

LOGISTIKentdecken

Magazin des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund

#25



Topthema:

INDUSTRIAL AI

Künstliche Intelligenz auf dem Weg vom Hype in die Praxis

The background image shows a modern, multi-story building with a white facade and large windows. A large, leafy green tree is in the foreground on the left side. The sky is clear and blue.

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,
Alia Khaddour, Annemarie Zertisch,
Leonie Klingberg

Fotos

Sebastian Beierle, Vinzenz Neugebauer,
Michael Neuhaus
Fraunhofer IML, Dortmund
Adobe Stock, www.adobestock.com
weitere siehe jeweiligen Bildhinweis

Satz und Layout

Anna Tekath,
Vinzenz Neugebauer

Druck und Verarbeitung

Druckhaus Dülmen Betz Vertriebs
GmbH, Dülmen

Liebe Freunde der Logistik,

Künstliche Intelligenz (KI) hält mehr und mehr Einzug in unseren Alltag – und auch aus der logistischen Praxis ist sie kaum mehr wegzudenken. Innovationen, die viele Jahre Theorie oder eine Vorausschau auf die Zukunft waren, stehen nun an der Schwelle zur industriellen Anwendung – oder sind längst dort angekommen. Auch das Fraunhofer IML ist an zahlreichen Entwicklungen in diesem Bereich beteiligt. Darum wollen wir Ihnen in dieser Ausgabe zeigen, wie Künstliche Intelligenz (aus Dortmund heraus) die Praxis erobert: als Robotik-Entwicklungen, als Enabler für neue Geschäftsmodelle, als Optimierungshilfe in der Verkehrslogistik.

Die Logistik gilt als die Disziplin, in der solche neuen Technologien als Erstes durchbrechen. Das betont auch unsere Institutsleitung im großen Interview in der Titelgeschichte dieser Ausgabe (S. 6). Nun gelte es, für diese Technologien noch stärker neue Geschäftsmodelle entlang von Supply Chains zu entwickeln und aus dem ersten Hype heraus – z. B. um große Sprachmodelle – konkrete Anwendungen für die Industrie zu entwickeln. Außerdem sprechen unsere Institutsleitenden Prof. Alice Kirchheim, Prof. Michael Henke und Prof. Uwe Clausen über die Entwicklung und die Zukunft der angewandten Logistikforschung – und über die gesellschaftliche Dimension Künstlicher Intelligenz.

Zudem geben wir Ihnen in dieser Ausgabe Einblicke in Praxistests von KI-basierten Entwicklungen vom Rollfeld eines Flughafens (S. 46) bis zum Einsatz im Krankenhaus (S. 52). Ein weiterer Schwerpunkt der Forschung unseres Instituts ist nach wie vor die Blockchain-Technologie, die vor allem in Verbindung mit KI erst eindrucksvoll ihr volles Potenzial entfaltet und zu der in den vergangenen Monaten mehrere vielversprechende neue Projekte gestartet sind (S. 36, S. 40 sowie im Interview mit unserer Institutsleitung). Außerdem halten wir auch Neues zu wichtigen Dauerbrenner-Themen der Logistik für Sie parat: von der Ergonomie (S. 24) über Innovationen in der Verpackungslogistik (S. 26) bis zur geräuscharmen Logistik (S. 50).



Bettina von Janczewski
Teamleiterin Presse und Medien
Fraunhofer IML



Julian Jakubiak
Pressesprecher
Fraunhofer IML

Darüber hinaus brechen unsere preisgekrönten Fraunhofer Enterprise Labs zu neuen Ufern auf: In sogenannten »Open Labs« können künftig mehrere Unternehmen gemeinsam mit dem Fraunhofer IML an ihrer Zukunft arbeiten (S. 16). Damit ermöglicht unser Institut vor allem auch kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) den Zugang zu seiner Forschungsinfrastruktur. Und auch bei der gemeinsamen Forschung mit unseren langjährigen Enterprise-Lab-Partnern gibt es immer wieder Neues zu berichten – in dieser Ausgabe über unsere Erfolgsgeschichte mit der Rhenus SE & Co. KG, die seit 2017 bei uns in Dortmund an Bord ist (S. 18).

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

Ihr Redaktionsteam »Logistik entdecken«



06

TOPTHEMA: DIE NEUE INSTITUTSLEITUNG
IM GESPRÄCH ÜBER KI UND LOGISTIK



12

REALITÄT VS.
SIMULATION



16

OPEN
LABS



22

AGV
MESH-UP



34

HÜRDEN DER
KI-EINFÜHRUNG



46

DIGITALES
TESTFELD AIR
CARGO

Inhalt

Logistik entdecken #25

ALLGEMEINES

- 02 Impressum
- 03 Vorwort
- 56 Notizen und Literaturtipps

TOPTHEMA

- 06 Interview: Die neue Institutsleitung im Gespräch über KI und Logistik

WISSENSVORSPRUNG FÜR DIE LOGISTIK

- 12 Künstliche Intelligenz als Schülerin für die Realität
- 14 Deus ex machina – KI zu Ende gedacht

ENTERPRISE LABS

- 16 Open Lab + Open Source = Mehrwert für alle
- 18 Volle Kraft voraus in Richtung Zukunft

INTRALOGISTIK

- 22 Kommunikationsprobleme adieu
- 24 Wie Superkräfte, nur besser
- 26 Auf Biegen und Brechen – Verpackungslabor 2.0
- 30 Ein Hauch von »Dolce Vita«
- 32 Das Netz, aus dem die Träume sind

LOGISTIKMANAGEMENT

- 34 Hürden bei der KI-Einführung mit Schwung meistern
- 36 Blockchain für entwaldungsfreie Lieferketten
- 40 Grün, grün, grün sind alle meine Moleküle
- 42 Was haben Menschen und Maschinen gemeinsam? Richtig, die Empathie!

MOBILITÄT UND UMWELT

- 44 KI macht die Verkehrslogistik flott
- 46 »Digitales Testfeld Air Cargo« hebt Luftfrachtabfertigung auf die nächste Stufe
- 50 Geräuscharme Logistik gegen den Verkehrsinfarkt in Städten
- 52 Gamechanger für die Krankenhauslogistik



v. l. n. r.: Prof. Uwe Clausen (Bereich Logistik, Verkehr und Umwelt), Prof. Alice Kirchheim (Bereich Materialflusssysteme) und Prof. Michael Henke (Bereich Unternehmenslogistik)

Interview

»Wenn es um **KI und Blockchain** geht, soll bald auch außerhalb der Logistik **niemand mehr an Dortmund vorbeikommen**«

Seit April 2024 liegen die Geschicke des Fraunhofer IML in den Händen einer neu aufgestellten Institutsleitung. Im Interview mit »Logistik entdecken« sprechen die drei Institutsleitenden Alice Kirchheim, Michael Henke und Uwe Clausen über die Entwicklung und die Zukunft der angewandten Logistikforschung – und wagen einen Ausblick, wie die Logistik und wir als Gesellschaft von einem breiten Einsatz Künstlicher Intelligenz profitieren werden.

Frau Prof. Kirchheim, Sie haben nun Ihre ersten Monate als neue Institutsleiterin hinter sich. Wie ist Ihr erster Eindruck vom Fraunhofer IML und dem Standort Dortmund?

Kirchheim: Ich fühle mich sehr wohl und kann das mit dem Gedanken »Gekommen, um zu bleiben« zusammenfassen. In der Vergangenheit habe ich von außen das Fraunhofer IML immer als eine lebendige Organisation mit engagierten und begeisterungsfähigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wahrgenommen. Dieser Eindruck hat sich von innen bestätigt und genau das hatte ich erhofft, denn in so einem Umfeld arbeite ich sehr gerne. Das Fraunhofer IML hat in den letzten Jahrzehnten den Logistik-Standort Dortmund maßgeblich geprägt. Es ist hier ein Ökosystem aus Initiativen, Projekten, Unternehmen und Start-ups entstanden, viele von ihnen haben zumindest teilweise Büros in der direkten Nachbarschaft zum Fraunhofer IML. Zu diesem Standort gehört natürlich auch die TU Dortmund. Hier wurde vor über zwei Jahrzehnten der erste Logistik-Studiengang in Deutschland aufgebaut und hier forschen mehrere Lehrstühle an logistischen Themen. In Kürze: Besser geht es nicht.

Ich persönlich lerne Dortmund und das gesamte Ruhrgebiet erst kennen, die Stadt und die gesamte Region bieten kulturell und landschaftlich sehr viel Abwechslung. Es ist die richtige Entscheidung gewesen, gleich hierher zu ziehen, und letztlich ist es mit der Bahn auch nur ein Katzensprung in meine Heimatstadt Hamburg.

Was hat für Sie den Reiz ausgemacht, von der eher grundlagenorientierten Universitätsforschung an ein Fraunhofer-Institut zu wechseln, wo die angewandte Forschung stark im Fokus steht?

Kirchheim: Nach meinem Studium habe ich an Universitäten, Hochschulen für Angewandte Wissenschaften, in der Industrie und freiberuflich gearbeitet. Immer im Kontext der Intralogistik. Die Art und Weise, wie der Umgang miteinander ist und gearbeitet wird, unterscheidet sich sehr. Ich habe mich überall wohl gefühlt und überall hat etwas gefehlt. Hier am Fraunhofer IML in Kombination mit meinem Lehrstuhl an der TU Dortmund verbindet sich das Gute aus allen Welten. Insofern fühle ich mich nicht so, als würde ich von der grundlagenorientierten Universität in die angewandte Forschung wechseln. Aber eins stimmt natürlich: Schon meine Stelle als wissenschaftliche Mitarbeiterin in Bremen habe ich mir anwendungsbezogen gesucht und ... in der Logistik gefunden.

Herr Prof. Henke und Herr Prof. Clausen, Sie schauen bereits auf viele Jahre am Fraunhofer IML zurück. Was ist heute anders als zu Ihrem Start? Wie hat sich die Logistikforschung seither verändert?

Henke: In den letzten elf Jahren seit meinem Start in Dortmund hat sich die Forschung in Logistik und Supply Chain Management – nicht zuletzt unter dem Einfluss der

teilweise disruptiven Veränderungen in Wirtschaft und Gesellschaft der letzten Jahre, aber auch wegen des Durchbruchs neuer Technologien wie KI – enorm weiterentwickelt. Insofern ist das Ökosystem am Wissenschaftsstandort Dortmund noch deutlich breiter und vielfältiger geworden, als es 2013 ohnehin schon war.

Gleichgeblieben sind glücklicherweise zwei Dinge: 1. Wir haben und verfolgen in Ruhe einen strategischen Plan, der noch weit in die Zukunft reicht; 2. Die Logistik ist immer wieder die Disziplin, in der neue Technologien als Erstes durchbrechen. In Zukunft wollen wir noch stärker für diese Technologien neue Geschäftsmodelle entlang von Supply Chains entwickeln.

»Die Logistik ist immer wieder die Disziplin, in der neue Technologien als Erstes durchbrechen. In Zukunft wollen wir noch stärker für diese Technologien neue Geschäftsmodelle entlang von Supply Chains entwickeln«

Univ.-Prof. Dr. habil. Dr. h. c. Michael Henke

Clausen: In den über 23 Jahren, in denen ich jetzt Institutsleiter am Fraunhofer IML sein darf, hat sich viel verändert. Damals hatte der Online-Handel gerade erst begonnen, heute hat er in (fast) allen Warenkategorien Bedeutung und wir stellen uns der Frage, wie im Sinne von »Unified Commerce« die kanalübergreifende Koordination von Distributionsprozessen in Echtzeit gesteuert werden kann.

Damals war vom Internet der Dinge noch nicht die Rede, heute sehen wir, wie viele Aspekte des Konzepts in realen Logistiksystemen funktionieren.

Damals haben wir gesagt, dass auch die ökologische Bewertung wichtig ist, heute wissen wir viel besser, wie wir das operativ machen, haben an der ISO 14083 mitgearbeitet und treiben die Transformation zu einer treibhausgasarmen Logistik voran.

Damals hatten wir die Grundlagen von DISMOD geschaffen und schon eine Reihe von Projekten in Industrie und Handel realisiert, aber heute ist diese Software der Verkehrslogistik webbasiert verfügbar, mit multimodalen Features verbessert und mit 300 Projekten sowie fünf lizenzierten Anwendungen die wahrscheinlich erfolgreichste des Fraunhofer IML.

Von KI war zwar in der Wissenschaft schon damals die Rede, aber erst heute können wir das Potenzial wirklich nutzen und breit in die Anwendung bringen. Auch die interdisziplinäre



Prof. Dr.-Ing. Alice Kirchheim

Zusammenarbeit und agile Arbeitsformen haben eine stärkere Bedeutung und bringen uns neue Chancen.

Was wahrscheinlich immer bleiben wird, sind die Anforderungen, besten Logistik-Service bei günstigstem Einsatz von Ressourcen zu ermöglichen, aber das (berechtigte!) Selbstbewusstsein der Logistik hat zugenommen. Durch die Orchestrierung von Waren- und Informationsflüssen leistet die Logistik wichtige Beiträge zum Erfolg von Unternehmen und Volkswirtschaften. Das gilt ganz allgemein, aber als Institut konnten wir über die letzten zwei Jahrzehnte dazu viel beitragen.

»Das (berechtigte!) Selbstbewusstsein der Logistik hat zugenommen. Durch die Orchestrierung von Waren- und Informationsflüssen leistet die Logistik wichtige Beiträge zum Erfolg von Unternehmen und Volkswirtschaften«

Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen

Frau Prof. Kirchheim, Sie haben die Nachfolge von Prof. Michael ten Hompel angetreten, der das Institut über 20 Jahre lang geprägt hat. Auf welche Themen werden Sie den Fokus Ihrer Forschung legen und möchten Sie auch neue Schwerpunkte am Institut und am Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen setzen?

Kirchheim: Sie haben es schon gesagt. Prof. Michael ten Hompel hat die Intralogistik in den letzten Jahrzehnten maßgeblich geprägt und mit seinem Engagement hier am Fraunhofer IML mit seinen Kollegen und allen Mitarbei-

terinnen und Mitarbeitern einen großen Beitrag zu dem Ökosystem geleistet. Außerdem hat er mit seiner ganzheitlichen und visionären Sichtweise Themen und Begriffe wie das Internet der Dinge, die simulationsbasierte KI und das Digitale Kontinuum vorangetrieben. Insofern hatte ich das große persönliche Glück, die Institutsleitung für einen sehr gut gewachsenen und laufenden Bereich zu übernehmen. Für mich geht damit aber auch einher erstmal anzukommen, denn für mich gilt »never change a running system«. Mein kurzes Zwischenresümee nach knapp 100 Tagen am Fraunhofer IML ist, dass wir mit den richtigen Themen unterwegs sind. Gerade in den Bereichen mobile Robotik und Künstliche Intelligenz werden wir auch weiterhin unterwegs sein. Sehr aktuell ist die Forschung über die Anwendung von großen Sprachmodellen für den Einsatz in der Industrie. Aber auch da haben die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter schon erste Projekte mit unseren Partnern in der Umsetzung. Genau dasselbe gilt für den Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen, an dem Dr. Moritz Roidl seit vielen Jahren einen wesentlichen Beitrag für die inhaltliche Gestaltung leistet. Mir ist es wichtig, das Fraunhofer IML und den Lehrstuhl weiterhin eng zu vernetzen, denn aus der grundlagenorientierten Forschung entstehen relevante Themen für die angewandte Forschung und daraus wiederum der Transfer in die Industrie.

Parallel dazu werden wir aktiv neue Themen bearbeiten und in unsere Forschungsagenda übernehmen.

Welche Themen werden Ihre Institutsbereiche Materialflusssysteme, Unternehmenslogistik und Logistik, Verkehr und Umwelt bzw. die dazugehörige Forschung in den kommenden Jahren prägen?

Kirchheim: In vielen hochperformanten intralogistischen Systemen befinden sich heute kilometerweise Stetigförderer und je nach Anwendung auch große Sorter. Diese Anlagen sind unflexibel. Sie haben lange Installationszeiten, sind aufwendig in der Wartung und Instandhaltung und sind dazu auch nur mit großem Aufwand an andere Gegebenheiten anpassbar. Autonome mobile Roboter hingegen sind flexibel und haben die eben genannten Nachteile nicht. Sie sind für intralogistische Transportaufgaben die Zukunft. Wir haben mit dem LoadRunner, dem evoBOT und mit O³dyn in den letzten Jahren einen großen Schritt in die Forschung und Entwicklung von mobilen Robotern für die Logistik der Zukunft gemacht. Hier gilt es, am Ball zu bleiben. Am Horizont dessen, was in der Zukunft passieren wird, sind außerdem bereits die humanoiden Roboter zu sehen. In den letzten Monaten gab es einige Pressemitteilungen von großen Konzernen, die Kooperationen mit Unternehmen eingegangen sind bzw. auch erste Tests in der Produktion und Logistik machen werden. Und eins ist klar: Ein großes Anwendungsfeld für humanoide Roboter wird die Logistik sein. Und in allen diesen Entwicklungen steckt Künstliche Intelligenz.

»Ein großes Anwendungsfeld für humanoide Roboter wird die Logistik sein«

Prof. Dr.-Ing. Alice Kirchheim

Aber ich möchte ergänzen, dass wir hier am Fraunhofer IML nicht nur an immer neuen Trends und Themen arbeiten. Bei uns arbeiten auch sehr viele Menschen an spannenden Dauerbrennerthemen. Hierzu gehören zum Beispiel nachhaltige Verpackungen, ergonomische Arbeitsplätze durch den Einsatz von Assistenzsystemen, unsere »warehouse logistics«-Platt-

form und weiterhin die Digitalisierung durch die Schaffung von durchgängigen Informationsprozessen in der Logistik.

Henke: Die Unternehmenslogistik wird sich immer mehr zum Supply Chain Management entwickeln, in dem Material-, Informations- und Finanzfluss tatsächlich geschlossen sind. So entwickeln wir gerade in Industrieforschungsprojekten die Grundlagen für ein finanzielles und grünes Gehirn von Digitalen Zwillingen. Auf diese Weise können zukünftig die Simulationen im virtuellen Raum nicht nur auf Basis von physischen Daten, sondern auch mithilfe von Finanzdaten durchgeführt werden. Die Optimierungen werden dadurch vom Rohstofflieferanten bis zu den Endkundinnen und -kunden verbessert, in Echtzeit. Dies ist dann auch die Grundlage für eine echte zirkuläre Wertschöpfung, an der wir alle gemeinsam und interdisziplinär arbeiten müssen, um den Klimawandel aufzuhalten.

»Geschlossene Material-, Informations- und Finanzflüsse sind die Grundlage für eine echte zirkuläre Wertschöpfung, an der wir alle gemeinsam und interdisziplinär arbeiten müssen, um den Klimawandel aufzuhalten«

Univ.-Prof. Dr. habil. Dr. h. c. Michael Henke



Univ.-Prof. Dr. habil.
Dr. h. c. Michael Henke



Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen

Damit bewegen wir uns immer weiter hinein ins digitale Kontinuum, dessen Ökosystem die Silicon Economy bereitstellt und wofür wir alle Technologien in Händen halten. Diese Technologien kommen immer mehr auf dem Shopfloor von Unternehmen zum Einsatz, während sie auf dem Topfloor oft noch nicht als Entscheidungsgrundlage z. B. für das Finanzressort herangezogen werden. Das muss und wird sich ändern, wenn in Zukunft die Idee einer zirkulären Wertschöpfung realisiert werden soll. Im Sinne eines zirkulären Supply Chain Management können dann Nachhaltigkeitsthemen genauso wie Resilienzthemen adressiert werden. Dafür ist es zwingend notwendig, dass die vorhandene Technologie um das für deren Einsatz weiterentwickelte Management komplementär ergänzt wird, im besten Sinne des Technologiemanagements.

Wir entwickeln am Wissenschaftsstandort Dortmund das Technologiemanagement weiter, indem neue Technologien in das Supply Chain Management integriert und dabei in ihrer Konvergenz zusammengebracht werden. Dabei gehen wir weiter als die bisherigen Ansätze zur digitalen Transformation und nehmen Wertschöpfungsnetzwerke insgesamt in den Blick. Die betriebswirtschaftliche Operationalisierung von neuesten Technologien ist eng mit deren ökonomischer Betrachtung und Bewertung verbunden.

Damit sind nur einige Themen angesprochen, die die Forschung in Unternehmenslogistik und Supply Chain Management der nächsten Jahre prägen werden.

Clausen: Logistik ist mehr als Transport, aber Logistik wird ohne den Güterverkehr nie auskommen. Wir erarbeiten in unseren Projekten und mit unseren Kundinnen und Kunden innovative Lösungen, um die Strukturen und Abläufe der Verkehrslogistik hinsichtlich ihrer Effizienz, Nachhaltigkeit und Anpassungsfähig-

keit stetig zu verbessern. Dabei spielen seit Jahren die Digitalisierung und das Ziel der Nachhaltigkeit eine wesentliche Rolle. Wir erkennen und nutzen das Potenzial von Künstlicher Intelligenz und Maschinellem Lernen. Wir sehen ein starkes Interesse an multimodalen Logistiklösungen. Mit dem Ziel, Logistik und Verkehr nachhaltiger zu gestalten, geht es in vielen Forschungsprojekten jetzt und in absehbarer Zukunft um den Einsatz von Elektrofahrzeugen zur Reduzierung von CO₂-Emissionen und um alternative Kraftstoffe. Effiziente Lösungen für die Lieferung auf der letzten Meile, nicht nur, aber oft in städtischen Gebieten, und das Ziel einer lärmarmen Logistik sind weitere wichtige Themen. Dabei werden die Rolle des Menschen in seiner Funktion in transportlogistischen Prozessen, ein gutes Verständnis von Mensch-System-Interaktionen und die Anpassungsfähigkeit von Logistiksystemen von großer Bedeutung sein.

Künstliche Intelligenz ist derzeit in aller Munde. Welchen Einfluss wird sie in den kommenden Jahren auf Ihren jeweiligen Institutsbereich haben und wie werden wir als Gesellschaft davon profitieren?

Henke: KI hat einen riesigen Einfluss auf Logistik im Allgemeinen und die Unternehmenslogistik im Besonderen. Large Language Models und Foundation Models werden zukünftig auch verstärkt entlang von Supply Chains eingesetzt, um diese besser als jemals zuvor managen zu können – sei es bei der Bedarfsprognose oder beim Risikomanagement, sodass wir z. B. sicher sein können, dass der morgens frisch aufgebrühte Kaffee tatsächlich aus nachhaltigem Anbau stammt.

Bei welchem Einsatzgebiet von KI auch immer – es wird auch zukünftig darum gehen, Technologien miteinander zu verbinden und neue Geschäftsmodelle abzuleiten.

Wir starten beispielsweise mit SKALA gerade ein großes, vom BMDV gefördertes Projekt, in dem skalierbare KI- und Blockchain-Lösungen zur Automatisierung und Autonomisierung in Wertschöpfungsnetzwerken entwickelt werden. Deren Einsatz ist hier deshalb so herausfordernd, weil eine Vielzahl wirtschaftlich unabhängiger Partner Daten, Güter und Werte austauschen, die einander nicht notwendigerweise vertrauen. Das Heben des Potenzials von KI setzt Transparenz und Datensouveränität voraus, die durch die Blockchain-Technologie realisiert werden können.

Die KI- und Blockchain-Komponenten, die in SKALA in Form von Softwarebausteinen, KI-Modellen, Smart Contracts und Adaptern zur Anbindung von Drittsystemen als Open Source entwickelt werden, bieten die einzigartige Möglichkeit, schnell und effizient De-facto-Standards für eine Technologiekonvergenz zu schaffen und zu verbreiten, wie es für einzelne Unternehmen nicht möglich wäre.

Clausen: Die KI hat in den letzten Jahren eine enorme Entwicklung genommen und durchdringt immer mehr Bereiche unseres Alltags und des Wirtschaftslebens. Sie kann uns helfen, repetitive Aufgaben automatisiert erledigen zu lassen. Sie führt schon heute zu mehr und besser personalisierter Information, kann Routenempfehlungen oder Gerätesteuerungen – von Logistikanlagen bis zu Smarthome-Anwendungen – verbessern helfen. Für die Analyse großer Datenmengen bietet sie ganz neue Möglichkeiten, und auch das Potenzial im kreativen Bereich (Text, Bild oder Video) ist beeindruckend.

Wenn wir in der Verkehrslogistik z. B. Bilder und große Datenmengen effizient analysieren, dann wird das helfen, Betriebsabläufe und Planungsentscheidungen zu verbessern. In der maritimen Logistik koppeln wir erfolgreich Spracherkennung und Funkortung auf See. Im Healthcare-Bereich kann die Diagnosequalität verbessert und hoffentlich auch die nötige Dokumentation von Therapie und Pflege effizienter erfolgen. In all diesen Bereichen arbeiten wir als Fraunhofer IML am Puls der Zeit und schaffen durch Innovationen Werte für unsere Partner in Industrie-, Handels- und Dienstleistungsunternehmen.

Kirchheim: Gerade in den letzten beiden Jahren haben die großen Sprachmodelle die Nutzbarkeit von Künstlicher Intelligenz im beruflichen und privaten Alltag in das Zentrum der Aufmerksamkeit katapultiert. Nun geht es darum, aus dem ersten Hype heraus Anwendungen für die Industrie zu entwickeln. Ein tolles Beispiel für die praktischen Möglichkeiten ist das automatische Generieren von Nachhaltigkeitsberichten. Wir entwickeln eine Lösung, um Daten aus einem ERP-System automatisch zu generieren, diese Daten zusammenzuführen und, falls es erforderlich ist, Berechnungen durchzuführen, um diese dann nach den geltenden Regelungen in einen Nachhaltigkeitsbericht zu überführen. Ich kenne niemanden, der solche Aufgaben gerne zu Fuß macht, und außerdem ist das eine sehr fehleranfällige Tätigkeit.

Wenn solche Tätigkeiten wegfallen, können sich Fachkräfte künftig auf das konzentrieren, was wir Menschen am besten können. Wenn Sie das weiterdenken und mal sammeln,

wie viele solcher Aufgaben es in Unternehmen gibt, dann wird davon die gesamte Gesellschaft profitieren.

»Große Sprachmodelle haben die Nutzbarkeit von Künstlicher Intelligenz im beruflichen und privaten Alltag in das Zentrum der Aufmerksamkeit katapultiert. Nun geht es darum, aus dem ersten Hype heraus Anwendungen für die Industrie zu entwickeln«

Prof. Dr.-Ing. Alice Kirchheim

Herr Prof. Clausen, Sie sind Vorsitzender der Fraunhofer-Allianz Verkehr, die seit über 20 Jahren erfolgreich die verkehrsrelevanten Kompetenzen zahlreicher Fraunhofer-Institute bündelt. Welche Rolle kann eine starke wissenschaftliche Allianz im politischen Berlin einnehmen (Stichwort Verkehrswende)?

Clausen: Wir sind als neutrale Instanz der Wissenschaft zwischen Wirtschaft und Politik immer wieder gefragt. Dabei können und wollen wir als Institution nicht Partei und auch keine Lobby-Organisation sein, auch wenn wir persönlich bestimmte Ziele natürlich gern unterstützen und uns dies auch motiviert, mit unserer Forschung zu besseren Lösungen in der Wirtschaft und für die Mobilität der Gesellschaft beizutragen. Welche Ziele im Detail wichtiger und welche Lösungen besser oder vielleicht auch erforderlich sind, da gehen die Meinungen auch bei Fraunhofer nicht immer in die gleiche Richtung und das finde ich ausdrücklich auch zulässig. Wichtig für ein Fraunhofer-Institut oder uns gemeinsam als Allianz Verkehr sind aber die Nachvollziehbarkeit von Ergebnissen und die Qualität des wissenschaftlichen Arbeitens, mit denen wir diese herleiten.

Herr Prof. Henke, wagen wir einen Blick in die Zukunft: Wo sehen Sie das Fraunhofer IML und die Logistikforschung in zehn Jahren?

Henke: Wir sind heute schon »the place to be« für anwendungsorientierte Forschung in Logistik und Supply Chain Management, in Deutschland, in Europa und auf der Welt. Diese Stellung wollen wir beibehalten und ausbauen, indem wir mehr und mehr die Logistik nicht nur als erstes Anwendungsfeld für neue Technologien zeigen, sondern im nächsten Schritt deutlich machen, dass die in der Logistik originär entwickelten Technologien und Geschäftsmodelle auch für andere Funktionsbereiche und Industrien sinnvoll zum Einsatz kommen können. Wo wir in zehn Jahren stehen, kann ich in diesen wilden Zeiten nicht seriös vorhersagen. Mit Blick auf unser SKALA-Projekt habe ich aber z. B. das Ziel, dass man, wenn es um die generelle Verbindung von KI und Blockchain geht, in zwei bis drei Jahren auch außerhalb von Logistik und Supply Chain Management nicht an Dortmund vorbeikommt.

Frau Prof. Kirchheim, Herr Prof. Henke und Herr Prof. Clausen, wir danken Ihnen für dieses Gespräch!

Künstliche Intelligenz als Schülerin für die Realität



Künstliche Intelligenz (KI) wird die Zukunft der Logistik bestimmen – so viel steht fest. Gleichzeitig wissen wir aber auch, dass statistische Modelle und Datenbanken in den Lagern der Welt nicht ausreichen. Wir brauchen zusätzlich intelligente Agenten, die uns in der echten Welt zur Hand gehen können, die »Embodied Artificial Intelligence (AI)«. Wie wir KI aus der digitalen Welt in die Realität übertragen, ist eine der letzten Prüfungen auf dem Weg in das digitale Kontinuum. Und das Lamarr-Institut für Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz ist ganz vorne mit dabei.

In einem fremden Land, in dem keiner deine Sprache spricht, ist ein Jeder nahezu aufgeschmissen. Nach unzähligen Fehlversuchen funktioniert irgendwann vielleicht die Verständigung, der Weg dahin ist dennoch lang und beschwerlich. Ähnlich verloren dürfte auch eine Künstliche Intelligenz sein, wenn wir sie auf die reale Welt loslassen. Um physische Aktivitäten einer KI in die reale Welt zu übertragen, wird ein Roboter benötigt, in dem sie verkörpert werden kann. Das nennt sich dann »Embodied Artificial Intelligence (AI)«. Würde nun dieser mühsam und in unzähligen Arbeitsstunden erschaffene Roboter in der realen Welt, ähnlich wie wir, durch Ausprobieren und auch durch Fehler lernen, würde das ziemlich teuer werden. Darum lernt die KI erst in einer Simulation, wie sie sich in der realen Welt zu verhalten hat.

Back to school

Jene Simulation ist eine Art Schule für den autonomen Roboter. In einer geschützten Umgebung können Forschende ihn mit den Problemen konfrontieren, die ihm auch in der realen Welt begegnen können. Denn die Herausforderung der realen Welt ist, dass nicht immer vorhersagbar und statistisch berechenbar ist, was passieren wird. Daher zeigen die Forschenden der KI möglichst viele Situationen, auf die sie reagieren muss. Dazu werden auf den Sensoren in der Simulation variable physikalische Eigenschaften wie beispielsweise

ein simuliertes Bild oder Reibwerte des Bodens erzeugt. Außerdem werden die Struktur und die Lastszenarien in den Simulationsmodellen variiert, um sicherzustellen, dass die Roboter optimal auf die verschiedenen logistischen Prozesse in der Realität vorbereitet sind und der Einsatz im physischen System reibungslos läuft. Um den Modellierungsaufwand gering zu halten, wird ein Verfahren entwickelt, das diese Modelle automatisch und randomisiert erzeugen kann. Macht die KI ihre Sache gut, wird das Verhalten positiv bewertet und sie wird das nächste Mal auf diese Situation ähnlich reagieren. Diese Art, eine KI zu lehren, wird auch Deep Reinforcement Learning genannt. Am Lamarr-Institut für Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz in Dortmund hat sich die Methode bewährt. Das Lamarr-Institut konzentriert sich auf die Erforschung und Entwicklung leistungstarker, vertrauenswürdiger und ressourceneffizienter KI-Anwendungen. Als einer der vier Träger forscht das Fraunhofer IML im Rahmen des Lamarr-Instituts an dem optimalen Design von Embodied AI und ihrem Einsatz in der Logistik.

Mit gutem Beispiel voran

Einer der Musterschüler in dem Bereich der Embodied AI ist der evoBOT, ein agiler, hochdynamischer Roboter. Der evoBOT gehört zu einer neuen Generation autonomer Robotersysteme und kann in allerlei Situationen den Mitarbeitenden im Lager zur Hand gehen und zum Beispiel Dinge anreichen. Sein Design als inverses Pendel ermöglicht zum einen vielseitige Einsatzmöglichkeiten, zum anderen muss er sich dafür beim Fahren ständig ausbalancieren. Einer der Forschungsaspekte im Lamarr-Institut beschäftigt sich beispielsweise damit, wie auch der evoBOT durch Deep Reinforcement Learning in einer Simulation lernt, seine ersten Schritte zu machen.

Kollisionen im Klassenzimmer

Neben der Forschung an einzelnen verkörperten Robotern sind Roboterschwärme ein weiterer zentraler Bereich. Denn in den Lagern der Zukunft fährt nicht nur ein einzelner Ro-

boter durch die Hallen. Während in vielen der bisher existierenden Systeme ein Roboterschwarm zentral gesteuert wird, ist der Ansatz in Dortmund ein anderer. Die Steuerung der Agenten funktioniert dezentral, was vor allem im Hinblick auf die Flexibilität und Störanfälligkeit enorme Vorteile birgt. In Zukunft wollen die Forschenden auch die Kommunikation unter den Robotern möglich machen. Denn auch diese Systeme lernen durch Deep Reinforcement Learning.

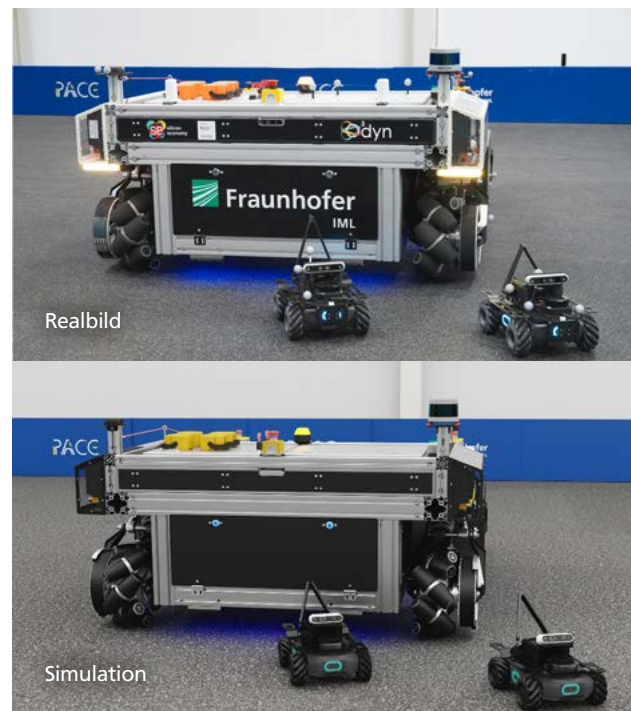
Jeder einzelne der Roboter muss dazu durchgehend seine Umgebung analysieren, um effizient und kollisionsfrei zu agieren. Ebendiese ständige Analyse aller Sensoren in der Simulation realistisch abzubilden, ist aber unglaublich teuer und aufwendig. Daher haben Forschende des Fraunhofer IML statt eines dreidimensionalen Modells ein einfacheres 2D-Modell erschaffen, mit dem der Agent schneller lernen kann, nicht zu kollidieren. Das funktionierte in einigen Szenarien schon gut, muss aber in Zukunft noch weiter verfeinert werden. Denn durch diese beiden Projekte wurde den Forschenden noch ein ganz anderes Problem immer deutlicher:

Mind the Gap!

Nach unzähligen Stunden in der Schule für die KI, der simulierten Realität, ist es nun endlich soweit. Der Abschluss, und damit die ersten Schritte in der realen Welt, stehen an. Die Embodied AI kann aber nicht einfach in die reale Welt losgelassen werden. Vorher muss der Roboter die Sim-to-Real Gap überwinden, die genau diese Diskrepanz zwischen Simulation und Realität beschreibt. Erst dann können die Agenten souverän in der physischen Welt agieren und interagieren. Die Vorbereitung dafür beginnt noch in der Simulation.

Denn zentral für die Erfolge in der echten Welt ist die optimale Lernumgebung in der Simulation. Dazu müssen Forschende komplexe physikalische Modelle und eine enorme Zahl an Varianten verwenden. Nur durch unerwartete Situationen und viel Training werden die in der Simulation erlernten Verhaltensweisen möglichst robust, um auch in der realen Welt anwendbar zu sein. Die simulierte Welt so nah wie möglich an die reale Welt herankommen zu lassen, ist eine der letzten Herausforderungen auf dem Weg in das digitale Kontinuum.

Jene Herausforderung sind die Forschenden am Fraunhofer IML bereits beim mobilen Roboter O³dyn angegangen. Dieser transportiert Paletten mit rasanten Geschwindigkeiten, entsprechend ist eine möglichst akkurate Simulation das Ziel, um mögliche Gefahrensituationen in der Simulation zu proben. Das verblüffende Ergebnis: Die Forschenden können dem realen und dem simulierten Roboter die gleichen Fahrbefehle senden und erhalten das gleiche Fahrverhalten. Besonders herausfordernd bei der Entwicklung von O³dyn war dessen Luftfederung, die zu Beginn noch sehr steif und wenig realitätsnah war. Auch bis zur realitätsnahen Abbildung des omnidirektionalen Fahrwerks mit Mecanumrädern dauerte es seine Zeit. Heute sind die Forschenden dank moderner Simulationstools und der Nutzung von Fahrdaten des realen Roboters so weit vorangeschritten, dass dessen Dynamik auch in der Simulation heraussticht. Auch Schnittstel-



len und Sensorik, wie Kamera- und LiDAR-Daten, werden nachgebildet. So kann das Simulationsmodell perfekt zur parallelen Hard- und Softwareentwicklung oder fürs Testen von Anwendungsszenarien verwendet werden.

Meine Zwillingsschwester

Um die Sim-to-Real Gap zu überwinden, brauchen wir Digitale Zwillinge, also Eins-zu-eins-Simulationsmodelle der Hardware. Dies erforscht das Fraunhofer IML aktuell unter anderem anhand der beiden Roboterplattformen evoBOT und O³dyn. Die Simulation soll dabei zu einer digitalen Realität für die Künstliche Intelligenz werden. Die Unterscheidung, ob sie auf dem realen oder auf dem simulierten System ausgeführt wird, wird dabei für die KI immer schwieriger. So können Forschende die KI virtuell entwickeln und die Relevanz der Sim-to-Real Gap Schritt für Schritt verringern.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Ministerium für
Kultur und Wissenschaft
des Landes Nordrhein-Westfalen



Kontakt

Anike Murrenhoff M. Sc. | 0231 9743-202 |
anike.murrenhoff@iml.fraunhofer.de

Julian Eßer M. Sc. | 0231 9743-497 |
julian.esser@iml.fraunhofer.de

Deus ex machina

– KI zu Ende gedacht

Ein Gastkommentar von Prof. Michael ten Hompel, Direktor am Lamarr-Institut für Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz und ehemaliger Institutsleiter des Fraunhofer IML sowie Initiator der AI24 – The Lamarr Conference.

© Adobe Stock, Arthur

»Die Digitalisierung von allem und die Künstliche Intelligenz in allem wird alles für uns alle ändern.« Unsere Headline aus dem Jahr 2019 ist Realität geworden. Im Sommer 2023 bestand das große Sprachmodell ChatGPT den Turing-Test und gilt damit »offiziell« als Künstliche Intelligenz. Was aber alle überraschte: Mit ihrer Größe entwickelten solche »Transformer« grundlegend neue, kreative Fähigkeiten, die nicht programmiert wurden und sich nur schwer erklären lassen. Offensichtlich haben sich große neuronale Netze ein »Bild von der Welt« gemacht, und wie dieses aussieht, kann man sich zum Beispiel auf den Seiten von »Sora« (OpenAI) anschauen. Es sind eben nicht mehr nur flache, unbewegte Bilder, die dort zu sehen sind. Durch die Eingabe von ein paar Zeilen Text (Prompt) generiert Sora faszinierende Videos in hoher Auflösung. Die KI scheint ein Verständnis für Zusammenhänge entwickelt zu haben. Reflexionen auf den Scheiben eines fahrenden Zuges werden ebenso richtig modelliert wie Wellen am Strand, ein Schneegestöber oder der Mensch selbst – offensichtlich nicht nur hineinkopiert, sondern kausal richtig und den Naturgesetzen entsprechend gestaltet. Die auf zig Billionen Token trainierte generative KI wird ihrem Namen gerecht: Sie interpretiert nicht nur, sondern generiert neue Versionen der Wirklichkeit, die sie gelernt hat. Naturgemäß machen auch die neuesten KI Fehler, und wenn man genau hinschaut, erwischt man sie immer wieder beim Halluzinieren – aber schon wieder deutlich weniger als bei ihrer Vorgängerversion.

Eines erscheint dem geneigten Betrachter immer klarer: Der Weg zur generellen Künstlichen Intelligenz (AGI) scheint nicht mehr weit und ist vielleicht nur noch eine Frage ausreichender Rechnerleistung, die weiteres, exponentielles Wachstum der KI-Fähigkeiten mit sich bringt. Mark Zuckerberg sieht es offenbar genauso und erklärt, mit 350.000 H100 GPUs von Nvidia den größten KI-Cluster aller Zeiten aufbauen zu wollen und damit »verantwortungsvoll« bis zum Ende des Jahres die erste AGI zu schaffen.

Deus ex machina

Wahrscheinlich wird es wieder etwas länger dauern, aber man darf sicher sein: Mark Zuckerberg wird nicht der Einzige bleiben, der eine AGI erschaffen will, und Elon Musk wird mit seinem X-Imperium bald zurückschlagen. Wir erleben ein »Deus ex machina« – einen jener Momente, wo in der griechischen Tragödie plötzlich und unerwartet die Lösung eines Problems durch eine übernatürliche Macht erscheint. Wenn wir generative KI entsprechend gestalten und trainieren, wird sie nicht nur schöne Bilder und Texte erschaffen, sondern grundlegende Probleme lösen und neue Verfahren und Maschinen kreieren.

Zu Ende gedacht

Es ist absehbar, dass eine neue Generation Künstlicher Intelligenz entsteht, die zum aktiv handelnden Element und Partner wird, und bei diesem Wandel wird die Logistik als bewegende Instanz eine entscheidende Rolle spielen. Es wird einerseits eine »Social Networked Industry« entstehen,



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

in der Menschen und KI partnerschaftlich planen, disponieren und zusammenarbeiten. Andererseits werden humanoide Roboter – verbunden mit einer generellen »Remote AI« – Fähigkeiten erlernen, die unsere Sinne schwinden lassen. Die letzten Videos von Teslas »Optimus« lassen erahnen, wo die Reise hingeht. Auf der ganzen Welt wird an KI und humanoider Robotik geforscht. So erklärte China Ende des letzten Jahres, 2025 die Massenproduktion humanoider Roboter zu starten und die künstlichen Kollegen bis 2027 in der industriellen Fertigung zu etablieren.

Wie auch immer die autonomen Roboter in der Intralogistik aussehen werden, eines scheint sicher: Sie werden Arme und Augen bekommen ... und es ist kein Zufall, wenn das an unseren evoBOT erinnert. Zu Ende gedacht, kommen wir wieder an den Anfang: »Die Digitalisierung von allem und die Künstliche Intelligenz in allem wird alles für uns alle ändern.« Es wird ein digitales Kontinuum mit genereller Künstlicher Intelligenz entstehen, und das schneller, als die meisten denken.

Open Lab Open Source = Mehrwert für alle

Mit einer einfachen Gleichung geht das Fraunhofer IML die großen Probleme unserer Zeit an: Nur gemeinsam lässt sich die Standardisierung vorantreiben, um anwendungsnahe Schnittstellen auf Basis einer gemeinsamen Sprache sicherzustellen. In den Open Labs des Fraunhofer IML werden Partner aus verwandten Themen und Anwendungsfeldern zusammengebracht, um gemeinsam an zukunftsweisenden Open-Source-Lösungen zu arbeiten.

Das bewährte Forschungsformat der Fraunhofer Enterprise Labs bekommt einen neuen Ableger: In den 2024 gestarteten »Open Labs« werden die großen Trends unserer Zeit auf eine gemeinsame Sprache heruntergebrochen. Megatrends wie Künstliche Intelligenz und dezentrale Systeme können für den einzelnen Player überwältigend wirken. Die Lösung: In den Open Labs des Fraunhofer IML wird eine Zusammenarbeit über die Unternehmensgrenzen hinweg gewährleistet, um standardisierte Schnittstellen in einer gemeinsamen Sprache zu formen – und die Sprache lautet gewissermaßen Open Source. »Die Fraunhofer Enterprise Labs haben sich seit 2013 zu einer echten Erfolgsgeschichte entwickelt. Der Gewinn des Deutschen Logistik-Preises 2023 mit unserem Partner Dachser war ein Ritterschlag für das Kooperationsformat. Darum wollen wir es nun bewusst und für vergleichsweise kleines Geld mehreren Unternehmen gemeinsam ermöglichen, Teil unserer Spitzenforschung und Entwicklung zu werden. Wir wollen die Branche motivieren, Logistik als Mannschaftssport zu betreiben«, betonte bereits Prof. Michael ten Hompel, ehemaliger geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IML, im Rahmen der Vorstellung des Formats auf der LogiMAT 2024.

In verschiedenen Kollaborationen mit mindestens drei KMU pro thematischem Schwerpunkt sollen vor allem Lösungen entwickelt oder angepasst werden, die bestimmte Basisfunktionen erfüllen. Dabei geht es vorrangig um branchenweit nötige Entwicklungen, die jedoch nicht wettbewerbsdifferenzierend sind. Vielmehr sollen die Entwicklungen einen offenen Kern bilden, der als Basis für individuelle

Geschäftsmodelle genutzt werden kann. Das Fraunhofer IML steuert und begleitet den Prozess in den einzelnen thematischen Schwerpunkten. Die Lösungen werden schließlich als Open Source zur Verfügung gestellt.

Der Aufbau der einzelnen Labs soll von einer gewissen Flexibilität geprägt sein und beruht auf der wechselseitigen offenen Reflexion der Ergebnisse. Die Governance-Struktur eines Open Labs gliedert sich in drei Bereiche: Zum einen gibt es das Steering Committee, das verantwortlich ist für die Überwachung der strategische Zielvorgabe und die regelmäßige Evaluation der Produktvision und des Meilensteinplans. Darüber hinaus arbeitet die Working Group an der übergreifenden Produktvision und ist für die öffentlichkeitswirksame Verbreitung der Lösung zuständig. Das Entwicklerteam hingegen bricht die Anforderungen auf einzelne Entwicklungsaufgaben herunter und ist für die konkrete Entwicklung der einzelnen Dienste, deren Veröffentlichung und das Maintaining zuständig.

Was im ersten Augenblick nach viel Arbeit für alle Akteure aussieht, ist aber vor allem für die beteiligten KMU ein Gewinn: Diese müssen nämlich keine eigene Entwicklungskapazität beisteuern, sondern agieren viel mehr als strategischer und fachlicher Taktgeber. Das Fraunhofer IML stellt das Entwicklerteam mit dem Know-how im Bereich Open Source, Entwicklungsinfrastruktur und agiles Projektmanagement. Unternehmen, die an den Open Labs mitwirken, haben nicht nur die Möglichkeit, die neuen Trends unserer Zeit mit zu entwickeln, sondern können die Ergebnisse auch als Erste nutzen und anpassen. Darüber hinaus ist die Open Source Community einem ständigen Wandel unterlegen. Für KMU ist nicht nur das angeeignete Fachwissen aus den Open Labs von Vorteil, sie profitieren auch von der Unterstützung und dem Fortschritt einer ganzen Community.



Kontakt

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



Die Themenschwerpunkte zum Start der Open Labs:

Digitaler Produktpass

Ein digitaler Reisepass für Produkte – das ist der digitale Produktpass (DPP). Doch anders als ein echter Reisepass ist der digitale Produktpass ein Produktleben lang gültig. Von den verwendeten Materialien über CO₂-Fußabdruck, Produkt- und Reparaturinformationen bis zu Entsorgungs-/Recyclinganweisungen enthält er alles, was die Akteure entlang der Wertschöpfungskette wissen müssen. Diese einheitliche Datengrundlage kann von Dienstleistern und Konsumenten, aber auch den Behörden verwendet werden. Denn ab 2030 wird der digitale Produktpass EU-weit zur Pflicht. Schon jetzt können Unternehmen mit dem digitalen Produktpass die Transparenz entlang des Produktlebenszyklus erhöhen und so zum Wandel der Kreislaufwirtschaft beitragen.

LogOS

Mit LogOS arbeitet das Fraunhofer IML an einem Betriebssystem für die Intralogistik, das den innerbetrieblichen Transport mittels Fahrerloser Transportfahrzeuge oder autonomer mobiler Roboter löst und sich selbst organisiert. Auf dem Weg zu selbstorganisierenden Systemen gehören damit fest verdrahtete Systeme bald der Vergangenheit an. Verschiedene Systemlandschaften machen ein solches Betriebssystem notwendig – von unterschiedlichen WMS- oder ERP-Systemen bis zu unterschiedlichen mobilen Robotern, die miteinander interagieren sollen. Dafür bedarf es eines offenen und modularen Betriebssystems nach dem Baukastenprinzip, das sich flexibel an die Anwendungsbedürfnisse anpassen lässt und (De-facto-)Standards unterstützt.

EfficientCargo

Ziel von EfficientCargo ist es, die Auslastung von Laderäumen (z. B. Lkw, Flugzeuge, Schiffe) kosten- und ressourceneffizient zu erhöhen. Das soll Transportkosten und den CO₂-Ausstoß reduzieren. Zudem sollen eine dynamische Anpassung von Transportkapazitäten und ein Monitoring von Frachtraum- und Packstück-Abmessungen erreicht werden.

Volle Kraft voraus in Richtung Zukunft



Vor fast genau acht Jahren, auf dem »Zukunftskongress Logistik – 35. Dortmunder Gespräche« gaben die Rhenus Gruppe und das Fraunhofer IML ihre Zusammenarbeit im Rahmen eines Enterprise Labs bekannt. Seitdem konnten die beiden Partner im Rhenus Enterprise Lab einige gemeinsame Erfolge feiern – und auch in den kommenden Jahren wollen sie die Zukunft der Logistik gemeinsam gestalten.



© Rhenus

Mit einem Bild von zwei Puzzleteilen, die aufeinander zu geschoben werden, verkündete das Fraunhofer IML 2017 die Zusammenarbeit mit Rhenus in einem eigenen Enterprise Lab – und startete damit eine echte Erfolgsgeschichte. Rhenus hat in den vergangenen 112 Jahren Unternehmensgeschichte umfassendes Know-how in zahlreichen Bereichen entwickelt. Als globaler Logistikdienstleister verstehen die Expertinnen und Experten, wie sie logistische Abläufe entlang der Supply Chain ihrer Kundinnen und Kunden weiterentwickeln und optimieren können. Von innovativen Lösungen entlang der gesamten Supply Chain über das Warehousing bis zum klassischen Transport bietet Rhenus seinen Kunden, was das Logistikerherz begehrt.



Das Fraunhofer IML steht für viele verschiedene Bereiche der Logistikforschung, wo 2013 das Konzept der Enterprise Labs etabliert wurde, um Unternehmen den Zugang zu den modernsten Technologien und den aktuellen Erkenntnissen in der Logistikforschung zu ermöglichen. Im Enterprise Lab Center in Dortmund können die Partner bei der agilen und interdisziplinären Forschung ganz vorne mit dabei sein. In mehreren, modern ausgestatteten Laboren des Prototypenzentrums können Bauteile und Prototypen bedarfsgerecht gefertigt und getestet werden. Die integrierten Coworking Spaces unterstützen außerdem die Kooperation der Projektpartner innerhalb der Enterprise Labs. Die Gründung eines eigenen Enterprise Labs ermöglichte Rhenus neue Zugänge zu dieser Infrastruktur. So kann Rhenus umfassend in die Forschung eintauchen und optimale maßgeschneiderte Lösungen finden.

Halb voll oder halb leer? Die berühmte Frage beschäftigte viele Jahre die Mitarbeitenden von Rhenus, ebenso wie ihre Kunden. Die Rede ist von einem Sicherheitsbehälter für Akten und Datenträger, der aus Sicherheitsgründen abgeschlossen wird. Doch wenn ein Dienstleister nicht in einen Behälter sehen kann, kann er auch nicht sagen, ob er halb voll oder halb leer ist. So wurden in Deutschland viele Jahre halb leere Sicherheitsbehälter turnusmäßig geleert, während andernorts volle Behälter manuell zur frühzeitigen Leerung angemeldet wurden.

Das war das erste Projekt, das die Forschenden im Rhenus Enterprise Lab zusammen angingen. Und es war ein voller Erfolg: Heute steht bereits eine hohe Anzahl an smarten Sicherheitsbehältern von Rhenus bei seinen Kunden und es werden stetig mehr. Wie der smarte Behälter aussieht? Eigentlich ist es eine normale Datentonne, wie sie schon tausendfach in den Bürogebäuden Deutschlands steht. Der kleine, aber feine Unterschied ist der »Rhenus ITC^{PRO} Füllstandsensor«. Obwohl der Sensor nicht größer als eine Zigarettenschachtel ist, ermittelt er vollautomatisch die

Standhöhe des Inhalts. Durch den Transfer dieser Daten an das ERP-System des Abfallentsorgers erfolgt die Abholung automatisch und pünktlich, sodass sich die Kunden nicht mehr um überfüllte Sicherheitsbehälter für Akten und Datenträger sorgen müssen. Obendrein werden Leerfahrten vermieden und die Behälter genau zur richtigen Zeit geleert – was eine enorme Verbesserung des CO₂-Fußabdrucks der Rhenus-Kunden mit sich bringt, wie auch Dr. Stephan Peters, Vorstandsmitglied der Rhenus Gruppe, anlässlich der Open-Source-Veröffentlichung der ITC^{PRO}-Komponenten im Januar 2024 betonte: »Dank des ITC^{PRO} Füllstandsensors werden Leerfahrten reduziert sowie Abholungsfahrten effizienter geplant und in Summe deutlich verringert – ein wertvoller Beitrag im Sinne eines reduzierten CO₂-Footprints, den wir als Innovationsentwickler gerne anderen Unternehmen zur Verfügung stellen.«

Diese Lösung war damals ein wichtiger Schritt, um das Internet der Dinge (IoT) bei Rhenus zu etablieren – und in diesem Bereich zum Vorreiter zu werden. Ein weiterer enormer Vorteil des Sensors ist seine langlebige Nutzungsdauer. Auch die Unabhängigkeit von der örtlichen Infrastruktur konnte durch den Mobilfunkstandard »Narrow-Band IoT« erreicht werden. Die Nutzung des Sensors ist dadurch besonders energiesparend und effizient. Die Idee, diesen Mobilfunkstandard zu verwenden, ist in Zusammenarbeit mit einem weiteren Lab-Partner entstanden: der Deutschen Telekom.

Was die Partner in Zukunft vorhaben, darüber hat »Logistik entdecken« mit André Remy und Michael Novoselsky von Rhenus gesprochen (S. 20).



Kontakt

Natalia Ogorelysheva M. Sc. | 0173 2501101 |
natalia.ogorelysheva@iml.fraunhofer.de

Sechs Fragen

an André Remy und Michael Novoselsky

Auf den gemeinsam entwickelten Innovationen im Rahmen des Enterprise Labs wollen Rhenus und das Fraunhofer IML auch in Zukunft aufbauen – und in der angewandten Logistikforschung weiterhin neue Maßstäbe setzen. Im Interview mit »Logistik entdecken« sprechen André Remy, Head of Global Group Customer Solutions and Innovation, und Michael Novoselsky, Senior Innovation Manager bei Rhenus, über die zukünftige Ausrichtung des Labs und geben einen Einblick in die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft.



Herr Remy, was war DER Meilenstein in der Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IML, der Ihnen bis heute in Erinnerung geblieben ist?

Das bisher erfolgreichste Vorhaben, das wir mit dem Enterprise Lab umgesetzt haben, ist sicher unser smarterer Sicherheitsbehälter und das ihn umgebende Ökosystem. Dieses Projekt hat gezeigt, dass wir gemeinsam in der Lage sind, greifbare, vermarktbare Produkte zu entwickeln. Das bedeutet nicht nur die Entwicklung eines Prototyps, sondern auch das Entwickeln und Durchdenken aller dazugehörigen Prozesse, um einen für Kunden wahrnehmbaren Mehrwert zu liefern.

Welchen Einfluss hatte die Enterprise-Lab-Forschung bisher auf Rhenus und Ihre Unternehmensstrategie?

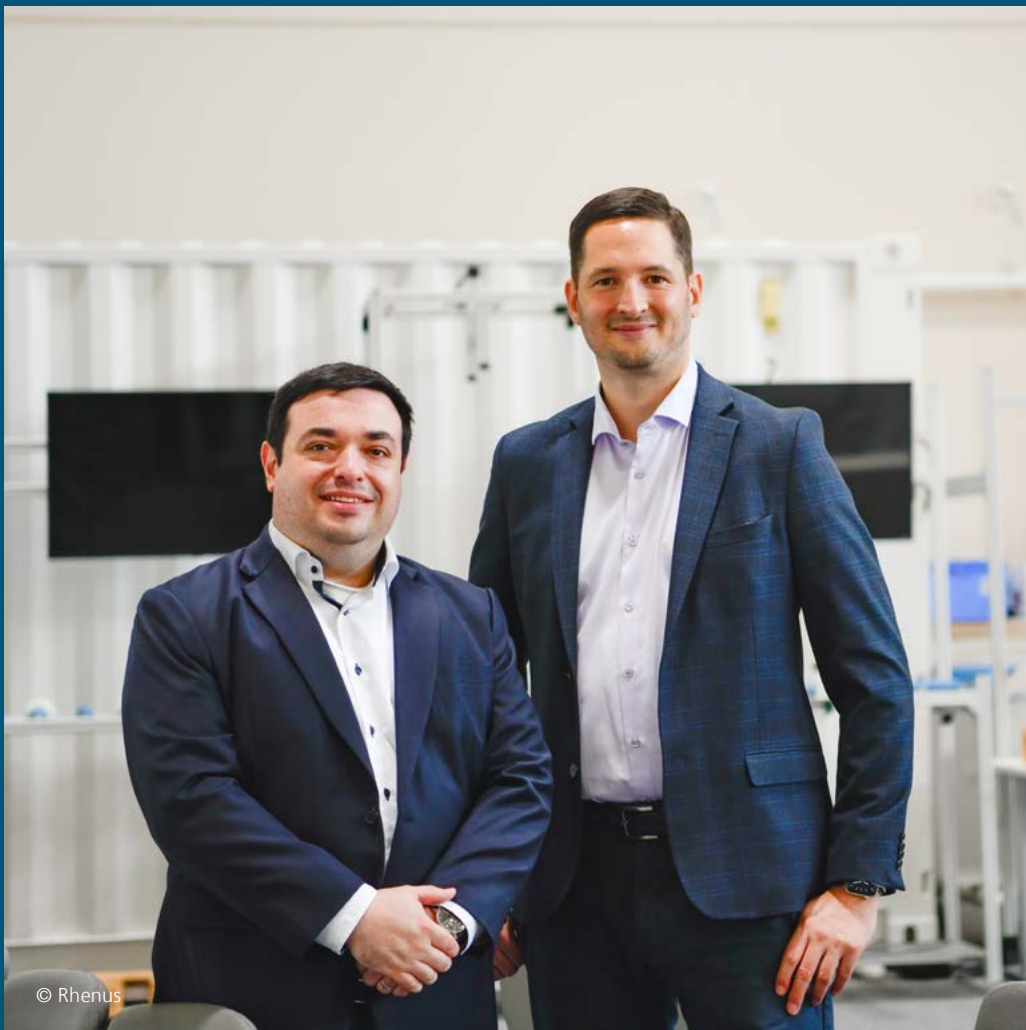
Innovation treibt unser Handeln an und sorgt letztendlich dafür, dass wir unseren Kunden seit Jahrzehnten maßgeschneiderte Lösungen für ihre anspruchsvollen Herausforderungen bieten können. Im vergangenen Jahr haben wir dem Thema eine noch zentralere Rolle eingeräumt und das Team Customer Solution and Innovation ins Leben gerufen. Dieses beschäftigt sich mit der strategischen Ausrichtung unserer Innovationsaktivitäten und sorgt dafür, dass diese mit der Unternehmensstrategie und den Trends in den Bereichen Technologie, Gesellschaft und Umwelt einher gehen.

Sie wollen in Zukunft allen Business Units den Zugang zum Lab ermöglichen, wie können wir uns das vorstellen?

Durch das Enterprise Lab haben wir Zugang zu neuesten Technologien und den aktuellen Erkenntnissen aus der Forschung. Dies ist für alle unsere Produkte unabdingbar, und daher ist es nur konsequent, wenn wir allen Einheiten die Option geben, ihre Produkte mit dem Enterprise Lab weiterzuentwickeln. Als gruppenweites Team sind wir am Erfolg aller Units interessiert und wollen, dass alle vom Know-how im Enterprise Lab profitieren. Deshalb haben wir Auswahlkriterien für die richtige Priorisierung der Projekte definiert und koordinieren diese intern. Durch diesen Auswahlprozess stellen wir sicher, dass die Projekte im Lab den größtmöglichen Mehrwert für unsere Einheiten bringen. Um den Mehrwert weiter zu steigern, werden Erkenntnisse aus unseren Projekten intern länderübergreifend geteilt, und damit profitieren wieder alle.

Herr Novoselsky, Sie sind in die aktuellen Projekte involviert, was sind die aktuellen Schwerpunkte Ihrer Entwicklung?

Das Enterprise Lab unterstützt uns aktuell unter anderem bei der Optimierung unserer autonomen Transportsysteme



Michael Novoselsky,
Senior Innovation
Manager bei Rhenus
(links)

André Remy
Head of Global
Group Customer
Solutions and Inno-
vation (rechts)

– ein komplexes Thema, das nicht nur Expertise in Robotik, sondern auch sehr viel logistisches Prozess-Know-how erfordert. Gerade bei Themen, die Expertise in verschiedenen Bereichen erfordern, kann das Fraunhofer IML seine Stärken ausspielen.

Wir arbeiten auch gemeinsam daran, die Innovations-themen zu identifizieren, die uns in den nächsten Jahren beschäftigen werden. Für uns ist es ein wichtiger Teil der Innovation, den Change mitzugestalten und unsere Kolleginnen und Kollegen auf diese Reise mitzunehmen. Deshalb arbeiten wir an einem Informationstool, das diese Themen näherbringen und auch zeigen soll, wer sich im Unternehmen damit beschäftigt und welche Mehrwerte eine bestimmte Technologie für den einzelnen bereithält.

In welche Richtung wollen Sie sich in den nächsten Jahren mit dem Enterprise Lab bewegen?

Das Motto »Stärken stärken« trifft's ganz gut. Bei der Rhenus gilt die Überzeugung, dass die Einheiten ihr Geschäft am besten kennen, und dem wollen auch wir Rechnung

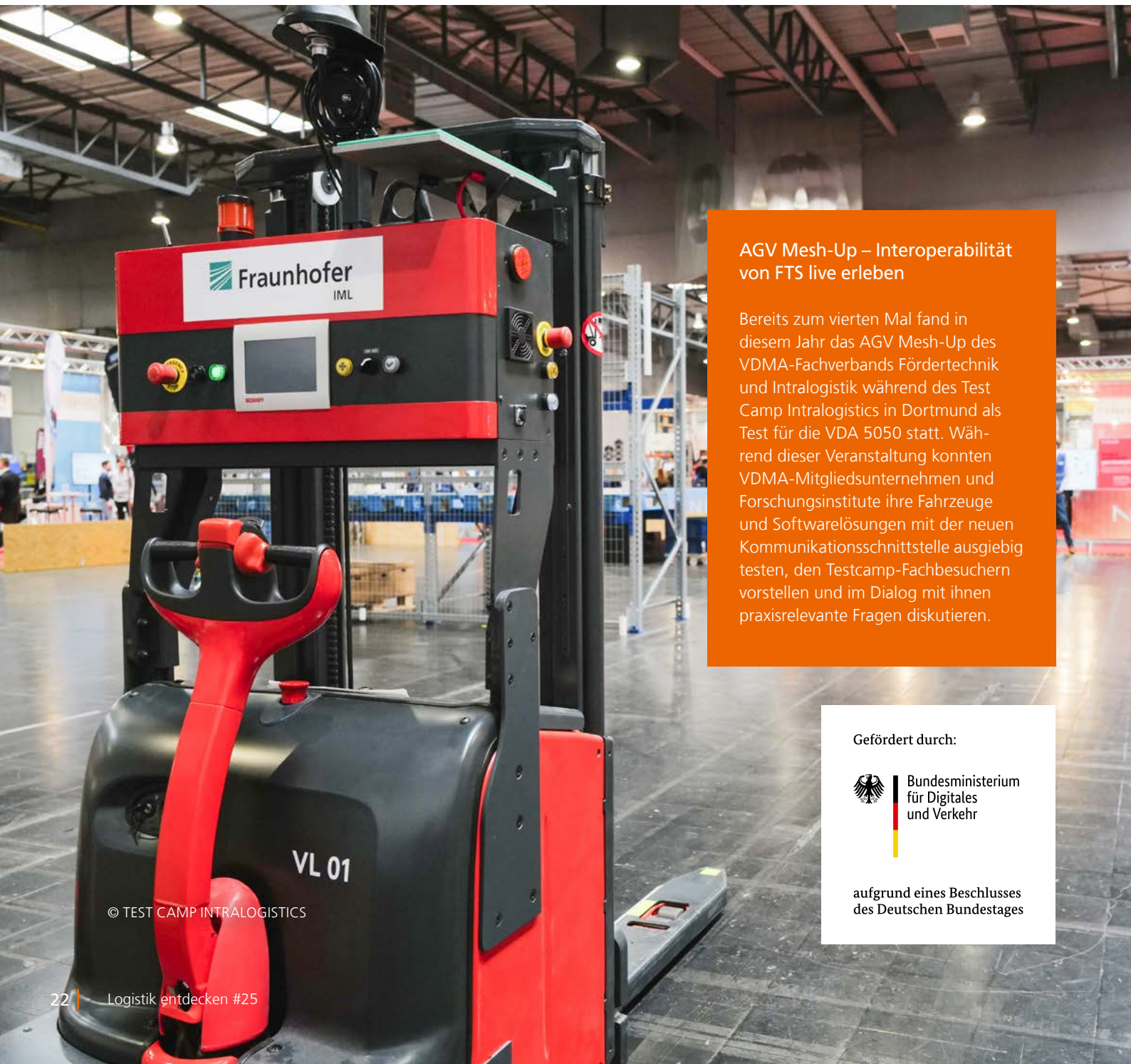
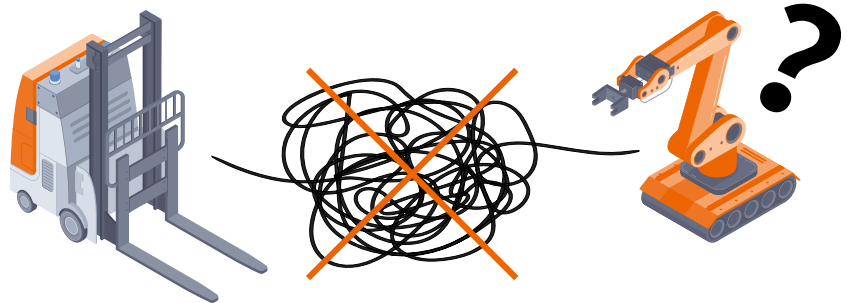
tragen. Deshalb involvieren wir die Einheiten stärker in die Auswahl der Themen und deshalb glauben wir, dass wir in den nächsten Jahren sowohl intern als auch bei unseren Kunden die Wahrnehmung der Innovationskraft dieser Zusammenarbeit noch weiter stärken können.

Ganz konkret nutzen wir Anwendungen aus den Themenfeldern Künstliche Intelligenz und alternative Antriebe, denn hier sehen wir heute schon Disruptionen der klassischen Geschäftsmodelle. Auch daraus abgeleitete Aspekte wie Remote Operation, Fahrerlose Transportsysteme und KI-unterstützte Datenverarbeitung sind für uns hoch relevant.

Herr Remy, zum Abschluss, was ist das übergeordnete Ziel für Ihre Zusammenarbeit mit dem Enterprise Lab?

Wir wollen für unsere Kunden ein zuverlässiger und kompetenter Partner sein, wenn es darum geht, komplexe logistische Herausforderungen zu lösen. Hierbei ist die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IML die perfekte Ergänzung, mit der wir früh technologische Innovationen bewerten und praxisnah umsetzen können.

Kommunikations- probleme adieu



AGV Mesh-Up – Interoperabilität von FTS live erleben

Bereits zum vierten Mal fand in diesem Jahr das AGV Mesh-Up des VDMA-Fachverbands Fördertechnik und Intralogistik während des Test Camp Intralogistics in Dortmund als Test für die VDA 5050 statt. Während dieser Veranstaltung konnten VDMA-Mitgliedsunternehmen und Forschungsinstitute ihre Fahrzeuge und Softwarelösungen mit der neuen Kommunikationsschnittstelle ausgiebig testen, den Testcamp-Fachbesuchern vorstellen und im Dialog mit ihnen praxisrelevante Fragen diskutieren.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

© TEST CAMP INTRALOGISTICS

Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) unterschiedlicher Hersteller innerhalb einer Anlage »auf Linie« zu bekommen, galt in der Vergangenheit als nahezu unmöglich. Schließlich sprechen sie von Haus aus unterschiedliche Sprachen. Abhilfe schafft jetzt die Richtlinie VDA 5050. Forscher des Fraunhofer IML sind an der Entwicklung und Umsetzung des Kommunikationsstandards beteiligt.

Es ist der 10. April 2024: Auf einem 500 Quadratmeter großen Versuchsfeld in den Dortmunder Westfalenhallen bewegen sich während des »Test Camp Intralogistics« acht mobile Roboter verschiedener Hersteller präzise und zielgerichtet. Ausgestattet mit modernster Sensortechnologie und Künstlicher Intelligenz navigieren sie mühelos durch den Parcours und transportieren verschiedene Waren von einem Punkt zum anderen – ohne menschliches Eingreifen. Die Roboter kommunizieren über das VDA-5050-Protokoll mit der Leitsteuerung. Dadurch werden Zusammenstöße vermieden und die effizientesten Routen berechnet. Ihre Bewegungen sind synchronisiert und optimiert, was einen reibungslosen und kontinuierlichen Warenfluss gewährleistet. Das gesamte Szenario, das sich den Teilnehmenden und Besuchenden des diesjährigen AGV Mesh-Up in Dortmund präsentiert, wirkt wie eine gut geölte Maschine, die unermüdlich arbeitet, um die Logistikprozesse zu perfektionieren. Am Rande des Versuchsfeldes beobachtet Thomas Albrecht die Szenerie sehr genau. »Vor wenigen Jahren wäre dieser Ablauf so nicht möglich gewesen«, urteilt der Spezialist für Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) am Fraunhofer IML und erläutert: »Heutige Fahrerlose Transportsysteme sind eigentlich immer Insellösungen, bei denen die Steuerung der FTF proprietär und somit herstellerspezifisch gelöst ist. Dies wiederum hatte – bisher – zur Folge, dass diese von unterschiedlichen Anbietern hergestellten mobilen Roboter nicht durch eine gemeinsame Leitsteuerung eines Herstellers gesteuert werden konnten.« Ein Umstand, der insbesondere in der Automobilindustrie – in der üblicherweise viele FTF unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz kommen – in der Vergangenheit für Unzufriedenheit sorgte.

Gamechanger VDA 5050

Abhilfe bringt die Richtlinie VDA 5050, ein Schnittstellenprojekt, das vom VDMA-Fachverband Fördertechnik und Intralogistik und dem Verband der Automobilindustrie VDA initiiert und mit verschiedenen Partnern als Open-Source-Projekt umgesetzt wird. Die Kommunikationsschnittstelle ermöglicht die Integration einer Flotte heterogener mobiler Roboter unterschiedlicher Hersteller unter einem Leitsystem. An der Entwicklung beteiligt sind seit Jahren auch Forschende des Fraunhofer IML. In diesem Jahr hat das Dortmunder Forschungsinstitut gleich zwei Eigenentwicklungen in den Praxistest geschickt: ein Paletten-FTF mit dem innovativen Fahrwerkskonzept STUART und die Open-Source-Software libVDA5050++. STUART löst die statische Überbestimmtheit konventioneller vierrädriger Fahrwerke ohne teure und wartungsintensive Federn, Dämpfer oder Aktorik. Dank seines simplen Aufbaus skaliert er beliebig in Größe und Traglast

und eignet sich für nahezu jeden Anwendungsfall. Das STUART-Fahrwerk hat je ein Stützrad vorne und hinten sowie zwei mittig an den Längsseiten platzierte Antriebsräder, die eine mittige Differentialantriebsachse bilden. Alle Räder sind mit einfachen Hebeln und Gelenken verbunden und bilden zwei gekoppelte Aufstandsdreiecke. Dadurch behalten alle vier Räder auch bei starken Bodenunebenheiten stets Bodenkontakt. Dieser Aufbau gewährleistet einerseits Standsicherheit und verhindert andererseits das typische »Kippen« beim Anfahren und Bremsen. Somit kann in vielen Fällen die sonst häufig im Vorfeld einer FTS-Einführung geforderte Bodensanierung entfallen, um den sog. »FTS-gerechten« (= ebenen, schlaglochfreien) Boden herzustellen.

In Kombination mit einer neuartigen Lastwechselstation für Paletten kommt das vorgestellte FTF sogar ohne eine aktive Hubeinrichtung bei der Palettenaufnahme oder -ablage aus. Die Lastübergabestation besteht aus zwei mit Rollenbahnen versehenen Auflagern für die Transportpalette. Im vorderen Bereich sind 50 cm der Rollenbahnen leicht nach unten geneigt, sodass die Palette beim Hineinfahren aufgeschoben wird. Die Transporteinheit wird durch die Vorwärtsfahrt des FTF vom Fahrzeug abgehoben und auf die Station übergeben. Je nach Stationstyp kann das FTF nach der Lastabgabe durchfahren oder rückwärts herausfahren. Zum Abholen einer Transporteinheit fährt das FTF in umgekehrter Orientierung in die Station und übernimmt die Last mit einem einfachen Mitnehmermechanismus.



Die ebenfalls am Fraunhofer IML entwickelte und durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr geförderte libVDA5050++ ist eine Open-Source-Umsetzung des VDA-5050-Standards. Diese wurde Middleware-neutral gestaltet und lässt sich ohne großen Aufwand an die individuellen Bedürfnisse von Herstellern und Anwendern von FTF anpassen. Die gesamte Steuerungslogik der VDA 5050 ist innerhalb der Umsetzung gekapselt und kann mittels schlanker Schnittstelle einfach an eine vorhandene Fahrzeugsteuerung angebunden werden. Zudem werden Unstimmigkeiten in der Implementierung durch die libVDA5050++ verringert, wodurch diese als zukünftiger Standard fungieren kann.



Kontakt

Dipl.-Ing. Thomas Albrecht | 0231 9743-423 |
thomas.albrecht@iml.fraunhofer.de

Dennis Lünsch M.Sc. | 0231 9743-519 |
dennis.luensch@iml.fraunhofer.de

Wie Superkräfte, nur besser

Es braucht nur einen Klick und der neuste Fitze-Thriller, ein paar neue Schuhe oder sogar frische Lebensmittel werden über Nacht direkt zur Haustür geliefert. Was den Alltag unserer modernen Gesellschaft so sehr prägt, birgt für die Beschäftigten noch viele Hürden. Denn vergessen werden oft die körperlich anspruchsvollen Berufe, die hinter dieser Branche stehen. Was wir also brauchen, ist eine Möglichkeit, die körperliche und mentale Belastung der Beschäftigten (die häufig vernachlässigt wird) zu reduzieren – wie Superkräfte, nur eben besser.

Ohne den Transport oder die Lagerung von Gütern ist unser tägliches Leben schlichtweg nicht mehr denkbar. Trotzdem werden die Mitarbeitenden dieser Branche eher stiefmütterlich behandelt. »Bisher durchgeführte Forschungsprojekte zeigen deutlich, dass die Erfassung und Bewertung physischer und psychischer Gefährdungen in Unternehmen nicht ausreichend Beachtung finden. Genau dort setzt der Ergonomie Quick Check des Fraunhofer IML an: Er bietet dem Fachkräftemangel und den hohen Krankenständen in der operativen Logistik die Stirn, indem er zur Vermeidung und Vorbeugung von körperlicher und mentaler Gefährdung beiträgt«, erläutert Semhar Kinne, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer IML. Durch die Kombination verschiedenster Methoden wie objektiver und subjektiver Einschätzungen von psychischen und physischen Anforderungen werden gesundheitliche Aspekte analysiert, ausgewertet und schließlich in individuellen Maßnahmen für die jeweiligen Unternehmen zusammengefasst.

Die Analyse wird schrittweise durchgeführt, um möglichst alle Optimierungspotenziale zu identifizieren und Maßnahmen der Ergonomie mit ganzheitlichem Blick auf den Arbeitsplatz entwickeln zu können. Begonnen wird mit der Messung der physikalischen Ergonomie mit einer systematischen Belastungsanalyse mittels eines Motion-Capture-Messsystems. Dabei werden in Echtzeit Körperhaltungen, Bewegungsabläufe und körperliche Belastungen exemplarisch für einen Mitarbeiter pro Arbeitsplatz aufgezeichnet.



Im nächsten Schritt wird darauf aufbauend ein Workshop mit den Prozessverantwortlichen durchgeführt, um die relevanten Leitmerkmalmethoden (LMM) zu ermitteln.

Anschließend folgt die Messung der kognitiven Ergonomie: Eine repräsentative Gruppe von Mitarbeitenden wird anonym befragt – zu den subjektiven physischen und psychischen Arbeitsanforderungen und Beschwerden. Dazu zählen sowohl die Umstände rund um Arbeit und Beruf wie Arbeitsinhalt, Arbeitsaufgabe, Arbeitsorganisation, soziale Beziehungen und Arbeitsumfeld, als auch die Gesundheit und das Wohlbefinden, z. B. Gesundheitszustand, Muskel-Skelett-Beschwerden und die Arbeitsbelastung.

Aus diesen beiden Analyseschwerpunkten werden die ersten Ergebnisse gezogen. Es wird ein Überblick zu den Belastungsschwerpunkten und Gesundheitsgefahren erstellt und erste Empfehlungen zu der ergonomischen Arbeitsplatz- und Prozessgestaltung gegeben. Allgemein sollen so die Einhaltung physiologischer Belastungsgrenzen gewährleistet und berufsbedingte Gefahren vermieden werden.



Dieser grundlegende Ergonomie Quick Check kann noch durch weitere Aspekte ergänzt werden, wie die Analyse der Arbeitsplatz- und Arbeitsumgebungsbedingungen. Dabei werden die Arbeitsplatzabmessungen mit den aktuellen deutschen Regelwerken in Bezug auf Arbeitshöhe, Greifraum, Anordnung von Anzeigen und Bedienelementen, Bewegungsraum, Messungen der Beleuchtungsstärke und des Schallpegels verglichen.

Eine weitere Option ist die Testung von Exoskeletten. Dazu werden Mitarbeitende und Führungskräfte ausführlich geschult und der gesamte Vorgang von professionellem Personal begleitet. Nachdem die Technologie vorgestellt wurde, können Freiwillige das Konstrukt anlegen und anpassen lassen. Wie schon zu Beginn werden die relevanten Arbeitsabläufe nun mit den Exoskeletten getestet. Dieser Vorgang wird auch nochmal mithilfe von Fragebögen ausgewertet, um den Mehrwert genau darstellen zu können und das Feedback der Mitarbeitenden einzuholen.

Durch das Zusammenspiel dieser Maßnahmen können an den jeweiligen Arbeitsplätzen Verbesserungen der Arbeitsbedingungen erzielt werden und so schließlich den großen

Problemen einer gesamten Branche wie der Belastungs- und Beschwerdesituation und dem Fachkräftemangel in den Betrieben entgegengewirkt werden. Nur durch den Einsatz von Arbeits- und Gesundheitsmaßnahmen können körperlich anstrengende Berufe attraktiver und zugleich auch zukunftsorientierter gestaltet werden, um die kleinen Heldentaten weiterhin zu ermöglichen, die uns allen den Alltag erleichtern.



Kontakt

Dipl.-Ing. Semhar Kinne | 0231 9743-148 |
semhar.kinne@iml.fraunhofer.de

Dr. Dipl.-Psych. Veronika Kretschmer | 0231 9743-289 |
veronika.kretschmer@iml.fraunhofer.de



Auf Biegen und Brechen – Verpackungslabor 2.0

Zugegeben: Im Kontext von Künstlicher Intelligenz (KI) und Digitalisierung klingen Versuchslabore aus dem Jahr 1986 wenig innovativ und »mind blowing«, sondern allenfalls traditionell oder gar »verstaubt«. Dass »alt« nicht gleich »lahm« bedeutet und sich Altbewährtes und Fortschrittliches nicht ausschließen, beweist das Verpackungslabor des Fraunhofer IML – in das mittlerweile auch KI Einzug hält.

Es ist der Traumjob eines jeden kleinen oder großen Kindes mit Zerstörungsdrang: Gegenstände so lange mit Hitze, Feuchtigkeit, Stößen, Stürzen und roher Gewalt bearbeiten, bis sie kaputt gehen. Was bestenfalls nach Spaß, aber alles andere als nützlich klingt, ergibt in der Verpackungslogistik durchaus Sinn. Denn: Die primäre Aufgabe einer jeden Verpackung ist es, Produkte vor Beschädigungen zu schützen. Im täglichen Einsatz allerdings werden Verpackungen im Lager, auf dem Lkw oder im Supermarkt gestapelt, gerollt, gezogen, sie erleiden beim Transport Stürze, Stöße oder Vibrationen und werden je

nach Zielort extremen Temperaturen und Feuchtigkeit ausgesetzt. Um herauszufinden, wie viel am Ende »zu viel« ist und wie Verpackungen gestaltet sein müssen, damit sie den Herausforderungen gewachsen sind, simulieren die – wie sie sich selbst nennen – »Verpacker« die entstehenden Belastungen im Labor realitätsnah mit speziellen Prüfmaschinen.

Markus Menting, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Verpackungslabor, ist einer dieser »Verpacker« (Verpackungslogistiker): »Wir haben hier die Möglichkeit, Schwachstellen, Einsparpotenziale und die Leistungsfähigkeit von Transportverpackungen, also beispielsweise Pappkartons, Ladungsträgern wie Europaletten, aber auch von kompletten Ladeeinheiten zu analysieren und zu bewerten«, so Menting. Die Prüfungen erfolgen nach nationalen und internationalen Standards wie DIN (Deutsches Institut für Normung e. V.), ISTA (International Safe Transit Association) oder ASTM (American Society for Testing and Materials).

Prüfstand der Extreme

DIN, ISTA und ASTM klingen eher nach präzisen Messungen und mitunter aufwendigen Prüfberichten, dahinter stecken aber auch besagte Belastungstests, die nicht nur Kinderaugen zum Leuchten bringen. In der Zug- und Druckprüfmaschine werden beispielsweise Paletten, Gitterboxen, Behälter und Ladeeinheiten (z. B. eine gepackte Palette mit gestapelten Kartons) auf ihre rutschhemmenden Eigenschaften und ihre Tragfähigkeit/Durchbiegung bei Hochregal- und Bodenlagerung getestet. Einfach ausgedrückt: Kartons, Behälter und Ladeeinheiten werden zwischen zwei Metallplatten gelegt und dann zerquetscht. Ebenso die Klötze und Füße von Behältern und Paletten. Paletten aus unterschiedlichsten Materialien werden außerdem so lange durchgebogen, bis sie brechen. Darüber hinaus gibt es einen sog. Präzisionsfalltisch und Fallhaken, mit denen die Prüfobjekte aus Höhen von bis zu vier Metern fallen gelassen werden, um u. a. die Stabilität beim Eckfall einer Palette oder eines Kartons zu bewerten.

Um auch unterschiedliche Temperatur- und Luftfeuchtebedingungen sowie Dauerbelastungen abbilden zu können, stehen vier Klimakammern mit einer Größe von bis zu 12 Quadratmetern zur Verfügung. In diesen können die Prüfobjekte bei Bedarf auch schon vorab Temperaturen zwischen -45 °C und +140 °C sowie einer relativen Luftfeuchtigkeit von 10 bis 95 % ausgesetzt werden. Zwei Schwingtische simulieren zudem Vibrationen und dynamische Schwingungsbelastungen, wie sie auf eine Verpackung oder Ladeeinheit beim Transport per Lkw, Bahn oder Flugzeug einwirken. »Die Prüfungen stellen nicht nur sicher, dass die Verpackungen und Ladungsträger robust und zuverlässig sind, sondern vermeiden auch teure Anlagenstillstände, Kundenreklamationen und den Einsatz überdimensionierter, teurer Ladungsträger«, erklärt Menting.



Die Sofaritze des Labors

Herzstück des Verpackungslabors ist das »Horizontal Impact Test System« (HITS), eine in dieser Form weltweit einzigartige Prüfmaschine, die eigens für das Verpackungslabor in den USA entwickelt und angefertigt wurde und seit 2012 in Betrieb ist. Auf einer 17 Meter langen Teststrecke können Prüfobjekte mit einem Gewicht von bis zu 1500 kg realen Transportbelastungen ausgesetzt werden. Die HITS simuliert mit hoher Präzision horizontale Belastungen, wie sie beim Kurvenfahren von Lkw, bei Vollbremsungen oder beim Koppeln von Eisenbahnwaggons auftreten. So können material- und kosteneffiziente Maßnahmen zur Bildung von Ladeeinheiten entwickelt und die Sicherheit im Transport erhöht werden. »Wir prüfen hier Verpackungen aus allen Branchen und wir hatten auch schon das Pech, dass wir Zucker und Ginger Ale auf der HITS beschleunigen wollten und gleich zu Beginn alles umgekippt ist. Das klebrige Zeug war überall auf den Schienen und in jeder Ritze, also da hat sich über die Jahre sicherlich einiges angesammelt«, erzählt Menting. Womöglich würde die Maschine heute noch süß schmecken.



Ein Labor voller Möglichkeiten

Gabelstapler, Hubwagen und Rollbahn komplettieren das altbewährte Portfolio des Verpackungslabors. Mit ihnen können Fahr- und Handlingstests unter realistischen Bedingungen durchgeführt werden, wie das Durchfahren von Bodenwellen, Bremsmanöver und raues Handling. Auf der Rollbahn-Förderstrecke lässt sich das Verhalten von Ladungsträgern und Ladeeinheiten bei Dauerbelastung feststellen – sei es Abrieb, Risse oder Brüche. Im Netzmittelbad wird getestet, wie sich Ladungsträger für den Hygienebereich (z. B. H1-Hygienepaletten) nach einem Bad in heißer Seifenlauge verhalten. Die Ergebnisse werden mithilfe moderner Präzisionsmess- und Kameratechnik erfasst. Dazu gehören digitale Kameras mit Zeitlupenaufnahmen, elektronische Distanzmessgeräte sowie Datenlogger zur Aufzeichnung von Temperatur, Feuchtigkeit und Beschleunigung.

Generationen von Verpackern

Ralf Wunderlich, technischer Leiter des Verpackungslabors und ein wahrer »Altmeister« seines Fachs, bringt über 30 Jahre Erfahrung und umfangreiches Wissen in das Labor ein. Tag für Tag gibt er sein fundiertes Wissen an junge

Verpacker weiter und unterstützt sie bei den vielfältigen Prüfungen und im Laboralltag. Auf diese Weise hat er schon viele Studierende und heutige Mitarbeitende ausgebildet. Aber auch Wunderlich selbst profitiert von der Zusammenarbeit: In Sachen Forschung und Sensortechnik hat die jüngere Generation die Nase vorn, sodass sich das Team perfekt ergänzt. So passt sich auch das Verpackungslabor, das 2012 umfangreich modernisiert und umgestaltet wurde, kontinuierlich den neuesten technologischen Entwicklungen an und steht damit gleichermaßen für Tradition und Innovation. »100-mal den gleichen Stoß auf einer Rollbahn auszulösen, um damit zum Beispiel eine KI auf diese Bewegungs- oder Beschleunigungsdaten zu trainieren, sind Möglichkeiten, die bisher noch nicht wirklich ausgeschöpft wurden und die wir jetzt erst richtig angehen«, berichtet Lukas Lehmann, Teamleiter der Verpacker. Die Rede ist vom Forschungsprojekt »Pal2Rec« (Sensorbasierte logistische Aktivitätskennung von (Euro-)Paletten), dessen Ziel es ist, logistische Ereignisse (Stöße, Anhalten usw.) anhand von Bewegungsdaten zu erkennen. Doch der Reihe nach:



Forschungsprojekt Pal2Rec

Verpackungen müssen heute mehr leisten als je zuvor. Sie sollen nicht nur den Inhalt schützen, sondern auch umweltfreundlich, kostengünstig und benutzerfreundlich sein. »Smart Packaging« ermöglicht es, durch die Einbindung von Sensoren und digitalen Technologien Daten über den Ort, den Zustand und die Verfügbarkeit von Waren in Echtzeit zu erfassen und auszuwerten. Auch Paletten wurden in den letzten Jahren zunehmend mit Codes und Sensorik ausgestattet, um die verborgenen Potenziale für Transparenz und Effizienz in der Supply Chain zu nutzen. Soweit die Theorie. Doch Julian Brandt, Projektleiter von »Pal2Rec« weiß: »Die Idee, an intelligenten Paletten zu forschen, ist nicht neu, die Kunst besteht darin, aus den Daten etwas zu machen.«

»Die Idee, an intelligenten Paletten zu forschen, ist nicht neu, die Kunst besteht darin, aus den Daten etwas zu machen«

Julian Brandt

Paletten sind die stillen Stars, die unbesungenen Helden der Logistik. Die einfachen Holzrahmen, auf denen un-

zählige Güter von A nach B transportiert werden, sind seit Jahrzehnten unverzichtbar. Doch was wäre, wenn diese Paletten mehr könnten als nur tragen? Genau hier setzt das im Februar 2024 gestartete Forschungsprojekt Pal2Rec an. Die mit Sensoren ausgestatteten Paletten können nicht nur ihre Bewegungen aufzeichnen, sondern auch Stürze, Stöße, Kippbewegungen und die Art ihrer Beschleunigungen registrieren. Dadurch lassen sich detaillierte Einblicke in den regulären Transportprozess gewinnen. Wird eine Palette z. B. ein- oder ausgelagert, zeichnen die Sensoren diese Ereignisse auf und liefern wertvolle Daten zur Analyse.

Von der Datenerhebung zur Prozessoptimierung

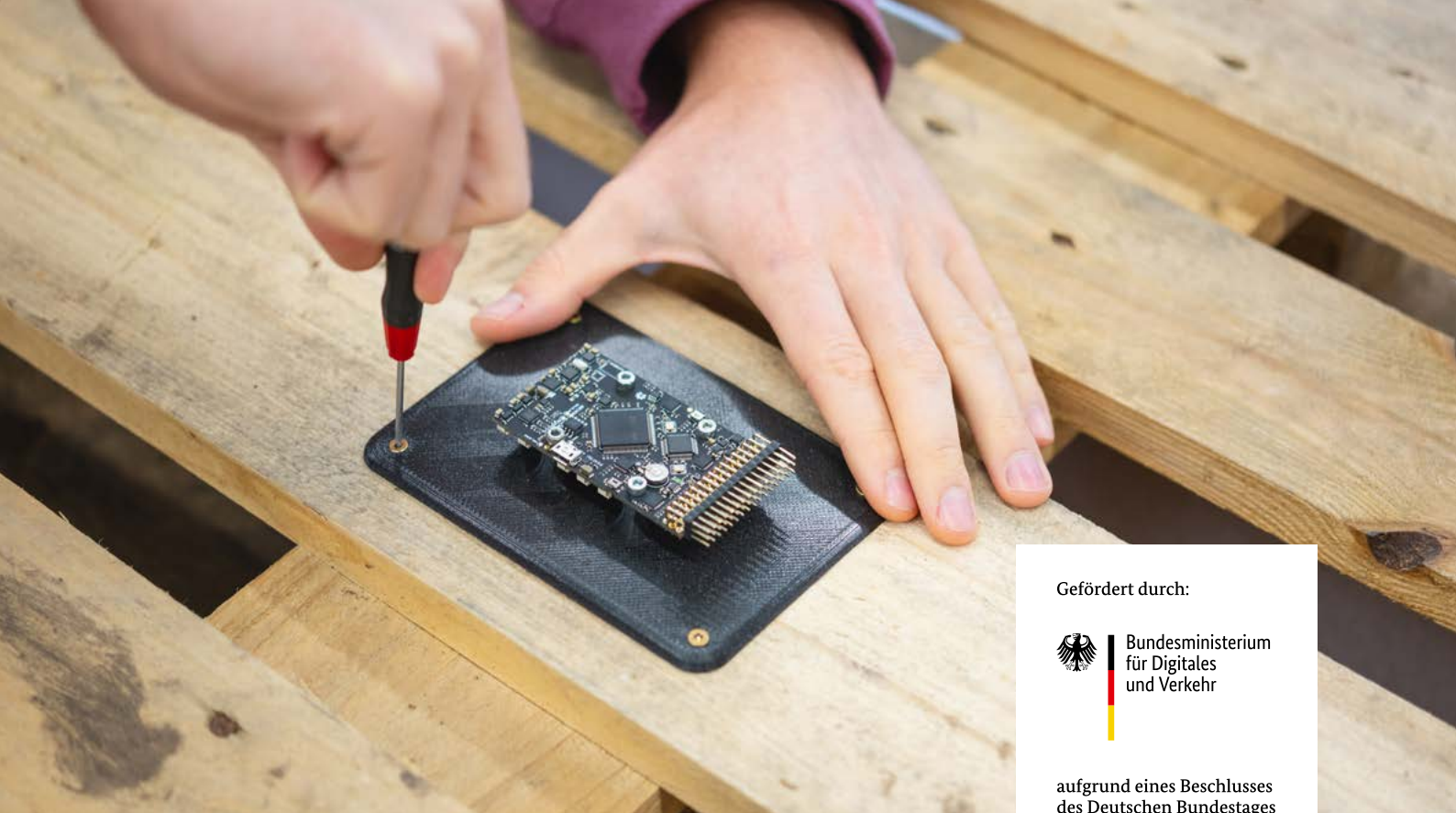
Im Labor wird derzeit fleißig getestet und verschiedene Sensoren miteinander verglichen, Videos aufgezeichnet und Daten ausgewertet. Auf eigens dafür eingerichteten Parcours fahren Paletten mit integrierten Sensoren umher. Diese Messungen werden dann mit den Videoaufnahmen verknüpft und ausgewertet. Die Videos dienen später dazu, eine KI anzulernen, die die Bewegungsmuster automatisch erkennen und einordnen soll. Einzigartig ist, dass die Paletten keine externe Informationsquelle benötigen. Sie sind autark und sammeln ihre Daten selbst. Ein entsprechendes Programm genügt, um die Daten zu verarbeiten und nutzbar zu machen.

Die gesammelten Daten sind für die Logistikbranche von unschätzbarem Wert. »Sie ermöglichen nicht nur die Nachverfolgung von Transportprozessen, sondern helfen auch, Anomalien und Schäden zu erkennen. So kann frühzeitig eingegriffen werden, wenn etwas schief läuft«, erklärt Brandt. Derzeit ist die intralogistische Fördertechnik eine absolute Blackbox: Paletten fahren heile, mit Ware beladen hinein und kommen irgendwann beim Kunden aus der Fördertechnik wieder heraus – beschädigt, ramponiert, kaputt. Mit Pal2Rec gibt es erstmals die Möglichkeit, diese Blackbox zu entschlüsseln.

Die mobile Revolution

Abgeschlagene Kufen, kaputte Klötze, gebrochene Bretter: Viele Unternehmen kennen das Problem, dass die Paletten unbeschädigt in die Fördertechnik gelangen und nach 10 km wieder herauskommen und aussehen, als wären sie 10 Jahre gealtert. Da der Lösungsansatz von Pal2Rec auch in diesem Fall helfen kann, haben die Verpacker parallel zum Forschungsprojekt einen Demonstrator geschaffen, der als mobile Prüfeinheit direkt beim Kunden vor Ort in die Fördertechnik eingespeist werden kann, um mögliche Auffälligkeiten zu analysieren.

Das funktioniert so: Eine batteriebetriebene und mit Messtechnik ausgestattete Palette durchläuft den normalen Kreislauf eines Unternehmens (Produktion, Lagerung, Transport) und zeichnet dabei die Bewegungs- und Beschleunigungsdaten, inklusive der Stöße auf, denen sie währenddessen ausgesetzt ist. Gleichzeitig liefert eine 360°-Kamera detaillierte Bilder dieser kritischen Momente. Dank synchronisierter Zeitstempel können die aufgezeichneten Stöße exakt mit den Kamerabildern verknüpft werden. Dies



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ermöglicht eine genaue Lokalisierung der kritischen Stellen entlang der Förderstrecke. Auf dieser Basis können diese Bereiche gezielt analysiert und sukzessive optimiert werden, um Schäden an den Paletten effektiv zu minimieren oder bestenfalls ganz zu vermeiden.

Ein Blick in die Zukunft

Das beschriebene Szenario nutzt nur einen kleinen Teil der Möglichkeiten von Pal2Rec, stellt aber heute schon einen sehr konkreten Anwendungsfall dar. Nach Abschluss der aktuellen Machbarkeitsstudie im Oktober 2024 ist eine breitere Anwendung der Technologie in Kooperation mit verschiedenen Logistikunternehmen und Branchenakteuren geplant, um das System umfangreicher in der Praxis zu erproben. Dabei soll vor allem die Sensorik verbessert und die Datenaufnahme auf alle Bereiche der Intralogistik ausgeweitet werden, um so die logistischen Aktivitäten erkennen zu können.

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) im Rahmen der Innovationsinitiative mFUND mit rund 200.000 Euro gefördert. Die Projektpartner, das Fraunhofer IML und der Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen (FLW) der TU Dortmund, bewerben sich derzeit um eine Anschlussförderung.

Neue Stufe der Verpackungsprüfung

Die in Pal2Rec eingesetzten Messsysteme kommen auch außerhalb des Forschungsprojekts zum Einsatz und ergänzen das altbewährte Portfolio des Labors perfekt. Dabei eröffnen sich neue Potenziale und Anwendungsmöglichkeiten: Bisher lag der Fokus der Forschung eher darauf, ob eine Verpackung die Ware ausreichend schützt. Mit Hilfe der

Messtechnik können nun auch die Auswirkungen auf die Ware selbst gemessen werden. Das heißt, die Sensoren können nicht nur außerhalb der Verpackung oder am Ladungsträger angebracht werden, um die dort wirkenden Kräfte zu messen, sondern auch direkt im Karton, an der Ware selbst. Alternativ kann auch eine 3D-gedruckte Kopie anstelle der Ware platziert werden. »Früher haben wir auf das Verpackungssystem geguckt: Hält die Palette, hält die Box, hält der Karton, hält die Ladeinheit – ja/nein und dann reingeschaut: Ist das Produkt beschädigt/ist das Produkt nicht beschädigt. Jetzt können wir Rückschlüsse ziehen, warum es nicht mehr heile ist«, erläutert Lukas Lehmann.

Besonders wichtig ist das bei bruchgefährdeter Ware oder Flüssigkeiten, aber auch bei empfindlichen Objekten wie Medizinprodukten oder sensibler Messtechnik, bei denen schon geringe Erschütterungen zu Schäden führen können. Welche Schwingungen bei den Tests auf die Verpackungssysteme einwirken, weiß das Team des Verpackungslabors jederzeit, denn es stellt die Intensität selbst ein und misst regelmäßig an den Verpackungen und Ladeeinheiten, ob die eingeleiteten Schwingungen dort auch ankommen. »Früher wussten wir allerdings nicht genau, was in der Verpackung selbst passiert, weil oft ein Karton, eine Polsterschicht, vielleicht noch eine Schachtel und eine Produktverpackung dazwischen liegen. Wir wussten nicht, ob das Verpackungssystem die Vibrationen oder Stöße wirklich so absorbiert, wie es sollte, und am Ende geht es ja genau darum, die Ware zu schützen«, sagt Lehmann. Mit dem hochmodernen Messsystem haben die Verpacker endlich Gewissheit.



Kontakt

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



Ein Hauch von

Dolce Vita

Wie kommen Mensch und Roboter am Arbeitsplatz sicher zusammen? Antworten auf diese Frage will ein Forschungsprojekt liefern, bei dem Mitarbeitende des Fraunhofer IML gemeinsam mit europäischen Partnern die Kollaboration zwischen Menschen und Robotern im Kontext der Produktion untersuchen. Maschinelles Lernen könnte dabei zur Schlüsseltechnologie werden.

Was lässt sich nicht alles mit dem wohlklingenden Namen »Felice« in Verbindung bringen? Als italienischer Vorname erinnert er an das Lächeln eines Kindes, an das erste Sonnenlicht nach einem langen Winter oder an die sanfte Brise, die an einem warmen Sommertag über die Weiten der Toskana streicht. Forschende dagegen gehen mit dem melodischen Namen eher sachlich um und nutzen ihn als Bezeichnung für das EU-Forschungsprojekt »Flexible Assembly Manufacturing with Human-Robot Collaboration and Digital Twin Models« (FELICE). In diesem Projekt erforscht das Fraunhofer IML – gemeinsam mit Partnern – die Kollaboration zwischen Menschen und Robotern in der Produktion. Ziel ist es, die Agilität und Produktivität manueller Montageproduktionssysteme zu erhöhen, Sicherheit zu gewährleisten und das Wohlbefinden der Fabrikarbeitenden zu verbessern. Dafür werden Technologien, die die kognitiven Fähigkeiten des Menschen mit der Genauigkeit und Ausdauer von Robotern kombinieren, gesucht und entwickelt.

Ein Fokus liegt dabei auf der physischen Ergonomie der Mitarbeitenden. Verschiedene Datenquellen wie Wearables, BCIs und Kamerasysteme werden dafür zusammengefügt, um daraus einen »digitalen Zwilling« der gesamten Arbeitsumgebung zu erstellen. Über die Methoden des Maschinellen Lernens (ML) und der Künstlichen Intelligenz (KI) passen die Forschenden die Verhaltensweise der Roboter an die interagierenden Menschen an. Das Projekt sieht dafür adaptive Arbeitsstationen und einen gezielt eingesetzten Roboter mit Greifarm vor, der mit den Menschen in den Montagelinien zusammenarbeitet. Immer dann und

immer dort, wo er im Prozess am meisten unterstützen kann. Über die KI wird versucht, möglichst auch die Kognition Stück für Stück dem Roboter zu überlassen.

Mensch und Roboter im realen Arbeitsprozess

Konkret umgesetzt wird FELICE im Centro Ricerche Fiat (CRF) in Melfi (Italien). Die Forschungs-Tochterfirma von Fiat betreibt dort eine Versuchshalle, in der Autotüren zusammen- und auseinandergebaut werden. Hier wird untersucht, wie der aktuelle Bedarf in der Fertigung gedeckt und die nächste Generation von Montageprozessen entwickelt werden kann. Für Oliver Urbann aus der Abteilung für Künstliche Intelligenz und Autonome Systeme am Fraunhofer IML ist es von großem Vorteil, dass FELICE sehr industrienah mit echten Robotern, Menschen und realen Arbeitsabläufen arbeitet, »was selten ist und eine wertvolle Chance darstellt.« Ein sehr vielschichtiger Forschungsbereich, den sein Team unter den dort herrschenden optimalen Bedingungen vorantreiben will, ist das »Greifen von Gegenständen durch Roboter«, das trotz vieler Bemühungen immer noch nicht optimal funktioniert. Allerdings handelt es sich dabei auch um einen hochkomplexen Vorgang, bei dem sehr viele Faktoren berücksichtigt werden müssen – wie zum Beispiel die richtige Kraft beim Greifen oder die optimale Position von Roboter oder Werkzeug. »Immerhin brauchen auch wir Menschen nach unserer Geburt mehrere Jahre, bis wir einen Schraubenzieher richtig greifen können – und das, obwohl wir Robotern intellektuell weit voraus sind«, veranschaulicht Oliver Urbann die Komplexität des Arbeitsschritts.

Maschinelles Lernen optimiert den Greifprozess

Zum Gamechanger könnte das Maschinelle Lernen werden. »Einfach formuliert simulieren wir in diesem konkreten Fall sehr viele Roboter parallel, die alle eine leicht veränderte Umgebung vorfinden«, so Urbann. Beispielsweise liegt der Schraubenzieher an einer versetzten Stelle oder der Roboter steht an einem anderen Platz. Dadurch



»lernt« das Gesamtsystem, wie es auf sehr unterschiedliche Situationen zu reagieren hat. Inzwischen sind die IML-Forschenden so weit, dass dem Roboter der Schrauben- ziehen weggenommen und woanders hingelegt werden kann und er diesen »Fehler« eigenständig korrigiert. Dazu Oliver Urbann: »Ich bin mir sicher, dass wir künftig mit den Algorithmen des Maschinellen Lernens – insbesondere durch die Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten – in der Robotik noch sehr viel Potenzial heben. Der Durchbruch kommt schon sehr bald – wir arbeiten mit Hochdruck an dieser Herausforderung.«

»Ich bin mir sicher, dass wir künftig mit den Algorithmen des Maschinellen Lernens – insbesondere durch die Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten – in der Robotik noch sehr viel Potenzial heben. Der Durchbruch kommt schon sehr bald – wir arbeiten mit Hochdruck an dieser Herausforderung«

Dr.-Ing. Oliver Urbann

»Dolce Vita« liegt in der Luft

Zur Herausforderung für die Teammitglieder des Fraunhofer IML wird aber auch jede Anreise zum FELICE-Hauptquartier im süditalienischen Melfi. Die 20.000-Seelen-Gemeinde liegt – weit entfernt von den hektischen Straßen und dem Lärm großer Städte – »in the middle of nowhere«, umgeben von malerischen Landschaften mit sanften Hügeln. Ein Ort der Ruhe, der wirklich gut zu FELICE passt. Er verströmt einen Hauch von »Dolce Vita«.

FELICE – Flexible Assembly Manufacturing with Human-Robot Collaboration and Digital Twin Models

Finanzierung:

H2020-EU.2.1.1. (EU Grant ID number: 101017151)

Budget:

6.342.975 Euro

Projektzeitraum:

01.01.2021 – 30.06.2024

Projektkoordination:

Institute of communication and computer systems, Greece

Partner:

Profactor GmbH, Austria
Centro Ricerche FIAT SCPA, Italy
FH OO Forschungs & Entwicklungs GmbH, Austria
AEGIS IT Research GmbH, Germany
Forschungsgesellschaft für Arbeitsphysiologie und Arbeitsschutz e.V., Germany
IDRYMA Technologias Kai Erevnas, Greece
CAL-TEK SRL, Italy
Technische Universität Darmstadt, Germany
Universita Degli Studi Di Salerno, Italy
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Germany
Stancyk Bartlomiej, Poland
Eunomia Limited, Ireland



Kontakt

Sebastian Hoose M. Sc. | 0231 9743-490 |
sebastian.hoose@iml.fraunhofer.de

Thomas Kirks M. Eng. | 0231 9743-134 |
thomas.kirks@iml.fraunhofer.de



European
Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

Das Netz, aus dem **die Träume** sind

Manchmal ist es kaum zu fassen: Wir leben im Jahr 2024 und doch hängt unser Mobilfunknetz gefühlt noch zwei Jahrzehnte zurück. Wenn in diesem Kontext von dem Mobilfunknetz 6G geredet wird, klingt das eher nach Träumerei. Jedoch nicht am Fraunhofer IML. Das Projekt »6GEM open – efficient – secure – safe« möchte eine Zukunft gestalten, in der ab 2030 6G das zentrale System unseres Lebens bildet.



GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

6GEM steht nicht nur für das Mobilfunknetz der Zukunft, sondern auch für ein einzigartiges Projektkonsortium aus wissenschaftlicher Exzellenz und Mobilfunkexpertise auf Netzwerk-, Material-, Komponenten-, Mikrochip- und Modulebene in Nordrhein-Westfalen. Beteiligt sind neben dem Fraunhofer IML außerdem noch die TU Dortmund, die RWTH Aachen, die Ruhr-Universität Bochum, die Universität Duisburg-Essen und vier weitere außeruniversitäre Forschungseinrichtungen. Seit August 2021 forscht das Konsortium gemeinsam in dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt.

Das Projekt gliedert sich in insgesamt 7 Themenschwerpunkte, um Deutschland eine führende Rolle auf dem Markt der Technologieanbieter zu verleihen und die Bedeutung eines gut ausgebauten Mobilfunknetzes zu unterstreichen:

- digitaler Operationssaal,
- Smart Hospital,
- Deutsches Rettungsrobotik-Zentrum,
- hochautomatisierte Produktionsumgebung,
- Hochgeschwindigkeits-Intralogistik,
- Hafenlogistik
- und Straßenverkehrsszenarien von der Innenstadt bis zur Autobahn.

Die 3D-automatisierte Intralogistikumgebung des Fraunhofer IML und des Lehrstuhls für Förder- und Lagerwesen (FLW) der TU Dortmund besteht aus zwei Forschungshallen für Demonstrations-, Simulations- und Testzwecke. Diese bieten reproduzierbare Validierungsmöglichkeiten zur Testung und Messung von 6G-Technologie. Es können entweder reale oder sogar noch kritischere Maßstäbe durch Anpassung der Parameter der mobilen Kommunikation getestet werden. Zur Nachbildung von Abschattungseffekten und Signalstärken werden reflektierende und dämpfende Hindernisse eingesetzt.

Ein erster Demonstrator, in dem ein 3D-Seilroboter Lücken in der Funkverbindung überbrückt und ein Digital Network Twin (DNT) das Testfeld mit den Roboterplattformen, die aufgebauten Hindernisse und die Funkkommunikation in Echtzeit simuliert, wurde letztes Jahr aufgebaut. Die Netzwerkkommunikation und Umgebungsinformationen werden zudem mittels des Lasersystems visualisiert, wodurch Abläufe und Ergebnisse dargestellt werden können und ein besseres Netzwerkverständnis gefördert wird. Dies wurde auf der jährlich stattfindenden 6GEM General Assembly 2024 vorgestellt.

Entscheidungen in Echtzeit werden idealerweise dort getroffen, wo die Bedingungen am günstigsten sind und die technische Ausstattung am besten verfügbar ist. Ein Edge-Cloud-Continuum ermöglicht die Verteilung von High-Level-Fähigkeiten wie KI und Analytik. Die Entscheidungsinstanzen wechseln angepasst an die Situation und fließend zwischen Cloud, Edge und on-Device. Ziel ist der Aufbau OpenRAN-kompatibler Software, die es ermöglicht, Entscheidungen zu treffen, situativ und fließend Zustände speichert und basierend darauf den Ausführungsort wechseln

kann. Um die Berechnung dieser Faktoren dort stattfinden zu lassen, wo das beste Netz und die besten Ressourcen verfügbar sind, werden Ansätze aus Multiagenten- und Clustersystemen in Zusammenhang mit dem neuen 5G Campusnetz, welches gerade aufgebaut wird, verwendet.

Dieser Demonstrator soll auf der 6GEM General Assembly 2025 vorgestellt werden, welche vor Ort auf dem Campus des Fraunhofer IML und des Lehrstuhls FLW der TU Dortmund stattfinden wird. Neben der innovativen Forschung ist ein besonderes Highlight das Konsortialtreffen innerhalb des Projekts, in dem alle Teilnehmenden ihre aktuellen Forschungsstände austauschen und sich neu vernetzen können. Neben den deutschen Projektpartnern sind auch internationale Gäste zugegen, die sich für die innovative Forschung des Konsortiums interessieren.



Kontakt

Julia Freytag M. Sc. |
julia.freytag@iml.fraunhofer.de



Hürden bei der KI-Einführung mit Schwung meistern

Künstliche Intelligenz (KI) hat in den letzten Jahren enorme Fortschritte gemacht und bietet heute eine Vielzahl von potenziellen Anwendungen in verschiedenen Bereichen, auch in der Logistik. Selbst, wenn es Gründe gibt, warum KI nicht in vollem Umfang zur Anwendung kommt, sind die Hindernisse bei der Umsetzung von Digitalisierungs- und KI-Lösungen geringer als oft befürchtet.

Datenschutzbedenken, technologische Komplexität, mangelnde Expertise im Unternehmen und vermeintlich hohe Kosten sind nach der Ansicht von Josef Kamphues die Hauptgründe dafür, warum KI noch nicht den Stellenwert bei kleinen- und mittelständischen Unternehmen (KMU) genießt, den sie aufgrund ihrer zahlreichen Vorteile eigentlich verdient hat. »Diese Herausforderungen müssen angegangen werden, um das Potenzial der KI in der vollen Breite in der Industrie nutzen zu können«, so Josef Kamphues, Abteilungsleiter Supply Chain Development & Strategy am Fraunhofer IML.

Einwände im Beratungsgespräch entkräften

Ein wesentliches Hemmnis ist der Fachkräftemangel beziehungsweise fehlendes Spezialwissen. Viele Unternehmen finden keine qualifizierten Mitarbeitenden oder das bestehende Personal kann das nötige Wissen nicht erwerben, weshalb KI-Projekte gar nicht erst angegangen werden oder oft scheitern. Ein weiteres Hindernis ist die fehlende Datenbasis. Viele KI-Anwendungen benötigen betriebliche Daten, die oft nicht in ausreichender Qualität vorhanden sind. Auch gestiegene Finanzierungskosten und fehlende finanzielle Ressourcen sind bedeutende Hemmnisse. Weitere Bremsen sind mangelnde Sensibilisierung der Geschäftsführung, nicht vorhandene Rechtssicherheit, fehlende mehrwertbringende Anwendungsmöglichkeiten und regulatorische Hürden. »Tatsächlich können wir die allermeisten dieser Einwände im Gespräch mit interessierten Unternehmen schnell entkräften. Gerade bei dieser noch neuen Technologie existieren viele Mythen, die es zu relativieren gilt.

Natürlich ist KI kein Selbstzweck – es braucht immer einen Anwendungsfall«, sagt Helena Piastowski, Abteilungsleiterin Produktionslogistik am Fraunhofer IML. »Daher begleiten wir Unternehmen bspw. im Rahmen des Mittelstand-Digital Zentrums Ruhr-OWL dabei, den potenzialträchtigen Einsatzfeldern auf die Spur zu kommen«, ergänzt Josef Kamphues.

Eindrucksvolles Beispiel einer KI-basierten Lösung

Als positives Beispiel nennt Martin Friedrich, KI-Trainer im Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL, die Implementierung von KI-basierten Lösungen im Bereich Behältermanagement bei der Mühlhoff Umformtechnik GmbH. Durch den Einsatz fortschrittlicher Technologien zur Optimierung der Logistikprozesse wird bei dem Automobil-Zulieferunternehmen aus Uedem am Niederrhein nicht nur die Effizienz gesteigert, sondern auch die Transparenz und Nachverfolgbarkeit im gesamten Produktionsablauf verbessert. Das Behältermanagement bei Mühlhoff umfasst eine Vielzahl von Prozessen – angefangen bei der Lagerung und dem Transport bis hin zur Rückverfolgung und Verwaltung der Behälter. Traditionell war dies ein arbeitsintensiver und fehleranfälliger Bereich. »Mit der Einführung von Künstlicher Intelligenz (KI) hat sich dies grundlegend geändert. Die KI-gestützten Systeme analysieren große Datenmengen in Echtzeit und bieten präzise Vorhersagen über den Bedarf und die Verfügbarkeit von Behältern. Durch Algorithmen des Maschinellen Lernens können Muster und Anomalien erkannt werden, die menschlichen Augen oft entgehen«, so Martin Friedrich. Dies ermöglicht eine proaktive Planung und reduziert Engpässe und Über-

»Durch Algorithmen des Maschinellen Lernens können Muster und Anomalien erkannt werden, die menschlichen Augen oft entgehen«

Dipl.-Wirt.-Math. Martin Friedrich



bestände. Die Implementierung der KI-Technologie bei Mühlhoff hat bereits bemerkenswerte Ergebnisse gezeigt. Die Effizienz der Behälterlogistik wurde signifikant gesteigert, was zu Kosteneinsparungen und einer höheren Kundenzufriedenheit führt. Zudem wird die Umweltbelastung durch optimierte Transportwege und eine reduzierte Anzahl an Leerfahrten minimiert. Friedrich: »Insgesamt zeigt das Beispiel der Mühlhoff Umformtechnik GmbH eindrucksvoll, wie KI-basierte Lösungen das Behältermanagement revolutionieren können. Durch die Kombination von innovativer Technologie und fundiertem Branchenwissen setzt das Unternehmen neue Maßstäbe in der industriellen Logistik.«

»Durch die Kombination von innovativer Technologie und fundiertem Branchenwissen setzt das Unternehmen neue Maßstäbe in der industriellen Logistik«

Dipl.-Wirt.-Math. Martin Friedrich

Optimierte Lieferzeitprognosen dank KI

Auch das Speditions- und Logistikunternehmen ECS GmbH hat bereits die Weichen für eine digitalisierte Ankunftszeitprognose gestellt. In einem Transferprojekt mit dem Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL implementierte der mittelständische Betrieb einen KI-basierten ETA-Service für die Berechnung von Transportrouten und die Prognose voraussichtlicher Ankunfts- bzw. Abfahrtszeiten. »Wir standen die gesamte Projektlaufzeit in sehr engem Austausch mit den Unternehmensverantwortlichen«, sagt Martin Friedrich. Die Prozesse des Transportunternehmens aus Kreuztal wurden aufgenommen und analysiert. Das Ziel: Die Prognosen für Lieferzeiten durch eine KI-basierte Software zu optimieren, Arbeitsabläufe zu vereinfachen und den Kundenservice zu erhöhen. Um das zu erreichen, griff das Mittelstand-Digital Zentrum Ruhr-OWL auf Projektergebnisse eines in der Silicon Economy des Fraunhofer

IML erarbeiteten ETA-Service zurück. »Hierbei entwickeln wir eine Open-Source-Infrastruktur für die Plattformökonomie der Zukunft. Der ETA-Service ist ein wunderbares Beispiel dafür, wie grundlegende KI-basierte Funktionen mittels Open Source einfach zugänglich und kostengünstig nutzbar gemacht werden können«, erklärt Helena Piastowski.

Expertise nutzen bei der KI-Einführung

Josef Kamphues hält zwei Aspekte für essenziell, um KI erfolgreich in die Anwendung zu bringen: »Erstens: KI-Lösungen müssen immer von der Anwendung her gedacht werden. Daher ist es so wichtig, zunächst die spezifischen Einsatzoptionen in den Unternehmen gründlich zu analysieren. Und zweitens: Unternehmen sollten sich nicht scheuen, auf Erfahrungen anderer Unternehmen zurückzugreifen und auch die Expertise von Forschungseinrichtungen und innovativen Start-ups in Anspruch zu nehmen. Gerade der Austausch und die Zusammenarbeit machen es möglich, so manche Stolpersteine zu umgehen und dadurch schneller zu dem gewünschten Projekterfolg zu gelangen.«



Kontakt

Dipl.-Ing. Josef Kamphues | 0231 9743-146 |
josef.kamphues@iml.fraunhofer.de

Dipl.-Logist. Helena Piastowski | 0231 9743-454 |
helena.piastowski@iml.fraunhofer.de

Blockchain für entwaldungsfreie Lieferketten

Der internationale Handel mit Rohstoffen und Produkten spielt eine wesentliche Rolle bei der globalen Entwaldungsproblematik. Deshalb nimmt die Europäische Union im Rahmen der Ende Juni 2023 in Kraft getretenen EU-Verordnung zu entwaldungsfreien Lieferketten Unternehmen in die Pflicht, Sorgfaltspflichten zur Reduktion von globaler Entwaldung zu erfüllen. Mit »ForestGuard« unterstützt das Fraunhofer IML betroffene Unternehmen bei der Einhaltung der Vorgaben der Anti-Entwaldungsverordnung der Europäischen Union (EUDR).

Wälder verdienen aus vielfältigen Gründen besonderen Schutz: Als CO₂-Senke und Biodiversitätshotspot regulieren sie Temperatur- und Wasserkreisläufe. Sie sind Arzneischatz, lebende Genbank und nicht zuletzt Lebens- und Identitätsgrundlage vieler Menschen. Ungeachtet dessen hat die Welt in den letzten 30 Jahren laut der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) etwa 420 Millionen Hektar Wald (Stand 2022) verloren – eine Fläche fast so groß wie die Europäische Union. Entwaldung und Walddegradierung gehören zu den wichtigsten Ursachen der beiden größten ökologischen Herausforderungen unserer Zeit: der Klimakrise und dem Verlust der Biodiversität.

EU stellt sich Verantwortung

Hauptursache für die weltweite Entwaldung und Waldschädigung ist die Ausweitung landwirtschaftlich genutzter Flächen für die Erzeugung von Rohstoffen, wie Soja, Rindfleisch, Palmöl, Holz, Kakao, Kautschuk oder Kaffee. Als eine der größten Volkswirtschaften und größter Verbraucher dieser Rohstoffe trägt die EU maßgeblich zur globalen Entwaldung und Waldschädigung bei – sie ist weltweit der zweitgrößte Exporteur und auch Importeur von Waren. Im Bewusstsein dieser Verantwortung hat die EU die am 29.06.23 in Kraft getretene EU-Anti-Entwaldungsverordnung (EUDR) über entwaldungsfreie Agrarlieferketten verabschiedet. Diese nimmt Unternehmen in die Pflicht, Sorgfaltspflichten zur Reduktion von globaler Entwaldung zu erfüllen. Ausschlaggebend ist der »Bewaldungs-Status«



von Erzeugungsflächen zum Stichtag 31.12.20. Unternehmen müssen lückenlos aufdecken, inwieweit sie mit ihren Produkten und in welcher Rolle – als Inverkehrbringer oder Händler – von der EUDR betroffen sind, um relevante Rohstoffe und daraus hergestellte Erzeugnisse in die EU einführen, ausführen oder vertreiben zu können. Die EUDR soll sicherstellen, dass als kritisch identifizierte Rohstoffe sowie bestimmte daraus hergestellte Produkte, wie Leder, Schokolade und Möbel, die in der EU in Verkehr gebracht werden, weder in der EU noch anderswo in der Welt zur Entwaldung und Waldschädigung beitragen. Die EU will nur noch »entwaldungsfreie« Rohstoffe und Erzeugnisse herstellen und verbrauchen.

Daten erfassen und beherrschen

Die Umsetzung der Anti-Entwaldungsverordnung ist komplex und erfordert eine transparente Erfassung und Aufbereitung großer Datenmengen und Informationen über die gesamte Lieferkette aller Waren inklusive Vorerzeugnisse. Dies stellt Unternehmen vor enorme Herausforderungen. Oft stehen diese Informationen entlang der betroffenen Lieferketten heute entweder gar nicht oder nicht in ausreichender Quantität, Qualität, Verlässlichkeit, Manipulationssicherheit oder Handhabbarkeit zur Verfügung. Im Falle einer Betroffenheit durch Länderrisiken oder entsprechende Erzeugnisse schließen sich Einzelfallprüfungen aller Lieferanten und Produktionsflächen an, eine individuelle Risikoanalyse und die Einleitung von Maßnahmen zur Risikominderung sieht die EUDR ebenfalls vor. Vor dem Geltungsbeginn der Verordnung am 30.12.24 sind deshalb neue technische Konzepte und Lösungsansätze gefordert, um Betroffene bei ihrem Vorhaben, die Anforderungen der EUDR zu erfüllen, zu unterstützen.

Hier setzen das Fraunhofer IML und seine assoziierten Partner mit dem Pilot-Projekt »ForestGuard« an. Der anwendungsorientierte Lösungsvorschlag bietet Unternehmen einen Weg, die Ergebnisse aller Daten zu vorangegangenen Analysen einzuspeisen und über mehrere Stufen der Lieferkette hinweg fälschungssicher zusammenzuführen und nachverfolgbar zu machen. Dazu fließen in »ForestGuard« Daten unterschiedlicher Akteure, Stakeholder und Quellen entlang der Lieferketten ein. Diese werden unter Wahrung der Datensouveränität strukturiert zusammengeführt, um so die erforderliche Transparenz für die Erfüllung der in der EUDR geforderten Sorgfaltspflichten zu gewährleisten. Das Forschungsprojekt wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) im Rahmen der Exportinitiative Umweltschutz (EXI) gefördert. Das Projekt ist am 01.11.23 gestartet und hat eine Laufzeit von 15 Monaten.

Lückenlose und sichere Nachverfolgung

»ForestGuard« ist eine Blockchain-basierte Open-Source-Lösung zur Datenaufnahme (Upload) und Führung (Nachverfolgung über mehrere Stufen) von Nachweisen über Entwaldungsfreiheit. Die relevanten Daten können von Anwendern bereitgestellt werden und über mehrere Stufen der Lieferkette, auch bei Vermischung von Chargen, nachgehalten und Dritten zur Verfügung gestellt werden (Anzeige und Download). Zu den relevanten Daten zählen beispielsweise ein Proof of Ownership (Landtitel), Proof of Freedom from Deforestation (der Nachweis der Entwaldungsfreiheit), Geodaten (Koordinaten), eine Beschreibung der Waren (bspw. Menge oder Verarbeitungsgrad des jeweiligen Produkts) und – wenn vorhanden – Zertifikate (Fair Trade, Fair Globe etc.). Dazu verbindet das Forscherteam die Blockchain-Technologie mit weiteren Technologien, wie beispielsweise dem Internet der Dinge oder Informationen aus geografischen Informationssystemen.

Die Implementierung der Blockchain-Technologie schafft einen »Single Point of Truth« (SPoT). Dieser gewährleistet eine unveränderliche Integrität der Daten. Die Steuerung

von Zugriffen ermöglicht gezielte Einblicke für Unternehmen oder Behörden. Die Entscheidung für eine Open-Source-Lösung erhöht zudem die Skalierbarkeit des Systems. Mit einem generischen Forschungsansatz will das Fraunhofer IML sicherstellen, dass sich die Lieferketten sämtlicher betroffener Rohstoffe und Waren unter Anpassung an individuelle Gegebenheiten abbilden lassen. »Mit ForestGuard möchten wir ein Vorbild für andere Lieferketten und regulatorische Anforderungen schaffen, wie z. B. das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz (LkSG)«, erklärt Roman Koller, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IML und Projektleiter von »ForestGuard«. »Das Projekt erschließt zudem wichtige Grundlagen für Lieferkettenfinanzierungen und Investitionsfinanzierungen für Nachhaltigkeitsprojekte – vor allem in den Erzeugerländern am Anfang der Lieferketten«.

Praxisbeispiel Kaffee-Lieferkette

Damit die Forschenden »ForestGuard« unter realen Rahmenbedingungen entwickeln können, wurde exemplarisch eine Kaffee-Lieferkette aus Peru für das Projekt ausgewählt. Durch eine umfassende Integration von Daten – von der Plantage bis zum Handel – soll die Transparenz und Rückverfolgbarkeit EUDR-relevanter Informationen über die gesamte Lieferkette des Kaffees sichergestellt werden. Zu den Funktionalitäten von »ForestGuard« zählen unter anderem die Vermischung und Aufteilung (Merge und Split) von Chargen (Batches), eine Nachweisungsführung, Prozessverfolgung, die Buchführung über Ernten und ein Erzeugermanagement.

Der Umsetzungsvorschlag mit den entsprechenden Funktionalitäten wird gemeinsam mit starken Partnern aus der Praxis, wie u. a. der REWE Group und Schirmer Kaffee, erarbeitet. »Unsere Projektpartner sind alle von der EUDR direkt oder indirekt betroffen. Ihr Handlungsdruck, aber auch ihre Motivation, an neuen Lösungen mitzuwirken, sind dadurch gleichermaßen groß«, so Roman Koller. »Durch sie bekommen wir die Möglichkeit, ganz nah am Prozess zu arbeiten – buchstäblich vom Feld bis zum Supermarktregal – und können so die Anwendbarkeit und den späteren Praxistransfer unserer Entwicklung sicherstellen.«

Die Unterstützung durch das BMUV und die enge Zusammenarbeit mit erfahrenen Praxispartnern unterstreichen die Relevanz von »ForestGuard« im Kontext globaler Umweltveränderungen und des großen Handlungsdrucks für Unternehmen zu mehr Nachhaltigkeit und Transparenz in Lieferketten durch die EUDR. »Transparente Lieferketten sind die Grundlage unseres Kampfes gegen Klimawandel und Entwaldung«, so Dr. Klaus Wirbel, Mitglied des Sustainable-Finance-Beirats und Leiter Finanzen/Treasury der REWE Group. »Mit dem Pilotprojekt sammeln wir wichtige Erkenntnisse, wie wir die entstehenden Datenmengen und -ströme effizient und transparent managen. Wir sind dann in der Lage, diese Erkenntnisse zu übertragen – das wäre ein großer Fortschritt.«

Von der Planung bis zur Pilotphase

Die erste Projekt-Phase war analytisch-konzeptionell geprägt. Hier haben die Forschenden im Wesentlichen die

fachlichen, technischen und regulatorischen Anforderungen an einen Blockchain-basierten Ansatz zur Umsetzung der EUDR aus Sicht der betroffenen Stakeholder erfasst und ein Konzept entwickelt für den Programmablaufplan, die Software-Architektur, das Datenmodell und eine Beschreibung der Schnittstellen. Daran anknüpfend folgt die zweite Projektphase, die im Mai 2024 angelaufen ist und die Umsetzung des Konzeptes sowie eine Pilotierung und Validierung mit den Projektpartnern beinhaltet.

Zurzeit arbeitet das Forscherteam an der Entwicklung und Implementierung eines ersten funktionsfähigen Prototyps, der die Effektivität des Lösungskonzepts demonstrieren soll. Die Durchführung des Pilotbetriebs des MVP am Beispiel der Kaffee-Lieferkette schließt sich daran an. Dazu reisen die Forschenden zu einer Kaffeekooperative nach Peru. Sie wollen sich ein Bild von der Situation der Bauern vor Ort machen, die dortige Ernte und Logistikprozesse



begleiten und herausfinden, wie dort Daten erfasst und gemanagt werden. Nach Abschluss der Pilotphase und Auswertung der Erkenntnisse soll geprüft werden, inwieweit sich »ForestGuard« auf weitere Lieferketten übertragen lässt. Es ist geplant, die Open-Source-Lösung gegen Ende des Jahres allen betroffenen Unternehmen zur Verfügung zu stellen.

Hürden, die noch genommen werden müssen

Bis es soweit ist, müssen sich sowohl die Dortmunder Forscher, Erzeuger und betroffene Betriebe als auch die EU noch einigen Herausforderungen stellen und mit Hochdruck und immensem Aufwand daran arbeiten, EUDR-konforme Lösungen in diesem knappen Zeitraum an den Start zu bringen. Das EU-Informationssystem, in das Unternehmen ihre Daten einpflegen sollen, geht erst Ende 2024 in Betrieb – also zeitgleich zum Anwendungsbeginn der Verordnung. Die EUDR-Regulatorik ist noch nicht finalisiert. Die Schnittstellenspezifikation des EU-Informationssystems zum Beispiel, über die die Sorgfaltserklärung eingereicht werden soll, wurde erst im Mai 2024 bekanntgegeben. Die umstrittene Einschätzung der EU zu Länderrisiken soll ebenfalls erst später folgen. Diese ist aber für Unternehmen sehr wichtig, um Risiken in ihrer Lieferkette einschätzen und noch

Maßnahmen (neue Verträge/Lieferanten) ergreifen zu können, um die Anforderungen der EUDR zu erfüllen. Zudem sind die Datenverfügbarkeit und das Digitalisierungsniveau in den Ursprungsländern sehr heterogen. Und in vielen Ursprungsländern ist die Erfassung von Feldern und Landtiteln noch nicht abgeschlossen. Es bleibt also spannend.

Open-Source-Softwarelösungsansatz zum Nachweis entwaldungsfreier (Kaffee-) Lieferketten unter Berücksichtigung regulatorischer und finanzwirtschaftlicher Anforderungen

Zuwendungsempfängende:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Kooperationen:

Schirmer Kaffee GmbH & REWE Group

Laufzeit:

01.11.2023 – 31.01.2025

Themengebiete:

Querschnittstechnologien

Förderschwerpunkte:

Durchführbarkeitsstudie, Pilot- und Modellvorhaben

Zielländer:

Peru

Weitere Informationen unter:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz



Kontakt

Roman Koller M. Sc. | 0231 9743-390 |
roman.koller@iml.fraunhofer.de

© Adobe Stock, pangamedia

Grün, grün, grün sind alle meine Moleküle



Wasserstoff gilt als DER Hoffnungsträger der Energiewende, doch nicht jeder Wasserstoff ist umweltfreundlich. Zu garantieren, dass der Wasserstoff nachhaltig ist, stellt auch industrielle Anwender vor Herausforderungen, die ihn als Alternative zur Dekarbonisierung in Betracht ziehen. Die Blockchain-Technologie soll Abhilfe schaffen: Mit ihr lässt sich sicherstellen, dass der gelieferte Wasserstoff nachhaltig und grün ist – sie kann damit eine wichtige Hürde auf dem Weg in die grüne Zukunft überwinden.

Als Energielieferant der Zukunft soll er Treibstoff für Fahrzeuge sein und er soll in der Industrie zur Dekarbonisierung energieintensiver Prozesse, die derzeit noch auf fossilen Energieträgern basieren, verwendet werden. Der Einsatz von Wasserstoff ist kein Traum mehr, sondern rückt Schritt für Schritt näher. Die Hoffnungen in ihn sind groß, betont auch Alexander Grünewald, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IML im Bereich Supply Chain Development & Strategy: »Nachhaltiger Wasserstoff ist ein zentraler Schlüssel in der Energiewende, ohne ein vertrauenswürdiges Wasserstoffnetzwerk droht eine klimaneutrale Produktionslandschaft jedoch unmöglich zu sein.« Damit das gelingt, müssen wir einen Weg finden, grünen Wasserstoff nachzuweisen.

»Nachhaltiger Wasserstoff ist ein zentraler Schlüssel in der Energiewende, ohne ein vertrauenswürdiges Wasserstoffnetzwerk droht eine klimaneutrale Produktionslandschaft jedoch unmöglich zu sein«

Alexander Grünewald

Ein Molekül – viele Farben

Grüner, pinker oder blauer Wasserstoff, seine Farben sind vielfältig. Doch sie bedeuten nicht etwa, dass das H_2 -Molekül plötzlich pink ist. Sie zeigen die verschiedenen Produktionstypen an, die bei der Herstellung des Wasserstoffs zum Einsatz kommen. Wasserstoff wird durch verschiedene, derzeit noch sehr energieintensive Prozesse, gewonnen. Welche Farbe er hat, wird durch die Art von Energie, die für diesen Prozess aufgewendet wurde, und das Produktionsverfahren bestimmt – so stammt beispielsweise bei pinkem H_2 die Energie aus Atomkraft. Als heiliger Gral gilt jedoch der grüne Wasserstoff, denn er wird aus erneuerbaren Energien gewonnen. Daher ist er langfristig besonders klimafreundlich, sein Anteil am weltweit hergestellten Wasserstoff beträgt aber nur 0,03 %.

Um die Energiewende voranzutreiben, ist es also dringend notwendig, mehr grünen H_2 zu produzieren. Eine der größten Herausforderungen dabei ist der Nachweis, dass der produzierte Wasserstoff wirklich grün ist. Denn die klare Trennung der Wasserstoffarten durch Farbcodes entspricht nicht der komplexen Realität. Zwischen der Erzeugung und der Verwendung des Wasserstoffs liegen zahlreiche Schritte, in denen auch H_2 verschiedener Farben vermischt wird. Zu beweisen, dass das Endprodukt immer noch grün ist, ist für die Unternehmen entlang der Supply Chain nicht immer einfach.

Vertrauen ist gut, Herkunftsnachweise sind besser

Das Problem ist, dass die Bewertung, ob es sich um grünen Wasserstoff handelt, derzeit unterschiedlich gehandhabt wird. Inzwischen gibt es aber eine Gesetzgebung, die zukünftig Herkunftsnachweise für Wasserstoff vorschreibt. Sie zeigt, dass das Thema an Relevanz gewinnt. Durch den Einsatz der Blockchain-Technologie können die Unternehmen der neuen Vorschrift gerecht werden. Denn ein

Blockchain-Netzwerk ermöglicht es seinen Nutzenden, alle Daten transparent und sicher zu speichern. Die Unternehmen in einem Blockchain-Netzwerk können jederzeit die Produkteigenschaften und Emissionen einsehen. Das kann nicht nur bei der Zertifizierung von grünem Wasserstoff von Vorteil sein: Auch für den digitalen Produktpass und die Recyclingvorschriften, die in Zukunft Pflicht werden, kann eine Blockchain-basierte Dokumentation genutzt werden.

Innovationen für alle!

Bekanntlich arbeitet man im Team besser als allein – das gleiche gilt auch für das Wasserstoff-Ökosystem. Denn ganz allein können wir den grünen Wasserstoff durch Blockchain-basierte Erfassung nicht nachweisen. Alle Unternehmen im Wasserstoff-Ökosystem müssen zusammenarbeiten, damit die Idee des grünen Wasserstoffs Realität wird. Denn die Blockchain-Technologie funktioniert am besten, wenn alle mitmachen.

Innovationen wie die Blockchain sind keine Einbahnstraße und auch kein Privileg großer Konzerne. Auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) können von der Technologie profitieren. Deshalb unterstützen das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML und die Technische Universität Dortmund die Unternehmen im Projekt »Blockchain in der Logistik: Innovationstransfer für die Modellregion Dortmund-Unna-Hamm« (DUH-IT) dabei, die Blockchain-Technologie einzusetzen.

Der Aufbau grundlegender Kompetenzen im Bereich der Blockchain ist dabei der erste große Schritt. Die Unternehmen werden anschließend nicht nur bei der Auswahl und Gestaltung der idealen Blockchain-Technologie unterstützt. Bei Lab-Besuchen und durch Demonstrationen können sie sich ein eigenes Bild von den Anwendungsmöglichkeiten der Technologie machen. Dabei geht es nicht nur um den Einsatz der Technologie im Wasserstoffbereich.

Aufgrund ihrer langen Bergbaugeschichte ist die Region besonders vom Kohleausstieg und dem einhergehenden Strukturwandel betroffen. Der Aufbau und die Stärkung anderer Wirtschaftszweige durch die Blockchain kann die Gesamtwirtschaft stärken und so Vorbild werden – auch für andere Regionen in Deutschland.



EFRE.NRW
Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



Kontakt

Sabine Jakob M. Sc. | 0231 9743-299 |
sabine.jakob@iml.fraunhofer.de

Alexander Grünewald M. Sc. | 0231 9743-433 |
alexander.gruenewald@iml.fraunhofer.de

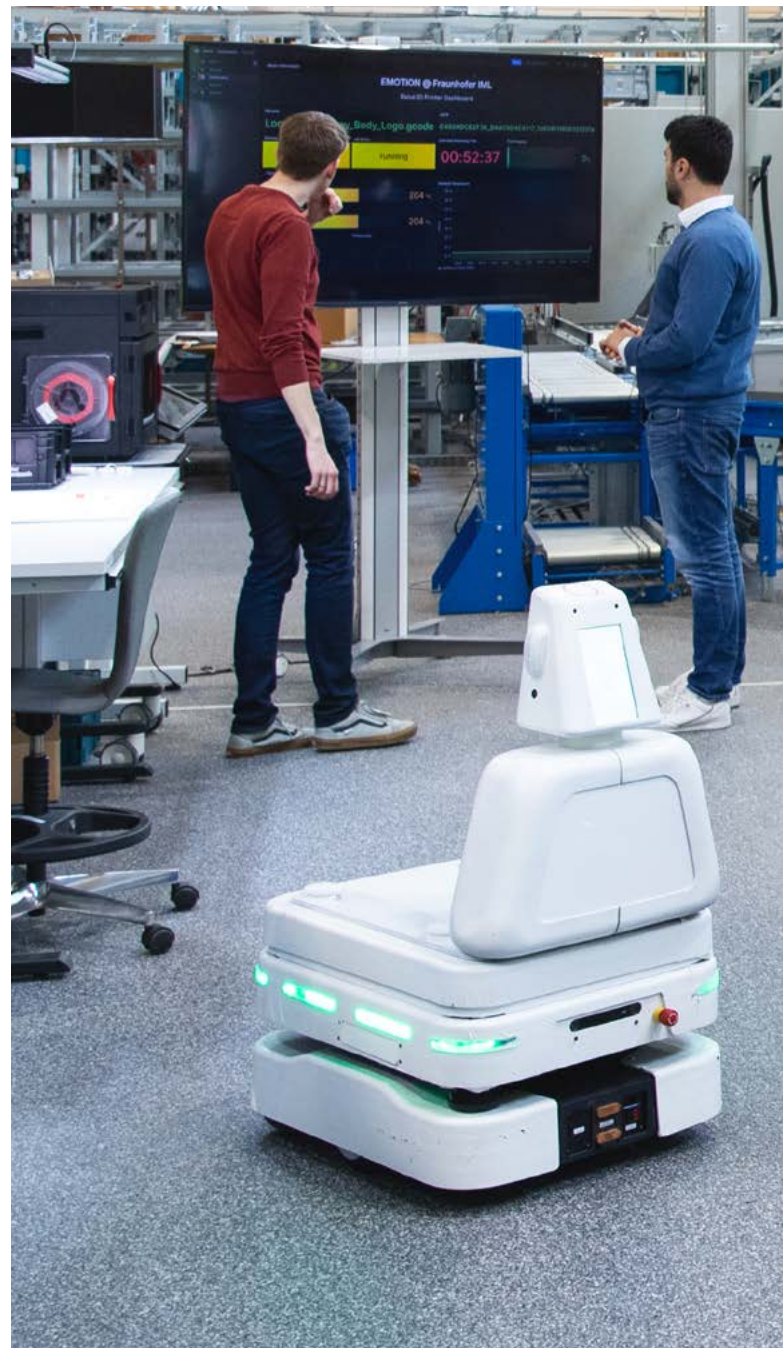
Was haben Menschen und Maschinen gemeinsam? 🤖 Richtig, die **Empathie!**

Das besondere an zwischenmenschlichen Beziehungen ist die Empathie, also die Fähigkeit Empfindungen und Beweggründe des anderen zu erkennen und darauf einzugehen. Was wäre, wenn nun auch die Zusammenarbeit zwischen Menschen und Maschinen von diesen Eigenschaften geprägt wäre? Wenn die Maschine erkennt, dass der Mensch gestresst ist und der Mensch wiederum jederzeit den Zustand der Maschine kennt? Diese synergetischen Zusammenarbeit erforschen sieben Fraunhofer-Institute im Leitprojekt »EMOTION«.

Das Fraunhofer-Leitprojekt »EMOTION« möchte ein neues Konzept in die Produktion einführen: die »empathischen Systeme«. In resilienten, also in reaktions-, lern- und anpassungsfähigen Produktionssystemen, müssen Menschen und intelligente Maschinen eher Hand in Hand zusammenarbeiten statt nebeneinander her. Diese Zusammenarbeit benötigt allerdings ein ganz neues Verständnis der Fähigkeiten, Ziele und der Verfassung des Anderen, wodurch Empathie zu der ausschlaggebenden Fähigkeit wird, um Produktionssysteme resilienter und damit zukunftsfähig zu machen.

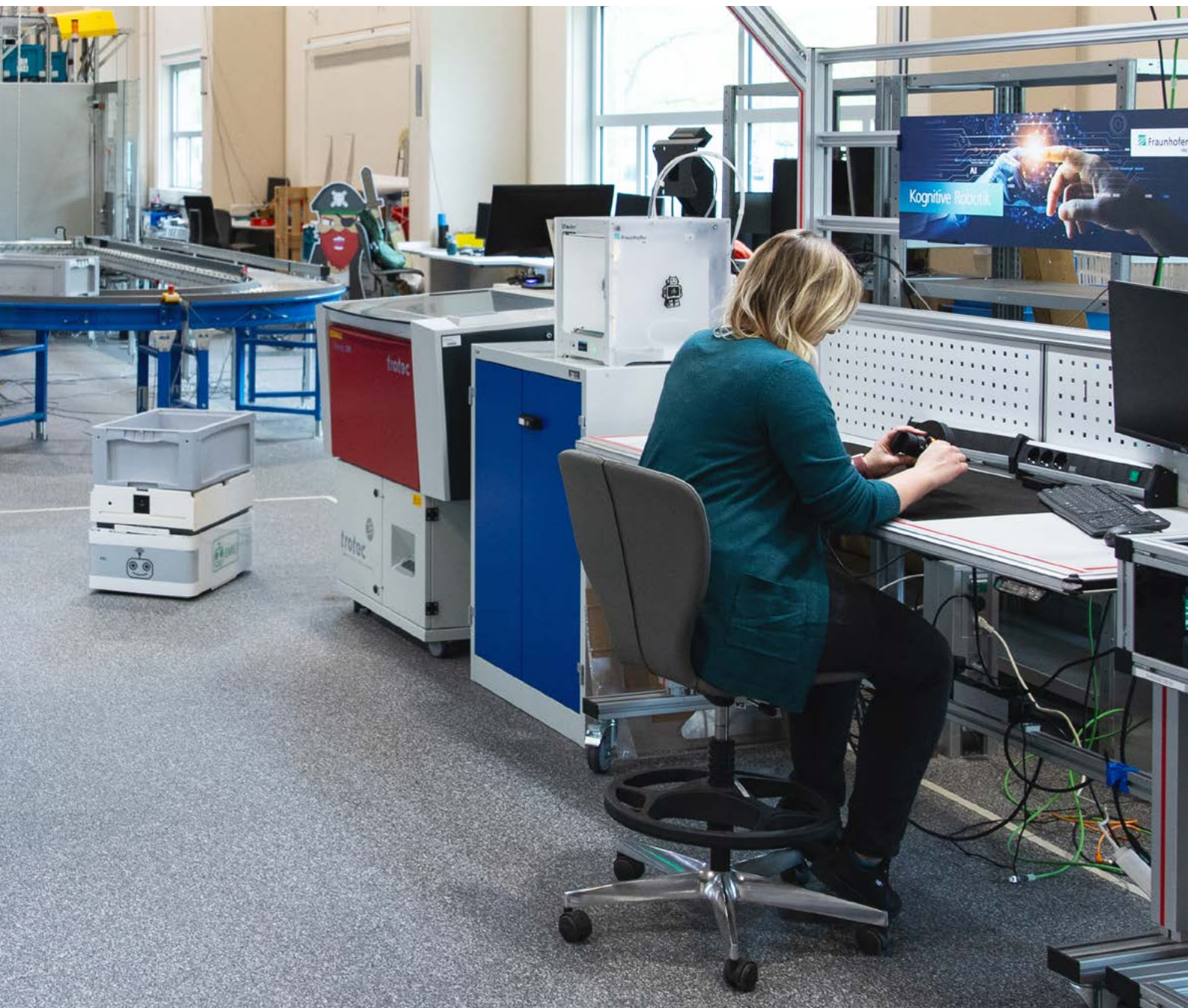
Die sieben beteiligten Fraunhofer-Institute sehen Empathie als die nötige Kernkompetenz, im Gegensatz zu den herkömmlichen kognitiven Systemen. Empathische technische Systeme besitzen den Systemverbund, um selbstständig Informationen einzubeziehen und diese zu verarbeiten. Somit sind empathische Systeme eine Erweiterung der herkömmlichen kognitiven Systeme. Konkret soll das in der Produktion bedeuten: mehr Transparenz schaffen, Abweichungen schneller erkennen, eine bessere Vorhersage- bzw. Anpassungsfähigkeit und letztlich kooperatives Lernen.

Ziel des Projekts ist es, unter Berücksichtigung der Interoperabilität und Individualität der Akteure ein Referenzmodell für empathische Produktionssysteme zu entwickeln und dieses durch die Kombination von Hard- und Software-Lösungen technisch zu realisieren. Konkret bedeutet dies, dass durch die industriennahe Erprobung in den Anwendungsfeldern Assistenzsysteme, Instandhaltung sowie Produktionsplanung



und -steuerung der Mehrwert von Mensch-Technik-Lösungen hinsichtlich Reaktions-, Lern- und Anpassungsfähigkeit von Produktionssystemen nachgewiesen und aufgezeigt wird. Zielgruppe sind Anwender im Anlagen-, Maschinen- und Fahrzeugbau sowie Systemhersteller, Systemintegratoren der Digitalwirtschaft.

Eine Kernaufgabe liegt in der Gestaltung einer dezentralen Systemarchitektur, die letztendlich zu der Souveränität der Akteure führt. Um dies zu erreichen, muss zunächst eine Infrastruktur für das digitale Fabrikmanagement angelegt werden, mit Edge-Computing-Lösungen und dem nötigen Datenschutztraining. Darüber wird anschließend ein Digitaler Zwilling gelegt, der alle Informationen der Akteure und der Produktion abbildet. So soll schließlich das Ziel erreicht



werden, die empathische Kooperation zweier Menschen auf die Kooperation mit und zwischen Maschinen zu übertragen, sodass Maschinen die Zustände und Ziele der anderen Maschine mitgeteilt bekommen und daraufhin selbstständig einen Konflikt lösen können.

Ein solches soziotechnisches System kann viel flexibler auf alltägliche logistische Probleme reagieren, wie z. B. Maschinenstörungen, Produktvariantenvielfalt, schwankende Nachfrage und Lieferengpässe. Durch die digitale Vernetzung, kollektives Lernen und kooperative Entscheidungsmechanismen entsteht eine individuelle Kooperation zwischen Mensch und Assistenzsystem und Maschine-Maschine-Systemen, die die Resilienz enorm steigert. Aktuell werden weitere Komponenten und neue Sensorik im System ergänzt, um die

Mensch-Technik-Interaktion noch reibungsloser zu gestalten und weitere Daten zu erhalten, wie z. B. über nötige Instandhaltungsmaßnahmen. Das alles dient weiterhin dem Ziel, den Menschen und die Technik agil aufeinander reagieren zu lassen und so das Gesamtsystem zu stärken.



Kontakt

Tolga Turmaz M. Sc. | 0231 9743-282 |
tolga.turmaz@iml.fraunhofer.de

Marina Klees M. Sc. | 0231 9743-650 |
marina.klees@iml.fraunhofer.de

KI macht die Verkehrslogistik flott

In der heutigen, schnelllebigen Welt spielt die Verkehrslogistik eine entscheidende Rolle bei der effizienten Bewegung von Gütern und Personen. Die Einführung generativer Künstlicher Intelligenz (KI) und der Einsatz Digitaler Zwillinge in diesem Bereich verspricht, die Art und Weise, wie Logistikunternehmen und Verkehrsdienstleister arbeiten, grundlegend zu verändern.

Generative KI bezieht sich auf Algorithmen und Modelle, die in der Lage sind, neue Daten oder Inhalte zu erzeugen, die den Eigenschaften von bereits vorhandenen Daten ähneln. Diese Modelle können unter anderem Texte, Bilder, Musik oder andere Formen von Daten erzeugen und finden Anwendung in verschiedenen Bereichen wie der Kreativwirtschaft, Datenaugmentation und Simulation. »Diese Technologie wird häufig in Bereichen wie der Bild- und Texterstellung eingesetzt, findet aber zunehmend auch Anwendung in der Verkehrslogistik«, weiß Martin Friedrich. Als mögliche Einsatzgebiete definiert der Senior Scientist in der Abteilung Verkehrslogistik am Fraunhofer IML die Routenplanung und -optimierung, das Flottenmanagement, die Lagerverwaltung oder Nachfrageprognosen. »In diesen Bereichen können Logistiker mit den neuen Technologien deutliche Vorteile erzielen – zum Beispiel eine Effizienzsteigerung, Kosteneinsparungen, ein Plus an Nachhaltigkeit oder Kundenzufriedenheit«, so der IML-Mitarbeiter.

»Diese Technologie wird häufig in Bereichen wie der Bild- und Texterstellung eingesetzt, findet aber zunehmend auch Anwendung in der Verkehrslogistik«

Dipl.-Wirt.-Math. Martin Friedrich

Sensordaten liefern Optimierungspotenzial

Als Beispiel dafür nennt Friedrich einen Gaslieferanten, der seine Gascontainer mit Füllstandsensoren ausgestattet

hat. Über diese Sensorik ruft das System permanent den Ist-Zustand ab und berechnet, wann ein Kunde eine neue Lieferung benötigt. »Mit diesen Informationen kann die KI sehr genaue Nachfrageprognosen erstellen und die Lagerverwaltung ebenso wie das Flottenmanagement gezielt darauf abstimmen«, beschreibt der Wissenschaftler den Ist-Zustand. Denn Prognosen aus internen und externen Daten abzuleiten und darauf aufbauend neue Entscheidungen zu treffen, ist heute bereits Stand der Technik. Friedrich: »Jetzt kommen wir auf das Level der Sprachmodelle. Wir müssen dabei unzählige Informationen und die Bedienerkommunikation miteinander verheiraten und so aufbereiten, dass die Inhalte besser verständlich und einfacher zugänglich sind. Einen entsprechenden Demonstrator wollen wir am IML zum Zukunftskongress vorstellen. Hier geht es vor allem um die Themen Wissensmanagement und -repräsentation im logistischen Kontext.«

Das doppelte Lottchen

Digitale Zwillinge sind ein weiteres Werkzeug, das in der Verkehrslogistik eine kleine Revolution auslösen wird. Die virtuelle Nachbildung eines physischen Objekts oder Systems sammelt in Echtzeit Daten und analysiert sie. »Dabei ist ein Digitaler Zwilling mehr als nur ein 3D-Modell. Es handelt sich um eine dynamische, digitale Repräsentation eines physischen Objekts oder Systems, die durch Sensoren und andere Datenquellen ständig aktualisiert wird. In der Verkehrslogistik kann ein Digitaler Zwilling beispielsweise ein Fahrzeug, eine Flotte, ein Logistikareal oder einen gesamten Logistikprozess abbilden«, beschreibt Achim Klukas, Teamleiter in der IML-Abteilung Verkehrslogistik.

Das CRISTAL-Projekt

Momentan sind Forschende des Fraunhofer IML an zahlreichen Projekten beteiligt, die sich mit der Einführung Digitaler Zwillinge in die Verkehrslogistik beschäftigen. Das Projekt »Climate Resilient and Environmentally Susta-



© Adobe Stock, Carlos Cairo

»Dabei ist ein Digitaler Zwilling mehr als nur ein 3D-Modell. Es handelt sich um eine dynamische, digitale Repräsentation eines physischen Objekts oder Systems, die durch Sensoren und andere Datenquellen ständig aktualisiert wird. In der Verkehrslogistik kann ein Digitaler Zwilling beispielsweise ein Fahrzeug, eine Flotte, ein Logistikareal oder einen gesamten Logistikprozess abbilden«

Dipl.-Logist. Achim Klukas

inable Transport Infrastructure« (CRISTAL) etwa setzt den Fokus auf Binnenwasserstraßen mit dem Ziel, den Anteil des Güterverkehrs auf Binnenwasserstraßen (IWT) um mindestens 20 % zu erhöhen und Strategien zur Verbesserung der Zuverlässigkeit um 80% an seinen drei Pilotstandorten (Italien, Polen und Frankreich) zu demonstrieren. Klukas: »Das Projekt wird dabei unterstützen, dass die IWT-Kapazitäten auch bei extremen Wetterereignissen stärker genutzt werden können als bisher.«

Dazu werden im CRISTAL-Projekt mit Sensoren ausgestattete Bojen eingesetzt, um die Wassertiefe zu überwachen, die von Infrastrukturmanagern in Verbindung mit ihrem DSS RIS-Layer zur Bestimmung des Wasserstands unter dem Kiel genutzt wird. Als Ergebnis erwarten die Forschenden unter anderem eine gebrauchsfertige Leitlinie für die Einrichtung eines synchromodalen Transportkorridormanagementsystems in Bezug auf Regulierung, Verwaltung, Geschäftsmodelle und Management. Darüber hinaus soll ein umfassendes Echtzeitüberwachungssystem für Wasserstände und hydrologische Bedingungen, einschließlich RIS, eingerichtet werden. »Die im Rahmen von CRISTAL entwickelten Lösungen werden die Logistikprozesse in der Binnenschifffahrt stärken und ermöglichen, bisher ungenutztes Potenzial auszuschöpfen«, ist sich Achim Klukas sicher.

Digitaler Zwilling optimiert Logistik in Binnenhäfen

Das TOLKIEN-Projekt hingegen zielt darauf ab, die Transparenz der Prozesse in Binnenhäfen zu erhöhen und Handlungsempfehlungen zur Prozessoptimierung zu geben. »Ein Schwerpunkt des Projekts liegt auf dem Aufbau einer umfassenden und validen Datenbasis sowie der standardisierten digitalen Abbildung der Prozesse und Emissionen im Hafenbereich«, beschreibt Achim Klukas. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Präzisierung von Handlungsempfehlungen basierend auf Künstlicher Intelligenz in ausgewählten Geschäftsszenarien. Diese Empfehlungen sollen durch Methoden des Maschinellen Lernens in die digitale Abbildung integriert werden und sich mit Emissionsreduktion oder Verkehrsflusssteuerung beschäftigen. Die Präzisierung dieser Geschäftsszenarien erfolgt agil und orientiert sich an der aktuellen Projektsituation: »Das Ziel des Projekts ist die Identifikation und Zusammenführung einzelner Datenquellen innerhalb eines Binnenhafens sowie der Aufbau einer strukturierten und einheitlichen Datenbasis. Dies ermöglicht eine konsistente Darstellung von Prozessen zur Förderung der Sichtbarkeit von Emissionen und Verkehrsflüssen. Dazu wird eine digitale Abbildung und Modellierung – ein sogenannter Digitaler Zwilling – der Geschäftsprozesse auf dem Hafengelände erstellt.«



Kontakt

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

Dipl.-Wirt.-Inf. Lars Hackstein | 0231 9743-195 | lars.hackstein@iml.fraunhofer.de

»Digitales Testfeld Air Cargo« hebt **Luftfrachtabfertigung auf die nächste Stufe**

Die stringent wachsenden globalen Warenströme brauchen eine effizient arbeitende Luftfracht mit autonomisierten und digitalisierten Prozessen. Dieser Aufgabe widmet sich seit 2021 das Projekt »Digitales Testfeld Air Cargo« unter Leitung des Fraunhofer IML.





Ein »Roboterhund«, der autonom durch die Lagerhalle patrouilliert und dort freie Lagerplätze sucht, ein hochdynamischer Transportroboter, der Paletten automatisiert an ihr Einlagerungsziel bringt und ein sehr flexibler »Segway-Roboter«, der Paketstücke von Europaletten auf ein Förderband legt: Das klingt nach Science-Fiction? Ist es aber nicht, wie Forschende des Fraunhofer IML im April und Mai 2024 am Flughafen München erstmals der Öffentlichkeit demonstrierten. Sie zeigten dort – gemeinsam mit der Frankfurt University of Applied Sciences, der KRAVAG Versicherung und den Industriepartnern am Flughafen München (Cargo-gate, CHI, Sovereign Speed und DB Schenker) – erste konkrete Ergebnisse des Forschungsprojekts »Digitales Testfeld Air Cargo« (DTAC). Dieses Projekt geht der Frage nach, wie sich Effizienz und Leistungsfähigkeit der Luftfrachttransportkette optimieren lassen. Erreicht werden soll das durch eine bessere Vernetzung und Digitalisierung der Abläufe. Während der Projektvorstellung in München wurden dazu vier autonome und automatisierte Geräte erfolgreich eingesetzt, um einige sehr arbeitsintensive und repetitive Schritte an relevanten Schnittstellen in der Abfertigung entweder komplett zu übernehmen oder um die Mitarbeitenden bei ihrer körperlich schweren Arbeit zu unterstützen.

Zukunftsweisende Kooperation

»Das war eine überzeugende Vorführung, die zeigt, dass wir auf aktuelle und künftige Herausforderungen sehr gut vorbereitet sind. Gerade im Sektor Luftfracht ist das besonders wichtig. Die Sparte muss den Spagat schaffen zwischen dem Arbeitskräftemangel auf der einen und den hohen Durchsatzraten auf der anderen Seite. Dies wird nur dann gelingen, wenn wir dafür alle uns zur Verfügung stehenden technologischen Entwicklungen zur Prozessoptimierung einbringen«, unterstrich Christian Bernreiter, Bayerischer Staatsminister für Wohnen, Bau und Verkehr. Ebenfalls sehr positiv über die bisherigen Forschungsergebnisse äußerte sich Dr. Jan Henrik Andersson, Chief Commercial Officer & Chief Security Officer Flughafen München GmbH: »Die Kooperation zwischen dem Fraunhofer IML und dem Flughafen München ist zukunftsweisend. Angesichts des steigenden Luftfrachtaufkommens und der Herausforderungen bei der Personalrekrutierung hilft uns die Digitalisierung und Robotik in naher Zukunft, die Fracht- und Gepäckabfertigung effizienter und die Arbeitsplätze in diesen Bereichen attraktiver gestalten zu können.«

Roboter spielen Schlüsselrolle

Während der Präsentation am Flughafen München erhielten vier sehr unterschiedlich arbeitende Roboter Schlüsselrollen. Der mit Scanner und 4K-Kamera ausgestattete »Roboterhund« Spot des US-amerikanischen Herstellers Boston Dynamics etwa patrouillierte autonom im Lager und identifizierte dort zur Einlagerung bereite Großlagerpaletten und entsprechende Lagerplätze. Ein autonom arbeitender Gabelstapler übernahm den Zwischentransport zum automatisch arbeitenden Hochregallager, und der vom Fraunhofer IML entwickelte omnidirektionale, hochdynamische



Roboter O³dyn war für den Transport von Europaletten in das benachbarte Lager verantwortlich. Der ebenfalls von den Dortmunder Forschenden entwickelte evoBOT – ein dynamisch stabiles System mit zwei Greifarmen, das auf dem Prinzip eines inversen Pendels beruht und kein externes Kontergewicht benötigt – legte Packstücke von einer Europalette auf das Förderband eines Röntgengeräts und nach dem Röntgenvorgang wieder zurück auf die Palette. Gesteuert wurden die Prozesse über die Fraunhofer-Leitsystemsoftware »openTCS« – ein niederschwelliges Tool zur Koordination von Fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF). Im Sommer 2024 lief darüber hinaus ein weiteres Testfeld am Flughafen Stuttgart, um die Transporte auf dem Vorfeld zu beleuchten.

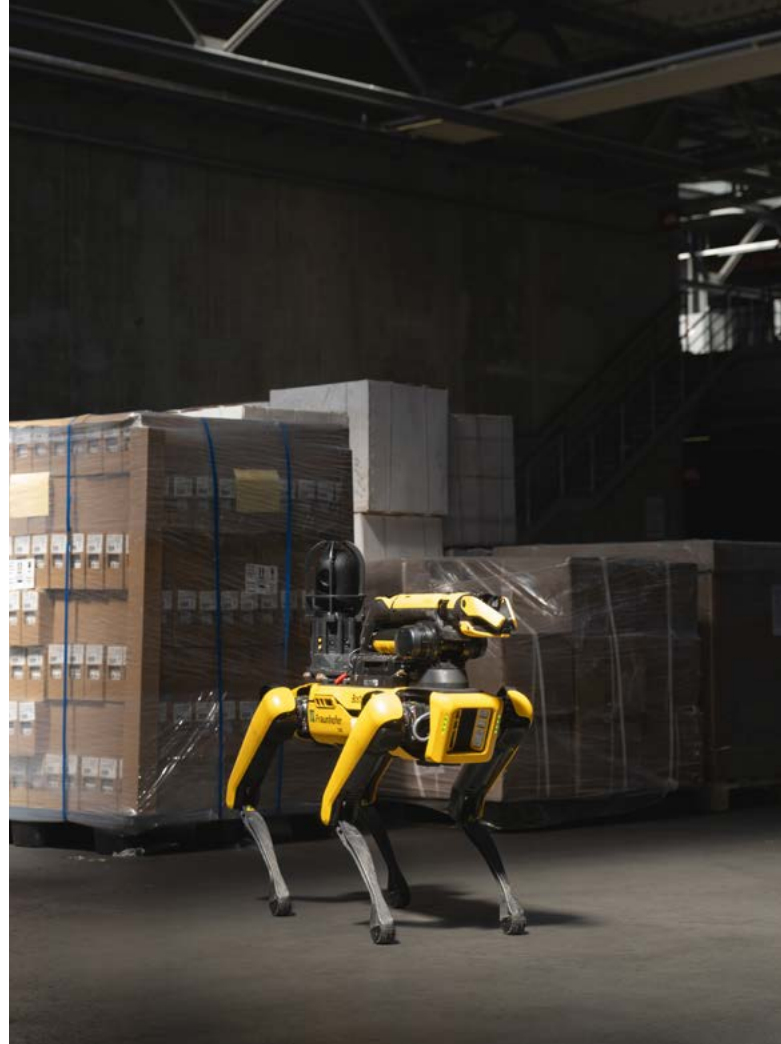
Forschungsprojekt verlängert – Forschungsmittel erhöht

Das ursprünglich bis September 2024 laufende Forschungsprojekt DTAC wurde vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr mit rund 6,9 Millionen Euro gefördert. Erst kürzlich stockte das Bundesministerium die Förderung um 6,8 Millionen Euro auf und sichert damit die Fortsetzung der Arbeiten bis August 2026. Damit summiert sich die Förderung auf 13,7 Millionen Euro und ein Gesamtvolumen von 18 Millionen Euro. Dazu Oliver Luksic, Parlamentarischer Staatssekretär beim Bundesminister für Digitales und Verkehr: »Wir brauchen Künstliche Intelligenz in der Luftfahrt, um international wettbewerbsfähig zu bleiben. Nur so

können wir knapp werdendes Personal gezielt einsetzen, begrenzte Infrastruktur optimal nutzen und damit langfristig Kosten senken. Wir haben gerade in der Logistik einen starken Arbeitskräftemangel. Digitale Technologien sind ein Schlüssel, um diesem zu begegnen und auch in Zukunft Waren zuverlässig, schnell und effizient per Luft transportieren zu können. Das Projekt »Digitales Testfeld« ist eine Investition in die Zukunftsfähigkeit unseres Landes.« Und Dr. Harald Sieke, Abteilungsleiter Luftverkehrslogistik am Fraunhofer IML und Gesamtprojektleiter von DTAC, ergänzt: »Mit der Aufstockung des Digitalen Testfelds Air Cargo treiben wir den technologischen und den Wissensvorsprung in der Luftfracht voran. So präsentieren wir den Wirtschaftsstandort Deutschland weltweit als attraktiven und zukunftsweisenden Hub der Digitalisierung von Luftfrachtprozessen.«

KI liefert wichtige Werkzeuge

Auch wenn während der im Mai stattgefundenen Vorführung am Flughafen München noch nicht alle Prozessschritte vollständig autonom abliefen und der eine oder andere Vorgang manuell gesteuert wurde, wird sich der Automatisierungsgrad bei der Luftfrachtabfertigung nach Ansicht der IML-Forschenden insbesondere vor dem Hintergrund der nun zur Verfügung stehenden Forschungsmittel sehr schnell deutlich erhöhen. »Auf der Hardwareseite sind wir bereits sehr weit. Bei der Koordination und Steuerung der Fahrzeuge wird uns in Zukunft Künstliche Intelligenz unterstützen. Sie liefert die notwendigen Werkzeuge und



Algorithmen, mit denen wir die Laufwege der autonomen Roboter vorausberechnen und Kollisionen sicher vermeiden können. Letztendlich werden wir schon bald vollständig autonom arbeitende Systeme erhalten, mit denen wir die Luftfrachtbranche fit für die Zukunft machen«, resümierte Prof. Michael Henke, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IML. In der Verlängerungsphase des Projekts soll die Arbeit an besonders relevanten Forschungssträngen weitergeführt werden: Dazu zählen die Roboterentwicklung speziell für Luftfracht-Transporteinheiten, End-zu-End-Prozessbetrachtungen am Flughafen sowie Leitstandsanwendungen zur Kontrolle und Steuerung der Roboter.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

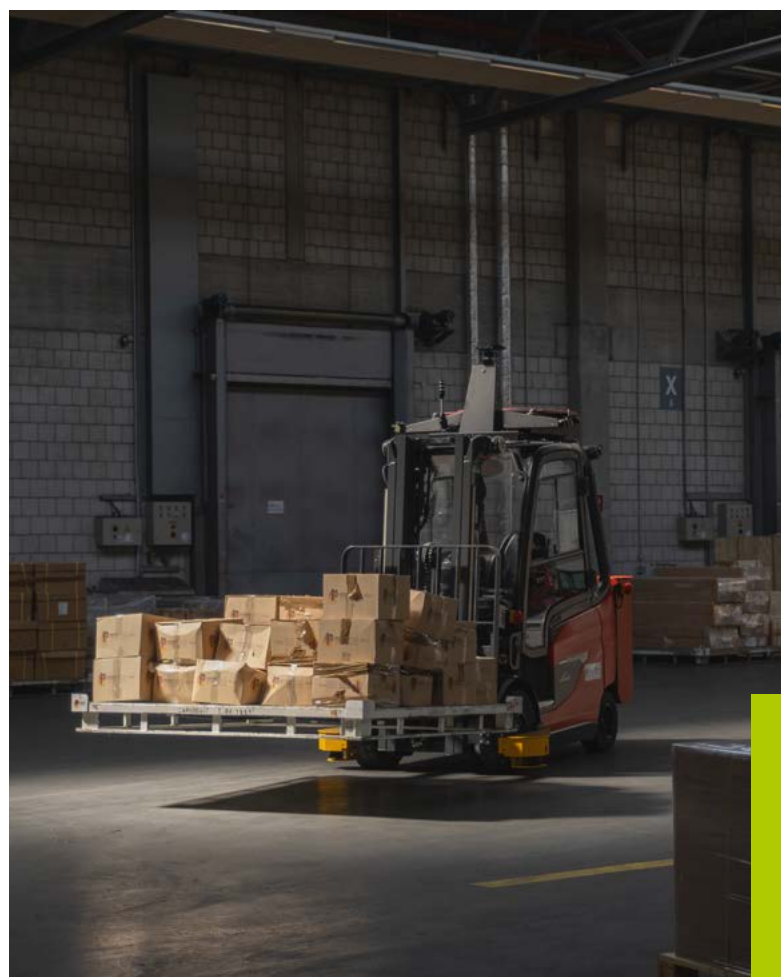
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Kontakt

Lars Mehrstens M. Sc. | 0231 9743-353 |
lars.mehrstens@iml.fraunhofer.de

Manuel Wehner M. Sc. | 0231 9743-359 |
manuel.wehner@iml.fraunhofer.de



Geräuscharme Logistik

gegen den Verkehrsinfarkt in Städten

© Adobe Stock,
ovbelov1972

Der zunehmende Lieferverkehr in den Innenstädten lässt die städtische Verkehrsinfrastruktur an ihre Kapazitätsgrenze stoßen – insbesondere zu den morgendlichen Stoßzeiten, wenn Liefer- und Pendlerverkehre gleichzeitig unterwegs sind. Um die Verkehrssituation zu entzerren, aber zugleich die pünktliche Belieferung des Einzelhandels zu gewährleisten, arbeitet das Fraunhofer IML seit 2013 in aufeinanderfolgenden Forschungsprojekten an Lösungen, in deren Mittelpunkt das Konzept der »Geräuscharmen Logistik« steht.

Im Mittelpunkt des Konzepts steht die Verlagerung der Lieferverkehre in die Tagesrandzeiten bzw. die Nacht. Hierdurch ließen sich der Verkehr in den Stoßzeiten verflüssigen, Stau und Engpässe reduzieren und dank geringerer Lärm- und Schadstoffemissionen durch den Einsatz Batterie-elektrischer Lkw die Lebensqualität der Bevölkerung erhöhen.

Mit ihrem initial gestarteten »GeNaLog-Projekt« wollten die Dortmunder Forschenden in Zeiten, in denen Wohn- und Gewerbenutzung immer häufiger zu Konflikten führt, Lösungen für eine staufreie und möglichst geräuscharme Belieferung von Handelsfilialen in Städten finden. Die Möglichkeit, die Filialen durch Lärmschutzwände, leiseres Pflaster oder durch einen schalldämpfenden »Überbau« rund um Laderampen leiser zu machen, wäre zwar schön und gut. Sie mussten jedoch feststellen, dass, solange weiterhin Diesel-Lkw und lautes Equipment zur Belieferung zum Einsatz kommen, sich die gesetzlichen Lärmrichtwerte nicht einhalten lassen. Das Forscherteam kam zu dem Schluss, dass ein Lösungsansatz die »Geräuscharme Logistik« mit alternativangetriebenen Lkw und geräuscharmem Umschlagequipment sein könnte. Logistikprozesse könnten so in Tagesrandzeiten und die Nacht verlagert werden. Dadurch ließen sich die Effizienz von Touren steigern sowie Schadstoff- und Lärmemissionen reduzieren. »Wir wollten nachweisen, dass mit Elektro-Lkw die geltenden Lärmrichtwerte eingehalten werden können, sodass man in der Nacht oder in den Tagesrandzeiten beispielsweise Supermärkte mit Waren beliefern kann«, so Arnd Bernsmann, Projektleiter in der Abteilung Verkehrslogistik am Fraunhofer IML. »In einer Testphase konnten wir genau diesen Nachweis liefern.« Die Problematik lag allerdings darin, dass die

Genehmigungsbehörden der Städte von jedem einzelnen Unternehmensstandort den Nachweis fordern, dass die Lärmgrenzwerte einhalten werden. In Deutschland gibt es für alternativ angetriebene Lkw bislang keine Werte zu den Schallemissionen, an denen sich die Verwaltungen orientieren können. Deshalb ist es schwierig, Genehmigungen für Lieferungen in den Tagesrandzeiten oder in der Nacht zu erhalten.

Orientierungswerte für Genehmigungsbehörden

Um den zuständigen Genehmigungsbehörden in den Kommunen verlässliche Werte zu den Schallemissionen von alternativ angetriebenen Lkw an die Hand geben zu können, damit einer Genehmigung von Lieferverkehren an Tagesrandzeiten nichts mehr im Wege steht, haben die Forschenden im Rahmen eines weiteren Forschungsvorhabens, das vom Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen finanziert wurde, die »Mobilitätsstudie geräuscharme Logistik« auf den Weg gebracht. In dieser Studie, die im September 2024 veröffentlicht wird, wollen sie erstmals belastbare Daten zu Lärmemissionen von geräuscharmen alternativ angetriebenen Nutzfahrzeugen liefern. »Mit der Studie wollen wir zur Entwicklung einer einheitlichen Regelung für Deutschland beitragen und den Kommunen und Behörden bei der Bewertung von Geräuschemissionen durch Lkw mit alternativen Antrieben die Arbeit erleichtern«, sagt Daniela Kirsch, Teamleiterin am Fraunhofer IML. Die Daten dazu wurden in den letzten zwei Jahren erhoben. In Kooperation mit dem Schallgutachterbüro Peutz Consult haben die Forschenden Hersteller und Logistikdienstleister in ganz Deutschland besucht, um typische Fahrsituationen der Lkw bei der Zustellung im urbanen Raum mit unterschiedlichen alternativ angetriebenen Fahrzeugen, wie Elektro-, Wasserstoff- und Gas-Lkw, zu vermessen. Dabei wurde die gesamte Fahrzeugbandbreite abgedeckt – vom Lkw mit 7,5 Tonnen bis zum Sattelzug mit 40 Tonnen. Anlässlich der Veröffentlichung des Handbuchs plant das Fraunhofer IML zusammen mit dem Verkehrsministerium NRW für den 25.09.24 eine Informationsveranstaltung für Kommunen, Logistikdienstleister, Handelsunternehmen, Schallgutachter und weitere Interessierte mit Vorträgen und Informationen rund um das Thema »Geräuscharme Logistik«.



Ein leiser Lkw reicht nicht, auch das Verladen muss leiser werden

Die Schallmessungen für das »Handbuch Geräuscharme Logistik« haben gezeigt, dass die alternativ angetriebenen Fahrzeuge nicht zu laut sind. Doch wie sieht es mit Kühlaggregaten, dem Schließen der Ladeklappe, dem Warnton beim Rückwärtsfahren, dem Bewegen der Rollwagen über die Laderampe oder bei den Mitarbeitern aus, also dem Lärm, der beim Be- und Entladen der Fahrzeuge entsteht? Für jede technische Ausstattung gibt es geräuscharme Lösungen. Die Rollwagen können mit leiseren Rädern ausgestattet werden und für die Ladebordwände gibt es schalldämmende Beschichtungen, sodass sich die Rollwagen noch leiser auf ihnen bewegen können. Doch wie schafft man es, dass die Mitarbeitenden leise sind? »Alles steht und fällt mit den Mitarbeitenden. Denn gegen aufgedrehte Radios, laute Handygespräche oder unsensibles Aufsetzen der Ladebordwand helfen keine Gummidichtungen«, erläutert Arnd Bernsmann.

Best Practice Beispiel aus den Niederlanden

»Ein positives Beispiel, wie sich diese Herausforderung meistern ließe, liefern unsere europäischen Nachbarn«, weiß Daniela Kirsch. In den Niederlanden gibt es seit 2004 das sogenannte PIEK-Zertifikat. PIEK-zertifizierte Lkw sind für die Belieferung in Nebenzeiten zugelassen. Um die Zertifizierung, beispielsweise für Nachtzustellungen, zu erhalten, müssen Lastkraftwagen und Transportausrüstung in den Niederlanden einer akustischen Prüfung unterzogen werden. Dabei dürfen Fahrzeuge und Equipment die vorgeschriebenen Dezibel-Grenzwerte von weniger als 60 dB(A) in einem Abstand von 7,5 Metern nicht überschreiten. Die sogenannte PIEK-Zertifizierung wird von der Stiftung PIEK-Gütesiegel verliehen und ist ein Standard für leise Lieferwagen und leise Technologien. Mit einem zertifizierten geräuscharmen Fahrzeug und entsprechender Kennzeichnung ist eine Belieferung in Innenstädten dann zu Randzeiten möglich. »Zudem wird innerhalb der PIEK-Zertifizierung Lkw-Fahrern in einer Schulung vermittelt, wie Fahrzeuge leise entladen werden können«, so Kirsch. Da die niederländische PIEK-Zertifizierung nicht eins zu eins auf Deutschland übertragbar ist, will das Forschungsteam eine ähnliche Zertifizierung für Deutschland vorantreiben.

Folgeprojekt fokussiert auf Aktivitäten rund um Be- und Entladeprozess

Das derzeit laufende Projekt setzt genau hier an und wird mit rund 565.000 Euro über die Förderrichtlinien Mobilität und Mobilitätsmanagement (FÖRI-MM) ebenfalls vom Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert. Bis Projektende im März 2026 wollen die Forschenden vor allem das Verhalten der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei den Be- und Entladeprozessen sowie das eingesetzte Umschlagequipment an den Filialen unter die Lupe nehmen. Dazu streben sie die Kooperation mit einem Sensorikdienstleister an, um das Mitarbeitendenverhalten bezüglich entstehender Lärmemissionen vermessen zu können. »Wir möchten die Sensorik dafür nutzen, um Lärmquellen, die der Mitarbeitende bei der Be- und Entladung verursacht,

zu detektieren, zu messen (Schallpegel) und zu verbessern«, sagt Arnd Bernsmann. »Dazu wird ein Sensoriksystem an der Schulter, am Gürtel und am Handgelenk des Mitarbeitenden angebracht. Neben den Bewegungsabläufen messen wir den Lärmpegel der jeweiligen Arbeitsprozesse mit einem Mikrofon, um zu ermitteln, wie laut der jeweilige Prozess war.« Dabei misst das Forscherteam sowohl den Ist-Zustand als auch den Lärmpegel unter Verwendung von Hilfsmitteln, wie zum Beispiel leisere Rollen. »In einer Schulung sollen die Mitarbeitenden dann entsprechend sensibilisiert werden, damit sie ihr Verhalten beim Be- und Entladen entsprechend ändern können. Deshalb sind Schulungen so wichtig«, sagt Bernsmann.

Win-Win-Situation für alle Beteiligten

Ein Fazit der bisherigen Forschungsarbeit ist, dass sich durch die Möglichkeit, gewerbliche Transporte in die Tagesrandzeiten zu verlegen, der Straßenverkehr in den Städten zu den Hauptverkehrszeiten entlasten und die Verkehrssicherheit und Effizienz verbessern ließe. Dafür ist es notwendig, den gesamten Warentransport und -umschlag möglichst geräuscharm abzuwickeln – von der Fahrt durch die Stadt bis zum Be- und Entladeprozess. Hier muss ein besonderes Augenmerk auf das Mitarbeiterverhalten und das Umschlagequipment in Bezug auf Lärmemissionen gelegt werden. »Wir wollen auf gar keinen Fall, dass die Menschen in ihren Wohnungen vor Schreck aus dem Bett fallen«, so Bernsmann. »Jeder Mensch soll ungestört schlafen können. Deshalb setzen wir alles daran, Lieferverkehre und die dazugehörigen Logistikprozesse leiser zu machen.«

Eine zuverlässige Genehmigungspraxis für geräuscharme Lkw zur Belieferung in Rand- und Nachtzeiten würde diesem Anspruch Rechnung tragen. Die Konsequenz wäre eine Win-Win-Situation für Anwohnende, Umwelt, Verkehrsteilnehmende und Handelsunternehmen, die ihre Fahrzeuge besser einsetzen könnten. Die dabei entstehenden Mehrkosten ließen sich durch die verlängerten Betriebszeiten relativieren. Die Forschenden hoffen, dass sie ihre Erkenntnisse und ermittelten Daten in einem Leuchtturmprojekt bald unter Beweis stellen können und freuen sich auf die Zusage einer innovativen Stadt mit entsprechend interessierten Unternehmen. Denn mit der Fortführung des Forschungsprojektes bleibt Nordrhein-Westfalen weiterhin Vorreiter bei der »Geräuscharmen Logistik«. Vergleichbare Forschungsprojekte, in denen unter Realbedingungen technische Innovationen und Verhaltensanweisungen für das Logistikpersonal dazu führen, die geltenden Richtwerte einzuhalten und die Lärmemissionen für Bürgerinnen und Bürger sowie die Umwelt deutlich zu reduzieren, werden bisher in Deutschland nicht durchgeführt.

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



Kontakt

Dipl.-Ing. Raumplanung Arnd Bernsmann |
0231 9743-352 | arnd.bernsmann@iml.fraunhofer.de

Dipl.-Logist. Daniela Kirsch | 0231 9743-345 |
daniela.kirsch@iml.fraunhofer.de

GAME changer für die Krankenhauslogistik



Wie so viele Industrie- und Wirtschaftsbetriebe beklagen auch Krankenhäuser den Fachkräftemangel. Das Berufsfeld der Pflege ist davon besonders betroffen. Ein Lösungsansatz, um Pflegefachkräfte zu entlasten und den Beruf attraktiver zu gestalten, könnte die Neueinrichtung logistischer Prozesse mit Robotern sein. Schon seit einigen Jahren kommen Autonome Mobile Roboter (AMR) zum Transport großvolumiger Lasten wie beispielsweise Speisen-, Wäsche- oder Abfallcontainer zum Einsatz. Ihr Wirkungsbereich beschränkt sich jedoch auf Bereiche abseits des Personenverkehrs. Dies soll sich mit dem cleveren Transportroboter »RemRob« des Fraunhofer IML ändern. Wie R2-D2 aus der beliebten Star-Wars-Saga soll der Roboter autonom durch die Krankenhausgänge flitzen und die Stationen mit medizinischen Materialien versorgen.

Im Rahmen des Forschungsprojekts »5G-Remote Assistance for Robotics« (5G-RemRob) hat es sich das Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik IML zusammen mit den Industriepartnern Fact GmbH, Sick GmbH und dem St. Franziskus-Hospital in Münster zum Ziel gesetzt, bestehende autonom fahrende Transportroboter mit geringem Implementierungsaufwand und mithilfe von Künstlicher Intelligenz für den erweiterten Krankhauseinsatz fit zu machen. Die Transportroboter sollten sukzessiv dazu befähigt werden, autonom in unterschiedlichen Einsatzorten des Krankenhauses zu fahren, um dort kleinvolumige Materialtransporte, wie defekte Medizingeräte, Arzneimittel oder Laborproben, durchzuführen. Tätigkeiten, die jetzt von Pflegefachkräften erledigt werden. Würden Roboter zukünftig diese Aufgaben übernehmen, könnte nicht nur dem Pflegefachkräftemangel entgegengewirkt werden, sondern Arbeitsabläufe ließen sich effizienter gestalten und Ressourcen gezielter einsetzen, was letztendlich zu einer besseren Versorgung der Patienten führt.

Robotern Intelligenz einhauchen

Die besondere Herausforderung bei »5G-RemRob« lag darin, ein System zu entwickeln, das in einer teilöffentlichen, chaotischen Umgebung mit vielen unterschiedlichen ungeschulten Personengruppen erfolgreich Transportaufträge erfüllt. Die dabei eingesetzte Technik sollte den Transportroboter dazu ertüchtigen, eigenständige Lösungen für bestimmte Problemstellungen zu finden, wie beispielsweise die Umfahrung von Hindernissen oder die Interaktion mit Personen. Das zweijährige Projekt wurde im Rahmen des 5G.NRW Förderwettbewerbs durch das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert und endete im November 2023 mit einer Pilotphase im St. Franziskus-Hospital in Münster.

Das Forschungsprojekt stützt sich dabei auf drei aufeinander aufbauende Entwicklungen, wobei das Herzstück die Sensorbox ist, die sogenannte »Remote AI-Box«, mit

welcher der Roboter kommuniziert, Daten überträgt und empfängt. Die AI-Box vereint die erforderliche Sensorik und Rechenhardware für die Navigation in komplexen Umgebungen.

Operator bitte melden! Echtzeitkommunikation zwischen Mensch und Maschine

Für den Fall, dass der Transportroboter eine Problemstellung nicht selbstständig lösen kann, wie zum Beispiel Hindernisse auf dem Fahrweg, haben die Forschenden eine Remote-Assistant-Funktionalität entwickelt. Über diese wird eine Störungsmeldung zum Leitstand eines externen Operators gesendet. Dieser kann sich mithilfe einer XR-Data-Brille auf den Roboter schalten und erhält sowohl systemtechnische Informationen als auch Bilddaten aus dem Umfeld des Roboters. Zudem erlaubt die 3D-Perspektive der XR-Technologie eine leicht erfassbare Umgebungsvisualisierung. Der Operator kann in das aktuelle Umfeld des Roboters eintauchen, um ihn am Hindernis vorbeizunavigieren, damit dieser seinen Transportauftrag autonom fortsetzen kann. Für die Fernsteuerung des Roboters nutzt das Fraunhofer IML den 5G-Kommunikationsstandard. Dadurch ist eine stabile, drahtlose Netzwerkverbindung mit geringer Latenz sowie eine schnelle und sichere Datenübertragung in Echtzeit zwischen verschiedenen Systemkomponenten sichergestellt. Die Verwendung von 5G hat im Krankhauseinsatz noch einen weiteren Vorteil. Würde der Roboter das WLAN-Netz des Krankenhauses nutzen, liefe man Gefahr, die Datenschutzrichtlinie in Bezug auf die Patientendaten zu verletzen.

Permanentes Lernen aus Erfahrung

Der Roboter verbindet sich nicht nur mit einem Remote User. Der Mensch kann ihn dank neuronaler Netze auch trainieren. Die Daten, die während der Kommunikation mit dem Operator entstehen, werden von einem KI-Algorithmus verarbeitet und gespeichert, sodass der Roboter im Laufe der Zeit mit unterschiedlichen Problemsituationen umzugehen lernt. Langfristig wird dadurch die Autonomie des Roboters im laufenden Betrieb erhöht. Er benötigt immer seltener die Hilfe seines menschlichen Kollegen. Der Lernerfolg einzelner Fahrzeuge lässt sich dank des sogenannten »Lifelong AI Training« auch auf andere Roboter übertragen. Durch den Lerneffekt werden die Roboter selbst in neuen Umgebungen und schwierigen Einsatzorten stetig autonomer. »Das besondere an der AI-Box ist neben der Modularität, dass erweiternde KI-Algorithmen, zum Beispiel zur Bilderkennung, integriert sind, damit sich ein Robotersystem nicht nur in der Umgebung lokalisieren kann, sondern auch erkennt, was in der Umgebung passiert«, sagt Sebastian Hoose aus der Abteilung für Robotik und Kognitive Systeme am Fraunhofer IML. »Ein Rollstuhl auf dem Krankenhausgang ist somit nicht nur ein Hindernis, sondern der Roboter weiß, dass es sich bei dem Hindernis um einen Rollstuhl handelt, dem er ausweichen muss.«



Kosteneffizientes, kompatibles und flexibles Robotersystem

Mit dem Serviceroboter »RemRob« erhalten Krankenhäuser nicht nur fleißige Helfer für das medizinische Transportwesen, sondern auch ein hohes Maß an Flexibilität bei der Wahl des Robotermodells. Die modulare Bauweise stellt sicher, dass die Remote AI-Box mit unterschiedlichen Herstellern von Roboterplattformen kompatibel ist. Zusätzlich ist, aufgrund der einfachen Übertragbarkeit des aktuellen Trainingsstandes auf weitere Roboter, die Anzahl der Roboterflotte flexibel anpassbar. Durch die roboterbasierte Autonomisierung der logistischen Transportprozesse in Kliniken kann eine Entlastung des Pflege-, Logistik- und Medizintechnikpersonals erfolgen und eine Refokussierung auf die wertschöpfenden Kernaufgaben im Pflegebereich eines Krankenhauses stattfinden.

Herz- und Nierentest im Krankenhausalltag

Um die tatsächliche Leistungsfähigkeit des Serviceroboters »5G-RemRob« zu evaluieren und zu demonstrieren, führte das Fraunhofer IML zusammen mit der Fact Gruppe eine Pilotphase im St. Franziskus-Hospital in Münster durch. Im Praxistest sollten die technische Machbarkeit der autonomen Transportlösung im Krankenhaus getestet und potenzielle Herausforderungen identifiziert werden. Hierzu haben Pflegefachkräfte, Logistiker, Medizin- und Gebäudebetriebstechniker ihre Expertise eingebracht, um geeignete Einsatzfelder für den Roboter zu identifizieren. »Der Serviceroboter sollte während des Tests den Transport von Kleingeräten wie Infusionspumpen, Blutdruckmessgeräten oder EKG-Geräten von den Stationen zur Reparatur in die Medizintechnik und umgekehrt übernehmen, zudem den Transport von Arznei- und Medikamentenboxen sowie zwischenstationäre Transporte, wie Nachthemden für Patienten, Medikamente oder Akten, insbesondere in der Nacht«, so Marcus Hintze, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Health Care und verantwortlich für das Projekt 5G-RemRob. Dabei hat der Roboter die entsprechenden Güter in verschlossenen Boxen transportiert, um Diebstahl zu vermeiden.

Herausforderungen in der Infrastruktur von Bestandshäusern

Während der Testphase unternahm der Roboter erste erfolgreiche Fahrten auf einer dafür ausgewählten Station des Hospitals. Eine der Herausforderungen war die bestehende Infrastruktur des St. Franziskus-Hospitals, die ein gutes Beispiel für einen bestehenden Gebäudekomplex ist, der im Laufe der Jahre mehrfach erweitert wurde. »Herausfordernd beim Einsatz von Robotik in Bestandsgebäuden ist insbesondere die Anpassung der Infrastruktur«, erklärt Jan Rasmus, Geschäftsführer der Fact Gruppe. »Wie kann der Roboter Aufzüge nutzen, Rolll Tore, Türen oder gepflasterte Wege meistern? Auch gewisse Problemstellungen während der Transportfahrt, wie beispielsweise Hindernisumfahrungen oder Personeninteraktionen, muss der Roboter eigenständig lösen können. Das ist wichtig, schließlich sollen sich die Roboter irgendwann in den normalen täglichen Betrieb auf

den Krankenhausfluren einfügen, wo auch mal Betten oder Geräte stehen können und wo teils reger Personenverkehr herrscht.« Hier kann der »Lifelong Training Algorithmus« punkten, der dafür sorgt, dass der Roboter mithilfe von KI sukzessive seine Autonomie und Leistungsfähigkeit erhöht und sich so immer besser in seiner Umgebung zurechtfindet.

Zudem muss die Kommunikation zwischen Serviceroboter und im Krankenhaus befindlichen Bewegungsmeldern oder Radartastern sichergestellt werden. Smart Devices könnten hier als Bindeglied fungieren, damit drahtlos kommuniziert und interagiert werden kann. Eine weitere Hürde sind Bedingungen im Rahmen von Brandschutz-Richtlinien. Ein separater Raum mit installierter Brandmeldung, feuerbeständigen Wänden und einer T30-Tür ist notwendig, um die erforderliche Roboterladestation unterzubringen.

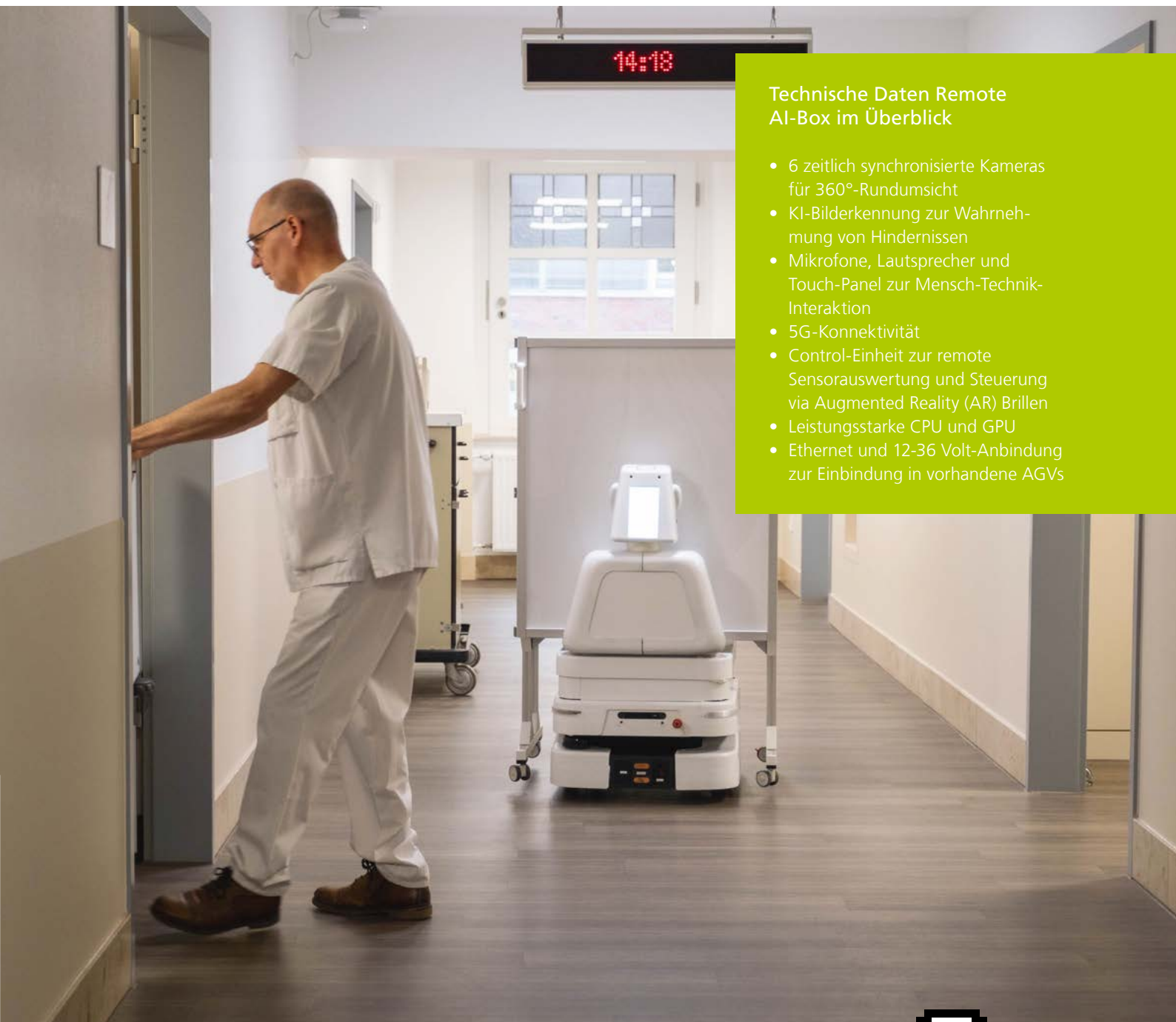
Wie wirtschaftlich ist der Einsatz von Robotik?

Im Rahmen des Forschungsprojektes »5G-RemRob« wurde auch die Wirtschaftlichkeit des Robotereinsatzes im St. Franziskus-Hospital untersucht. Dazu wurde ein Kalkulationstool entwickelt, das durch die Eingabe relevanter Parameter die Wirtschaftlichkeitsberechnung durchführt. Dies soll Krankenhäuser bei Investitionsentscheidungen unterstützen. Bei der Kalkulation wurden die manuellen Transportprozesse betrachtet und mit den potenziellen Prozessen verglichen, die durch den Einsatz von Robotern abgebildet werden können. Die Kalkulation zeigte, dass ein Robotereinsatz im krankenhausinternen Materialtransport im Vergleich zur manuellen Verbringung wirtschaftliche Vorteile haben kann. Da sich aufgrund unterschiedlicher Gebäudeinfrastruktur von Krankenhäusern sehr individuelle Anforderungen an einen Robotereinsatz ergeben, muss die Wirtschaftlichkeit für jedes Krankenhaus individuell berechnet werden.

Die Forschung an 5G-RemRob geht weiter

Nach Abschluss der Pilotphase im St. Franziskus-Hospital in Münster wurde in Gesprächen mit der Fact Gruppe der Wunsch laut, die Fähigkeiten der Sensorbox zu erweitern, um diese für mögliche weitere Einsatzfelder im nicht-medizinischen Dienstleistungsbereich attraktiver zu machen. Der Roboter könnte neben seinen Transportaufgaben zum Beispiel auch Kontroll- und Sicherheitsaufgaben im Bereich der Gebäudesicherheit übernehmen, da er jeden Tag an diesen Kontrollpunkten vorbeifährt. Dazu gehört unter anderem die Prüfung der Feuerlöscher (Mindesthaltbarkeitsdatum, Vorhandensein von Feuerlöschern), die Überprüfung der Fluchtwege und Fluchtpläne etc.

Zur Erledigung dieser Aufgaben benötigt die Sensorbox keine weiteren Hardwarekomponenten. Lediglich die Software und der Algorithmus müssten entsprechend angepasst werden. Die Forschenden haben sich bei der DATI-Pilot, einer Förderrichtlinie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), um Fördergelder in Höhe von 250.000 Euro beworben. Die Laufzeit des Projekts, das für September 2024 geplant ist, beträgt 18 Monate. »Die Wei-



Technische Daten Remote AI-Box im Überblick

- 6 zeitlich synchronisierte Kameras für 360°-Rundumsicht
- KI-Bilderkennung zur Wahrnehmung von Hindernissen
- Mikrofone, Lautsprecher und Touch-Panel zur Mensch-Technik-Interaktion
- 5G-Konnektivität
- Control-Einheit zur remote Sensorauswertung und Steuerung via Augmented Reality (AR) Brillen
- Leistungsstarke CPU und GPU
- Ethernet und 12-36 Volt-Anbindung zur Einbindung in vorhandene AGVs

terentwicklung zur Marktreife und die Vermarktung könnte danach mit unserer Unterstützung Wirtschaftsunternehmen übernehmen«, so Marcus Hintze, der sich auf Gespräche mit interessierten Robotikherstellern freuen würde. »Wir sind davon überzeugt, dass Krankenhäuser immer öfter auf die Hilfe von Robotern angewiesen sind. Entsprechend wird sich die Robotik stetig weiterentwickeln und damit die Mensch-Technik-Interaktion immer weiter perfektioniert«, so Hintze. »Als Health-Care-Logistiker sind wir der Ansicht, dass Pflege und Medizindiagnostik in Menschenhand bleiben sollte, aber alle pflegefremden Dienstleistungen können mit Robotern automatisiert werden, damit sich das Pflegepersonal auf die Patienten konzentrieren kann. Eine Lösung, die sicherlich auch Patienten begrüßen würden.«



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



Kontakt

Marcus Hintze M. Sc. | 0231 9743-504 |
marcus.hintze@iml.fraunhofer.de

Sebastian Hoose M. Sc. | 0231 9743-490 |
sebastian.hoose@iml.fraunhofer.de

Fraunhofer IML erhält Dortmunder Dialogpreis 2024

Das Fraunhofer IML und der ehemalige Institutsleiter Prof. Michael ten Hompel wurden gemeinsam im Februar 2024 mit dem Dortmunder Dialogpreis geehrt. Ausschlaggebend war der jahrelange Beitrag zum Strukturwandel und der Innovationskraft der Stadt. In der Technologielandschaft Dortmunds nimmt das Institut eine prägende und richtungsweisende Rolle ein, beispielsweise im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI).



© Fraunhofer IML, Sebastian Beierle



© European Robotics Forum

Technology Transfer Award für den »LoadRunner«

Diese internationale Auszeichnung erhielt der flinke Roboter im Rahmen des European Robotics Forums 2024. Der Award ehrt besondere Synergien zwischen Wissenschaft und Wirtschaft im Transfer von Robotik-Technologie und beweist einmal mehr, wie bereichernd die Zusammenarbeit in dem einzigartigen Format der Enterprise Labs für das Fraunhofer IML und die beteiligten Industriepartner ist.

Personalplanung mit Stift und Papier?

Jedes dritte Unternehmen in Italien plant sein Personal im Lager weiterhin mit manuellen Methoden. Das zeigt eine aktuelle Befragung italienischer Unternehmen zu ihrer Personaleinsatzplanung im Lager. Obwohl die moderne Welt die Lagerlogistik vor Herausforderungen wie z. B. Schwankungen in Umfang und Struktur der eingehenden Aufträge stellt, sind automatisierte Verfahren noch nicht im Alltag angekommen. Ob sich diese Ergebnisse auch auf Deutschland und andere europäische Staaten übertragen lassen, wird derzeit von Forschenden des Fraunhofer IML überprüft.



© Adobe Stock, Multiverse

Vorbereitung zur Einführung der Digitalen Automatischen Kupplung laufen auf Hochtouren

DB Cargo hat im April 2024 mit dem Fraunhofer IML und fünf weiteren europäischen Partnern das Konsortium »DACFIT« gegründet. Europaweit müssen insgesamt 500 000 Güterwagen umgerüstet werden, ohne dass es zu betrieblichen Einschränkungen kommt. Die Planung und Organisation dieses Vorhabens übernimmt das Projektkonsortium. Dabei erhält das Konsortium finanzielle Unterstützung durch das Europe's Rail Joint Undertaking (EU-Rail).



© Adobe Stock, Michal



© Adobe Stock, Nischaporn

Batterielogistik auf der Überholspur

Obwohl die Elektromobilität das Zukunftsthema ist, sind noch viele Fragen rund um die Lithium-Ionen-Batterien offen. In fünf beispielhaften Projekten unterstützt das »Innovationslabor für Batterie-Logistik in der E-Mobilität« des Fraunhofer IML Unternehmen nun ganz konkret dabei, heute noch vorhandene Lücken in der Batterielogistik zu schließen. Dazu gehören eine Open-Source-Lösung eines EU-Batteriepasses, die Produktion von elektrifizierten Sattelaufliegern für Lkw, eine 3D-Röntgenuntersuchung zur Qualitätsbestimmung und die Nachnutzung oder das Recycling von versiegelten Batteriegehäusen.

Umweltprojekte besser managen

Das Fraunhofer IML hat gemeinsam mit mehreren Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft das Forschungsvorhaben GreenCraft gestartet, das vom NRW-Umweltministerium und mit Kofinanzierung der EU gefördert wird. In dem Projekt wird eine durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz unterstützte Plattform entwickelt, die bei der Anbahnung und Abwicklung von Umweltprojekten hilft. Solche Umweltprojekte sind z. B. Fassadendämmung bei Häusern, Installation von PV-Anlagen oder der Einbau von Wärmepumpen.



© Weber, Kreishandwerkerschaft Essen

Literaturtipps

Mehrweg-Glossar für die Circular Economy

Für alle Fragen rund um nicht immer trennscharfe Begrifflichkeiten der Circular Economy liefert das auf Deutsch und Englisch erschienene »Mehrweg-Glossar/Glossary on Reuse« kurze Erläuterungen. Das Fraunhofer UMSICHT und das Fraunhofer IML haben im Auftrag der Stiftung Initiative Mehrweg eine entsprechende Übersicht erstellt, um alle Unsicherheiten und Unklarheiten im Bereich Wiederverwendung und Recycling auszuräumen. Gerade vor dem Hintergrund PPWR (Packaging & Packaging Waste Regulation der EU) werden diese Begriffe und ihre Abgrenzungen immer mehr an Bedeutung zunehmen.



Das Deutschlandticket auf dem Prüfstand

Das Deutschlandticket soll vor allem dazu dienen, die Bevölkerung zur Nutzung des ÖPNV zu motivieren. Eine repräsentative Befragung zum Mobilitätsverhalten in Deutschland zieht ein erstes Resümee: Nach dem sehr günstigen »9-Euro-Ticket« ist der Preis von 49 Euro gerade akzeptabel. Die Studie zeigt außerdem, dass Nutzende des Deutschlandtickets meist jünger sind, oft unter 55 Jahre alt, einen höheren Bildungsgrad haben und in Vollzeit arbeiten. Die Kernaussage der bevölkerungsrepräsentativen Online-Umfrage ist jedoch, dass das Deutschlandticket durchaus die Nutzung des ÖPNV fördert und eine Verlagerung zum öffentlichen Verkehr bewirkt.

»Prozessoptimierung in der Intralogistik – Methoden, Software und KI sinnvoll einsetzen«

Der Druck, ständig weitere Optimierungen vorzunehmen, ist besonders in der Intralogistik zu spüren. Als Nachschlagewerk und Ideengeber für die Neugestaltung von Lagerprozessen hat das Fraunhofer IML im HUSS-VERLAG das Fachbuch »Prozessoptimierung in der Intralogistik – Methoden, Software und KI sinnvoll einsetzen« veröffentlicht. Das Fachbuch thematisiert u. a. die Herausforderung, aus der Vielfalt an Anwendungen, beispielsweise aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz, die richtigen auszuwählen.





LOGISTIKentdecken
des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund #19



Fraunhofer IML
Social Networked Industry
So entstehen soziale Netzwerke
Technik auf neue Weise

LOGISTIKentdecken
Magazin des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund #24



ORKED INDU

nd Logistk IML Dortmund

LOGISTIKentdecken
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/de/presse_medien/magazin_logistikentdecken

LOGISTIKentdecken
Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund #13

