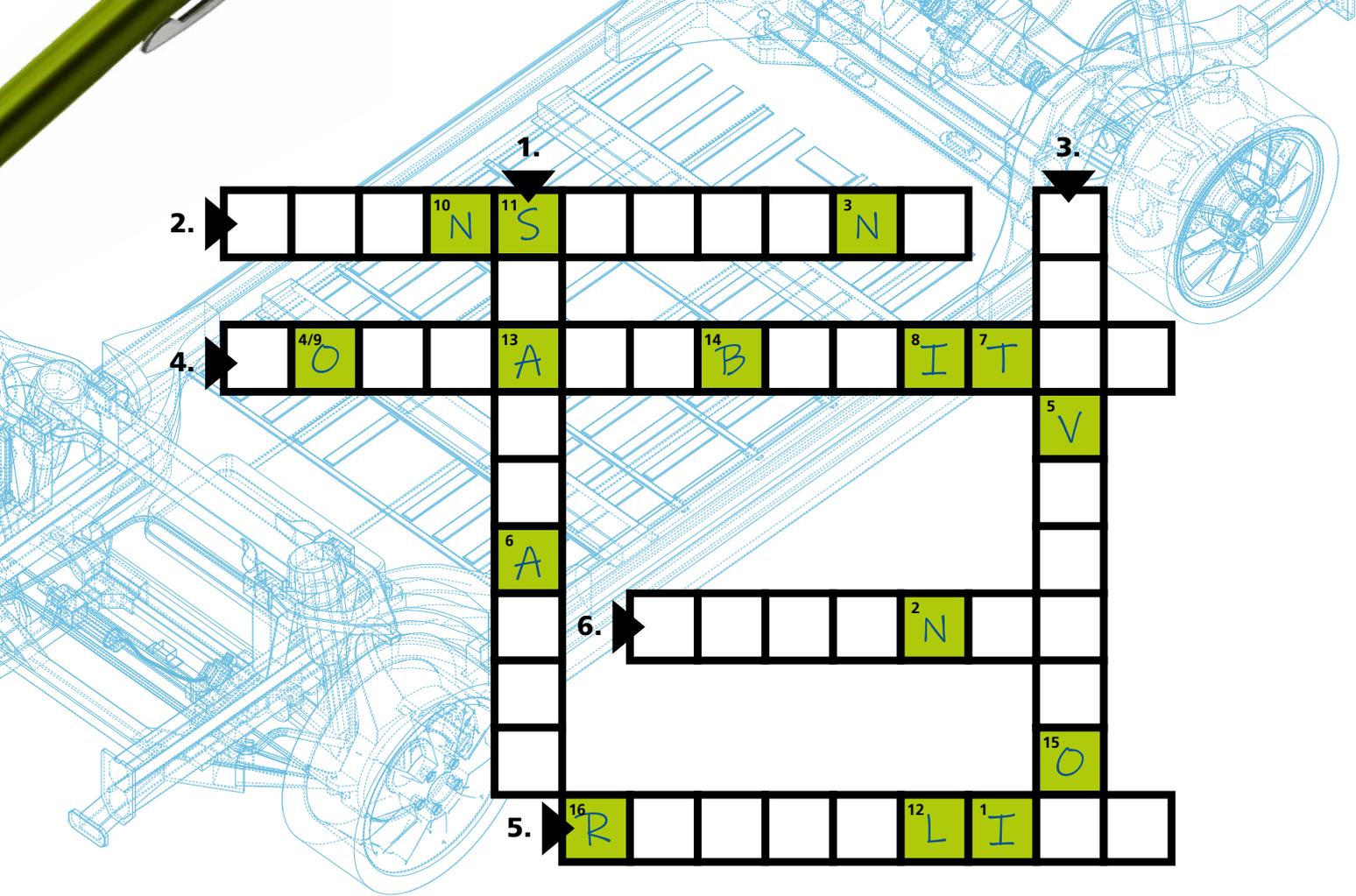
Wenn nun die Kommunikation rund um die Transportvorgänge durch die implementierten Standards gewährleistet ist, muss trotzdem noch die Transparenz der erzeugten Daten beachtet werden. Nicht nur ihre Verfügbarkeit spielt eine Rolle, auch die Aktualität und Validität muss klar geregelt

werden, um alle Prozesse sicher und effizient zu gestalten. Um dies entlang des gesamten Transportprozesses und für alle Akteure zu ermöglichen, wurde der digitale Batteriepass vom InnoLogBat entwickelt. Dieser stellt Informationen über Zustand, Herkunft und Sicherheit standardisiert und auf technisch möglichst einfache und zugängliche Weise dar. So werden vor allem auch kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) involviert, denen sonst Ressourcen und Zugänge zu diesen Daten fehlen.

3. ► **Maßnahmen, die in der Logistik ergriffen werden, um Störungen, Schäden oder Risiken bereits im Vorfeld zu vermeiden**

Eine der wohl größten Sorgen der E-Mobilität ist die Sicherheit der verwendeten Technologien. Lithium-Ionen-Batterien können potenziell gefährlich werden, wie zum Beispiel durch erhöhte Brandgefahr oder Freisetzung giftiger Gase, wenn Standardisierungsprozesse und Frühwarnsysteme nicht richtig eingesetzt werden. Eben dazu wurde ein System zur Prävention entwickelt, basierend auf realitätsnahen Szenarien und untermauert mit theoretischen Lektionen. Das Ziel ist, die Qualifikation der Mitarbeitenden so auszurichten, dass nicht nur die technischen und theoretischen Hintergründe vermittelt werden, sondern dass auf Notfallsituationen passend und schnell reagiert werden kann.

4. ► **Wie nennt man die Fähigkeit verschiedener Systeme oder Komponenten, nahtlos zusammenzuarbeiten?**



Von einer kleinen Knutschkugel über den schnellen Flitzer oder einen Kompaktwagen bis hin zum SUV – ein neues Auto auszusuchen, macht doch vor allem durch die riesige Auswahl so viel Spaß. Genauso vielfältig wie die Automodelle sind, sind allerdings auch die Batterietypen. Passend zum Auto variieren diese in Größe, Gewicht und Leistung. Diese Vielfalt erschwert allerdings das Vorhaben einer Kreislaufwirtschaft durch die eingeschränkte Kompatibilität der Batterien. Der entwickelte Lösungsansatz des InnoLogBat beruht auf einem Track-and-Trace-System: Durch die lückenlose Verfolgung während der gesamten Lebensdauer der Batterien und ein Anreizsystem für Rückführungen könnte der Recyclingprozess gefördert werden, bis schließlich ein geschlossener Kreislauf entsteht.

### 5. Ein anderes Wort für Wiederverwertung

»Design for Recycling« beschreibt ein Konzept, bei dem schon bei der Entwicklung an den Recyclingprozess gedacht wird. Um einen sich selbst speisenden Kreislauf zu entwickeln, muss schon beim Design neuer Batterietypen bedacht werden, sie so zu konstruieren, dass sie möglichst einfach zu demontieren und zu recyceln sind. An dieser Stelle kann der Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) helfen, Daten zu generieren und zukünftige Designs zu optimieren. Gerade die schnellen Entwicklungen rund um die verschiedenen Batterietypen erfordern kontinuierliche Marktanalysen, um mit den rasanten Entwicklungen mithalten zu können – gerade im Hinblick auf neue Technologien wie die Wasserstoffzellen oder die diversifizierte Zellchemie.

### 6. Welche Zeitform beschreibt das Futur?

In der Anfang 2025 abgeschlossenen Phase des Forschungsprojekts »Innovationslabor für Batterie-Logistik in der E-Mobilität« hat das Fraunhofer IML, gemeinsam mit der Universität Leipzig und dem Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut (HHI) sowie Remondis Industrie Service, Rhenus Automotive und Mercedes-Benz Energy, diese innovativen Logistikkonzepte für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft von Lithium-Ionen-Batterien entwickelt. Durch die schnelle Entwicklung dieser Branche müssen auch die Konzepte in Zukunft immer weiter angepasst werden. Eins steht aber schon fest: Das Lösungswort der zukünftigen Rätsel bleibt das Innovationslabor.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



#### Kontakt

Max Plotnikov | 0231 9743-405 |  
max.plotnikov@iml.fraunhofer.de

## Gleich zwei internationale Auszeichnungen für das Projektkonsortium »Digitales Testfeld Air Cargo«

Im Warenverkehr per Flugzeug gibt es noch Raum für Verbesserung, wie das Forschungsprojekt »Digitales Testfeld Air Cargo« (DTAC) zeigt. In dem Projekt entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler digitale Anwendungen für die Luftfrachtlogistik, die Transportketten effizienter machen. Die Forschenden arbeiten in der Umsetzung eng mit Flughäfen und Luftfrachtunternehmen zusammen. So lassen sich Lösungen rund um KI, Automatisierung und eCommerce-Integration oder der entwickelte Datenstandard ONE Record direkt vor Ort implementieren. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Digitales und Staatsmodernisierung (BMDS) mit einem Gesamtvolumen von über 18 Millionen Euro gefördert.

Im Februar 2025 wurde dem Konsortium des Forschungsprojekts im Rahmen der »air cargo Africa 2025« der »International Award for Excellence in Air Cargo« in der Kategorie »Innovative Logistics Solutions in Air Cargo of the Year« in Nairobi verliehen. Und der nächste Preis ließ nicht lang auf sich warten: Die »International Air Cargo Association« zeichnete das DTAC im Juni 2025 mit dem ersten Platz in der Kategorie »Start-up and Small Business« des »Air Cargo Sustainability Award« aus. Bewertet wurden unter anderem die Auswirkungen auf Gesellschaft und Industrie, eine einfache Umsetzung, der Innovationsgrad und der »Wow-Faktor«.



© STAT Media Group



© Fraunhofer IML

## Institutsleiterin Prof. Alice Kirchheim in Vorstand der Bundesvereinigung Logistik berufen

Prof. Dr.-Ing. Alice Kirchheim, Institutsleiterin am Fraunhofer IML und Inhaberin des Lehrstuhls für Förder- und Lagerwesen an der Technischen Universität Dortmund, wurde im Juni 2025 in den Vorstand der Bundesvereinigung Logistik (BVL) berufen. Mit ihrer Wahl setzt die BVL ein klares Zeichen für die strategische Bedeutung von Digitalisierung, Automatisierung und Künstlicher Intelligenz in der Logistik.

Als ausgewiesene Expertin für Automatisierung und digitale Transformation in der Intralogistik bringt Kirchheim umfassende Erfahrungen aus Wissenschaft und Industrie mit. Nach Stationen am Bremer Institut für Produktion und Logistik (BIBA) und in leitenden Positionen bei STILL und Dematic war sie Professorin an der Hochschule Aalen und der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg. Seit April 2024 ist sie Institutsleiterin am Fraunhofer IML und forscht unter anderem zu autonomen Systemen und KI-gestützter Logistik. Mit ihrer Berufung folgt Kirchheim als Vertreterin des Fraunhofer IML auf Prof. Dr. Dr. h. c. Michael ten Hompel, der das Institut von 2006 bis 2018 im BVL-Vorstand vertrat.

## ForestGuard-Tool unterstützt beim Nachweis entwaldungsfreier Lieferketten

Etwa ein Drittel der globalen Emissionen durch Entwaldung werden durch globalen Handel verursacht. Nach chinesischen verursachen EU-Importe dabei die größten Entwaldungsverluste. Deshalb muss nach neuer EU-Verordnung nachgewiesen werden, dass im Laufe der Lieferkette kein Waldgebiet zerstört wurde. Doch den entsprechenden Nachweis zu führen, kann kompliziert sein.

Hier kommt ein Tool des Fraunhofer IML ins Spiel: Anfang 2025 haben Forschende des Instituts das ForestGuard-Tool für entwaldungsfreie Lieferketten veröffentlicht. Die Open-Source-Software ist vor allem als Unterstützung für kleinbäuerliche Produzenten entwickelt worden, die die Entwaldungsfreiheit nach EU-Verordnung Nr. 1115/2023 für entwaldungsfreie Lieferketten (EUDR) nachweisen müssen. Das Projekt wurde durch das Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMUKN) gefördert und am Beispiel einer Kaffeelieferkette umgesetzt. Seit der Veröffentlichung ist ForestGuard kostenfrei zugänglich und nicht auf Entwaldungsfreiheit beschränkt. Für alle Anwendungen, in denen eine verlässliche Informationsbasis und Nachweisführung essenziell sind, steht das Tool zur Verfügung. Es ermöglicht die Stamm- und Prozessdatenerfassung relevanter Stakeholder, bietet Funktionen zur Nachweisführung, der Datenvisualisierung und dem Datenexport.



© Fraunhofer IML

## Forschungsprojekt FlexRailUnit auf dem Weg zu flexiblen Gütertransporteinheiten

Das Fraunhofer IML und die Wecon GmbH aus Ascheberg haben gemeinsam das Forschungs- und Entwicklungsprojekt FlexRailUnit ins Leben gerufen. Im Rahmen des Projekts wollen die Partner modulare Ladeeinheiten für Containertragwagen entwickeln, die gleichzeitig das Bahn-Lichttraumprofil maximal ausnutzen und eine einfache Entkopplung ermöglichen. Für Akteure entlang der Lieferkette ergeben sich daraus diverse Vorteile: Verlader können kürzere Ladegleise nutzen und gleichzeitig höhere Lasten auf bestehender Infrastruktur bewegen. Wagenvermieter können ihre Tragwagen besser auslasten und könnten dadurch Erlöse steigern. Industriebetriebe mit Gleisanschluss können durch die flexiblen Einheiten schnell und unkompliziert auf wechselnde logistische Anforderungen eingehen.

Das Fraunhofer IML begleitet die Entwicklung und den Bau der Prototypen durch die Wecon GmbH wissenschaftlich und erarbeitet ein vereinfachtes Zulassungskonzept. Aus FlexRailUnit sollen zwei getestete Prototypen, ein Testschema für die vereinfachte Bahnzulassung sowie wissenschaftliche Publikationen entstehen. Die modulare Trennung von Tragwagen und Lastenträgern sowie ein schnelleres Zulassungsverfahren beschleunigen nicht nur den Warentransport, sondern auch die Innovation.



© Björn Wylezich – stock.adobe.com

## Wettbewerbsfähigkeit von Robotern durch internationale Zusammenarbeit steigern

Gemeinsam mit dem südkoreanischen Daegu Mechatronics & Materials Institute (DMI) wird das Fraunhofer IML daran arbeiten, die globale Wettbewerbsfähigkeit der KI-Robotik-Branche in beiden Ländern zu verbessern. Die Zusammenarbeit zielt vor allem auf die Weiterentwicklung von KI-basiertem Videolernen ab, was die Fähigkeit von Robotern verbessern soll, Objekte korrekt zu erkennen und zu klassifizieren. Das stellt häufig eine große technische Herausforderung dar, ist aber unter anderem für autonome Fahrzeuge unerlässlich. Die Absichtserklärung wurde im März unterzeichnet.

Die Erklärung ist Kernbestandteil der »Daegu AI Robotics Global Innovation Special Zone«. Dabei handelt es sich um einen Innovationsbezirk, in dem neue Technologien getestet werden können. Erlaubt sind hier unter anderem Testläufe von autonomen Robotern auf öffentlichen Wegen sowie die Verarbeitung personenbezogener Bilddaten.

Die Herangehensweise der koreanischen Partner ermöglicht es dem Fraunhofer IML, technologische Entwicklungen schnell und mit geringem administrativem Aufwand zu implementieren und zu testen. Daegu erhofft sich mit dem Aufbau der Innovationszone, ein wichtiger Knotenpunkt für die zukünftige Forschung und Entwicklung in der KI-Robotik zu werden.



© Fraunhofer IML



© Fraunhofer IML

## Mit Pal2Rec erhalten Paletten die Anerkennung, die sie verdienen

Paletten können mehr, als nur Produkte zu tragen: Dank Pal2Rec (Pallet to Recognition) könnten sie bald für mehr Transparenz und Effizienz in der Logistik sorgen. Erste Ergebnisse des Forschungsprojekts zeigen, wie Sensoren an Paletten die nötigen Daten liefern, um Schwachstellen zu erkennen und Prozesse zu optimieren. Die Sensoren, die an den Paletten befestigt werden, zeichnen Bewegungen, Stöße und Kippvorgänge entlang der Lieferkette auf. Die so gewonnenen Daten dienen dem Training einer Künstlichen Intelligenz, die daraus ein Aktivitätsprofil erstellt und logistische Vorgänge wie Beladen oder Einlagern automatisiert zuordnet.

Unternehmen können auf Basis dieser Analysen gezielt Schwachstellen identifizieren und Prozesse optimieren. Ein weiterer Anwendungsbereich ist die vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance), mit der sich potenzielle Schäden frühzeitig erkennen lassen. In einer Machbarkeitsstudie testete das Projektteam verschiedene Sensoren und stellte fest, dass auch kostengünstige Modelle geeignete Ergebnisse liefern. Das bedeutet, dass die Implementation von Pal2Rec nicht einmal kostspielig sein muss. Im Rahmen der mFUND-Initiative vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) wurde das im Februar 2025 abgeschlossene Projekt mit rund 180 000 Euro gefördert.

## »Mobile Robots in Production: Mesh-Up« auf der automatica

Auf der automatica 2025 hat der Showcase »Mobile Robots in Production: Mesh-Up« gezeigt, wie mobile Roboter verschiedener Hersteller mithilfe der offenen Schnittstelle VDA 5050 in einer zentral gesteuerten Flotte zusammenarbeiten können. Zehn Roboter übernahmen auf einer nachgestellten Produktionsfläche Transport-, Übergabe- und Reinigungsaufgaben, gesteuert über eine einheitliche Leitsteuerung. Die realitätsnahe Umgebung mit Lager-, Maschinen- und Handarbeitsstationen bot ein praxisnahes Szenario für die automatisierte Produktionslogistik.

Auch das Fraunhofer IML war mit von der Partie: Es präsentierte erstmals Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt M2X, das gemeinsam mit der TU Dortmund durchgeführt wird. M2X erweitert die Interoperabilität mobiler Robotik um standardisierte Schnittstellen für die Kommunikation mit Peripheriegeräten, Maschinen und Anlagen. Ziel ist es, die Integration heterogener Robotersysteme zu vereinfachen und die technische Einstiegshürde für Unternehmen zu senken. Die Live-Demo zeigte die direkte Kommunikation eines Fraunhofer-IML-Roboters mit einer aktiven Station. So wurde sichtbar, wie offene Standards wie VDA 5050 und M2X eine flexible, zukunftsfähige Produktionslogistik ermöglichen und die Grundlage für skalierbare Automatisierungslösungen schaffen.



© VDMA



© Fraunhofer IML

## 7. Textillogistikforum am Fraunhofer IML

Im Juli 2025 fand in Dortmund bereits zum siebten Mal das Textillogistik-Forum statt, veranstaltet vom Center Textillogistik der Hochschule Niederrhein in Mönchengladbach (CTL) und dem Fraunhofer IML. Die Logistik spielt eine zentrale Rolle in der Textilbranche: von der Rohstoffbeschaffung über Produktion und Verteilung bis hin zum Recycling. Gerade vor dem Hintergrund von Nachhaltigkeitsbestrebungen sind neue Erkenntnisse und Innovationen daher essenziell. Das Textillogistik-Forum stärkt den regelmäßigen fachlichen Austausch zwischen Expertinnen und Experten der Textil- und Logistikbranche. Das diesjährige Programm bot praxisnahe Vorträge, Führungen sowie Raum für Networking. Im Fokus standen nachhaltige City-Logistik, Kreislaufwirtschaft, innovative Sortiertechnologien und Recyclingpotenziale für Textilien sowie politische und technologische Entwicklungen in der Textillogistik.

Vorgestellt wurden unter anderem die Projekte »Smart to POS« für eine nachhaltige City-Logistik, ReFi(b)re zum Recycling von Hochleistungsfasern in Schutzkleidung und CircWool, das sich mit der Rückführung voll Wollfasern in den Recycling-Kreislauf befasst.

# Literaturtipps

## Innovative Lösungen für die Batterielogistik in der E-Mobilität

Die Nachfrage nach Elektromobilität steigt weltweit rasant an. Neben den zahlreichen Chancen gibt es auch Herausforderungen: Viele Fragen zur Handhabung der Batterien für E-Fahrzeuge sind noch offen. Mit seinem Abschlussbericht legt das »Innovationslabor für Batterie-Logistik in der E-Mobilität« (siehe auch S. 52) erstmals umfassende konzeptionelle und technologische Ansätze für eine sichere und ressourcenschonende Batterielogistik vor, die den gesamten Lebenszyklus von Batterien mit Blick auf eine Circular Economy abdeckt. Die Ausführungen richten sich an Handelnde aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik im Feld der Elektromobilität. Das Innovationslabor will sie für die bevorstehenden Aufgaben sensibilisieren und ihnen Lösungen aufzeigen.



## Die Potenziale digitaler Plattformen erfolgreich nutzen

Auch im B2B-Bereich können digitale Plattformen Kosten senken und Abläufe vereinfachen. Drei Veröffentlichungen, die im Rahmen des Forschungsprojekts »Silicon Economy« (siehe auch S. 14) entwickelt wurden, bieten praxisnahe Einblicke in die Integration von Open-Source-Komponenten. Die »Silicon Economy Integration Guideline« gibt einen Überblick über die Ergebnisse des Forschungsprojekts. Der »Katalog Logistischer Standardfunktionen« unterstützt Unternehmen in den Grundlagen logistischer Prozesse und der Report »B2B Plattform Economy Reference Architecture Concept« erklärt die geeignete Architektur, um B2B-Plattformen in der Silicon Economy umzusetzen.



**LOGISTIK**entdecken  
des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund #23



Topthema:  
**SIMULATIONSBASIERTE**  
Wie sich ... in einem Kontinu...

**LOGISTIK**entdecken  
Magazin des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund #25



**INDUSTRIATION**  
**ECONOMY**

**LOGISTIK**entdecken  
des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund #24



# LOGISTIKentdecken

Sie möchten bei unseren Enterprise Labs und weiteren spannenden Themen aus **unserer Forschung** immer auf dem **neuesten Stand** bleiben? Dann **abonnieren Sie jetzt kostenlos unser Institutsmagazin »Logistik entdecken«** als PDF oder per Post:

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

**LOGISTIK**entdecken  
des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund #13

**NETWORKING**  
Mach...

