

LOGISTIKentdecken

Magazin des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund

#23



Topthema:

SIMULATIONSBASIERTE KI

Wie sich virtuelle und reale Welt zu einem Kontinuum verbinden



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, Sabine Vogel, Rolf Müller-
Wondorf, Alia Khaddour, Rebecca Wolfer,
Merle Janssen, Anna Appelbaum

Fotos

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

Satz und Layout

Anna Tekath

Druck und Verarbeitung

Druckhaus Dülmen Betz Vertriebs
GmbH, Dülmen

Liebe Freunde der Logistik,

die Digitalisierung und Vernetzung von allem und die Anwendung Künstlicher Intelligenz ist in vollem Gange. Damit einher geht eine neue Generation autonomer mobiler Roboter (AMR), die wir am Fraunhofer IML begründet haben. Die Fahrzeuge lernen in der virtuellen Realität und ihre Avatare fahren als cyber-physische Zwillinge auf dem echten Hallenboden – es entsteht das digitale Kontinuum, ein selbstoptimierender Regelkreis Künstlicher Intelligenz.

Was nach Science-Fiction klingt, ist längst Realität und lässt sich anfassen: Das Highspeed-Schwarmfahrzeug LoadRunner, der dynamisch stabile Roboter evoBOT und der Outdoor-Roboter O³dyn haben bereits auf diversen Messen und Veranstaltungen die Besucherscharen beeindruckt. Zu verdanken haben wir diese neue Robotergeneration einem neuen Entwicklungsverfahren: der Simulationsbasierten Künstlichen Intelligenz. Was es mit diesem Verfahren auf sich hat, welche Vorteile es bietet und warum es die Welt der Logistik revolutionieren wird, erfahren Sie in der Titelgeschichte dieser Ausgabe (ab S. 6), in deren Rahmen auch unser Institutsleiter Prof. Michael ten Hompel zu diesem neuen Forschungszweig in einem Interview Rede und Antwort steht (S. 12).

Welche Bedeutung Künstliche Intelligenz mittlerweile in der Logistik einnimmt, unterstreicht auch die Verstetigung des Kompetenzzentrums Maschinelles Lernen Rhein-Ruhr (ML2R), das seit Juli 2022 als Lamarr-Institut für Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz firmiert und in dem wir gemeinsam mit unseren Partnern vom Fraunhofer IAIS sowie den Universitäten in Dortmund und Bonn die KI-Forschung auf ein neues Level heben werden (S. 16).

Einer weiteren Erfolgsgeschichte unserer Forschung möchten wir fortan eine eigene Rubrik widmen: den Fraunhofer Enterprise Labs. Das Format der Enterprise Labs entstand 2013 am Fraunhofer IML als neue Art der langfristigen Zusammenarbeit zwischen Unternehmen, Forschung und Entwicklung. Seit 2016 können die Kooperationen gar auf



Bettina von Janczewski
Teamleiterin Presse und Medien
Fraunhofer IML



Julian Jakubiak
Pressesprecher
Fraunhofer IML

ein eigens eingerichtetes Enterprise Lab Center an unserem Institut zurückgreifen, in dem sich Prototypen bauen und sogar Kleinserien fertigen lassen. 2022 ist mit SSI Schäfer bereits das 13. Unternehmen hinzugekommen, das sich für diese innovative Form der gemeinsamen Forschung entschieden hat. Welche Themen wir in diesem Lab gemeinsam erforschen, lesen Sie ab S. 20. Außerdem blicken wir in der Rubrik ab sofort auch auf den aktuellen Stand der Zusammenarbeit mit Lab-Partnern, die schon länger dabei sind. Den Anfang machen Dachser und SICK (ab S. 24).

Auch darüber hinaus bietet Ihnen diese Ausgabe spannende Themen aus der Forschung am Fraunhofer IML. Seien es die neuesten Entwicklungen aus unseren Großforschungsprojekten »Silicon Economy« (u. a. S. 46) und das Projekt zum Aufbau des Europäischen Blockchain-Instituts (S. 44), Ausblicke auf die Zukunft der Supply Chain (S. 42) oder ein lebenswertes und nachhaltiges Stadtbild von morgen (S. 52).

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

Ihr Redaktionsteam »Logistik entdecken«

06

TOPTHEMA:
SIMULATIONSBASIERTE KI

16

LAMARR-
INSTITUT

20

ENTERPRISE
LABS

32

EVOBOT

42

ZUKUNFT DER
SUPPLY CHAIN

52

LEISE
LOGISTIK

Inhalt

Logistik entdecken #23

ALLGEMEINES

- 02 Impressum
- 03 Vorwort
- 62 Notizen und Literaturtipps

TOPTHEMA

- 06 Die Zukunft der Logistik klingt nach Science-Fiction!
- 12 Interview mit Prof. Michael ten Hompel

WISSENSVORSPRUNG FÜR DIE LOGISTIK

- 16 Mit dreieckigem Paradigma in die zweite Runde

ENTERPRISE LABS

- 20 »Die Enterprise-Lab-Forschung ist Teil unserer globalen Innovations- und Technologieoffensive«
- 24 Lab, Lab, hurra!
5 Jahre DACHSER Enterprise Lab
- 28 Pionier der ersten Stunde

INTRALOGISTIK

- 32 Flinker Begleiter
- 35 Tausendsassa bringt Smart Factory auf nächstes Level
- 38 Bye-bye Mobilfunk, hello LPWAN?
- 40 Onlineshopping? Aber sicher!

LOGISTIKMANAGEMENT

- 42 7 Thesen für das Supply Chain Management von morgen
- 44 Wie nützlich ist die Blockchain-Technologie?
- 46 eCMR – Update für den Frachtbrief
- 48 Catena-X macht die automobiler Lieferkette resilienter und transparenter
- 50 Versorgungssicherheit proaktiv im Visier

MOBILITÄT UND UMWELT

- 52 PSSST! Wir können's nicht mehr hören!
- 56 Digitales Testfeld Air Cargo
- 58 Zwei Leben für eine Batterie
- 60 Eine (Bus-)Reise in das Jahr 2030

Die Zukunft der Logistik klingt nach Science-Fiction!





Um die Vision einer hochflexiblen Logistik in die Realität zu überführen, ist Künstliche Intelligenz (KI) unabdingbar. Vor diesem Hintergrund haben die Forschenden des Fraunhofer IML mit mobilen autonomen Transportsystemen wie dem LoadRunner, evoBOT und O³dyn nicht nur gezeigt, welche technologischen Möglichkeiten heute zur Verfügung stehen, um Logistikprozesse in eine neue Dimension zu heben, sondern auch, wie sich Entwicklungsprozesse beschleunigen und Entwicklungskosten reduzieren lassen. Die Lösungsworte heißen »Simulationsbasierte Künstliche Intelligenz« und »Digitales Kontinuum«.

Der Traum von Künstlicher Intelligenz ist bereits älter als der Computer selbst. Vor allem die Science-Fiction befähigt Roboter oder Maschinen, mithilfe von KI selbstständig zu denken und zu handeln – man denke nur an den Androiden »Data« aus »Star Trek« oder an »C3PO« aus dem Blockbuster »Star Wars«. Abseits der Science-Fiction arbeitet die Wissenschaft schon seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts an Künstlicher Intelligenz. Mittlerweile kann mithilfe von KI die Effizienz, Qualität und Produktivität in den verschiedensten Branchen und Prozessen auf eine ganz neue Ebene gebracht werden. Denn KI ist in der Lage, riesige Datenmengen zu analysieren und zu kombinieren, Zusammenhänge und Anomalien zu erkennen, um daraus Rückschlüsse zu ziehen und eigene Entscheidungen zu treffen – und dies viel umfänglicher und schneller, als das menschliche Gehirn dazu in der Lage wäre. Mit KI lassen sich Abläufe fortlaufend optimieren und Probleme vorausschauend vermeiden. Deshalb bietet die KI der Logistik ein unglaublich großes Potenzial, um Prozesse im Lager und auf den internen und externen Transportwegen zu optimieren. Durch KI kann die gewünschte Autonomie in der Entscheidungsfindung sowie die Selbstorganisation des Materialflusses zum Leben erweckt werden. Der Wunsch nach einer Logistik, die selbst einer extrem hohen Marktdynamik mit Resilienz und Nachhaltigkeit trotz, könnte mithilfe von Künstlicher Intelligenz Realität werden.

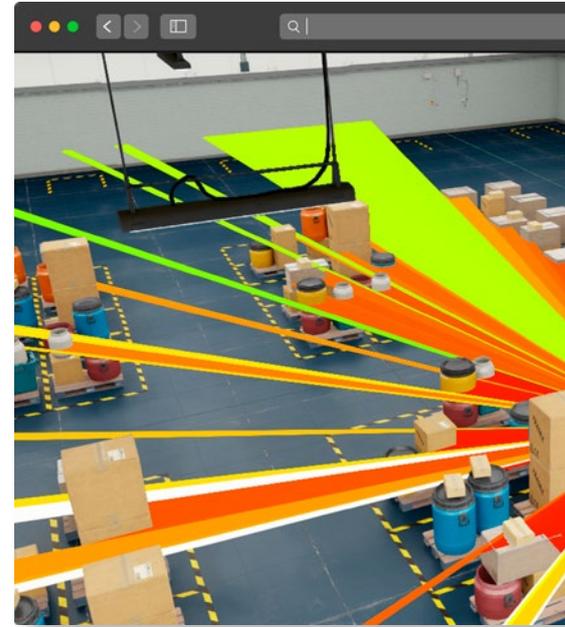
PACE Lab als Plattform für High-Tech-Applikationen

Mit dem PACE Lab (PACE = Positioning Accuracy Communication Evaluation) haben die Dortmunder Forschenden ein High-Tech-Testfeld zur Echtzeitdatenerfassung realisiert und damit eine weltweit einzigartige Entwicklungsumgebung geschaffen, um mithilfe von Künstlicher Intelligenz hochdynamische autonome Transportsysteme zu entwickeln. In zwei Testhallen wird zum einen die Grundlagerecherche im Bereich der Positionsdetektion vorangetrieben. Zum anderen werden dort konkrete Anwendungen untersucht. So dient das PACE Lab als 5G-Testfeld, in dem die Kommunikation autonomer Systeme mit einer Basisstation, einem Device-Simulator und einer enormen Anzahl von Messgeräten nachvollzogen wird. Dabei nutzt das Fraunhofer-IML-Team auch ein neuartiges Lasersystem, das an der Hallendecke montiert ist und Daten während der Entwicklung in Echtzeit auf den Boden projiziert – Augmented Reality wird hier ohne Brille erlebbar.

Leuchtturmprojekt LoadRunner im Live Prototyping realisiert

Das PACE Lab dient zudem der Evaluierung von Algorithmen, die dann aufgrund der Echtzeitfähigkeit des Systems und der geringen Latenz von zwei Millisekunden gleichzeitig einem Live-Prototyping unterzogen werden. Das Motion-Capturing-System macht's möglich. Dank dieses Systems konnten die Dortmunder das Verfahren der »Simulationsbasierten Künstlichen Intelligenz« entwickeln, das beim LoadRunner-Projekt erstmals zur Anwendung gekommen ist. Obwohl es nur einen Prototyp gab, konnten die Forschenden das Schwarmverhalten vollständig virtuell entwickeln – also ohne die entsprechende Hardware. Für die Simulation nutzten die Forschenden damals eine Game-Engine, mit der sie eine dynamische Darstellung des Systemverhaltens in Echtzeit erzielten. Das allein war noch keine bahnbrechende Leistung. Mithilfe des Motion-Capturing-Systems konnten sie allerdings die Dynamik des LoadRunners derart exakt modellieren, dass sie identisch mit dem realen Prototyp war. Es ließen sich so riskante und komplexe Manöver ohne Risiko im Schwarmsystem testen. Um die Leistung größerer Schwärme zu bestimmen, konnte die Umgebung sogar skaliert werden. Dadurch zeigte sich bereits in der Simulation, dass sich erstaunliche Leistungen mit einem LoadRunner-Schwarm erreichen lassen. »Die Entwicklungsstränge eines High-Tech-Schwarms zu entkoppeln und so innerhalb von nur drei Monaten parallel Mechanik, Regelungstechnik und Sensorik zu entwickeln, war nur durch die einzigartige Infrastruktur im PACE Lab und die Simulationsbasierte KI möglich«, so Dr. Sören Kerner, Abteilungsleiter KI und Autonome Systeme am Fraunhofer IML.

Next Level Autonomy dank Simulationsbasierter KI



Bei der rein virtuellen Entwicklung der Schwarmsteuerung beim LoadRunner hat das Fraunhofer IML weltweit einen Meilenstein in der Schwarmrobotik gesetzt und ist zum Wegbereiter der Revolution vom FTF zum mobilen autonomen Roboter avanciert. Mit der Simulationsbasierten KI haben die Dortmunder Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zudem einen gänzlich neuen Forschungszweig erschlossen, der die Basis für viele weitere Projekte ist, wie beispielsweise die »AI Arena«, die »Datenfabrik.NRW« oder die Open-Dynamic-Plattformen der Silicon Economy. Dem LoadRunner folgten mittlerweile weitere aufsehenerregende Projekte, wie die Transportroboter »evoBOT« und »O³dyn«.

Entwicklungszeiten verkürzen und Kosten sparen

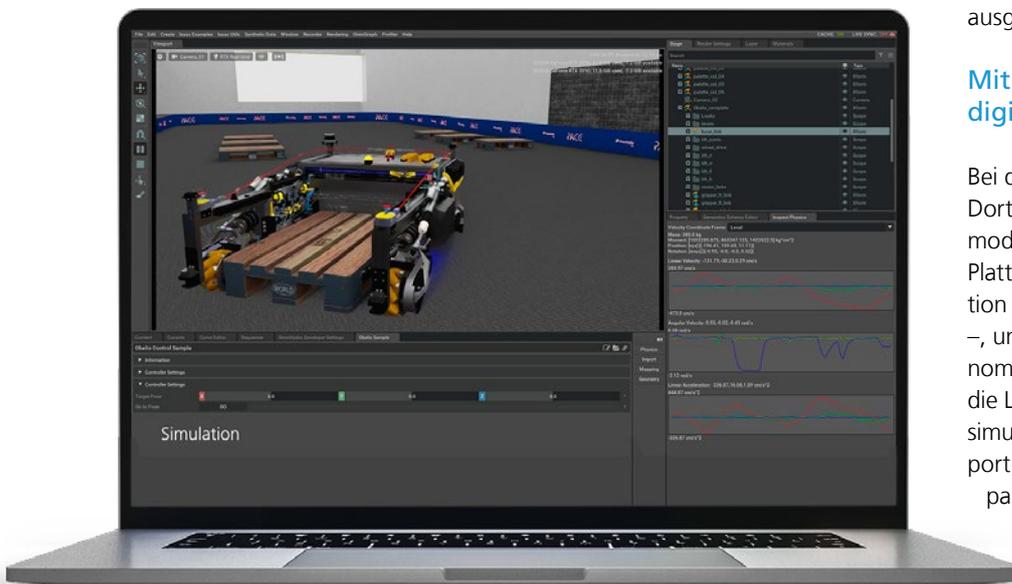
Je komplexer die Logistik wird, desto wichtiger werden Dezentralisierung und Selbstorganisation, um nicht an Effektivität einzubüßen. »Ein Transportroboter ist ein hochkomplexes System, ein Zusammenspiel von Mechanik, Sensorik, Regelungstechnik«, erklärt Dr. Sören Kerner. »Die Realisierung

vollständig autonomer Transport- und Robotersysteme ist deshalb mit hohen Kosten und mehrjähriger, ressourcenintensiver Entwicklungsarbeit verbunden. Mit Schlüsseltechnologien- und Instrumenten wie der KI und Simulationen können wir Kosten senken und Entwicklungszeiten verkürzen.« Kombiniert ergeben sie, so der Forscher, das Potenzial einer digitalen Realität – einer ganzheitlichen, KI-basierten, quasi perfekten Simulation, die eine virtualisierte Entwicklung neuartiger autonomer Systeme ermöglicht – ohne Anpassungsaufwand an den realen Roboter. Es entsteht das Konzept einer Simulationsbasierten KI in einer digitalen Realität.

»Dabei verstehen wir unter »Digitaler Realität« die Verschmelzung von Simulation und Realität – es entsteht ein Digitales Kontinuum für Roboter. Dieses ermöglicht es, Algorithmen digital zu entwickeln, ohne dass diese auf die Realität angepasst werden müssen«, so Dr. Sören Kerner. »Das heißt, für die Entwicklung zukünftiger Transportsysteme bzw. Transportroboter können wir die Simulation so realistisch gestalten, dass sie für den Roboter zur Realität wird. Der Algorithmus kann nicht mehr unterscheiden, ob er in einer Simulation oder dem realen Roboter ausgeführt wird.«

Mit neuer Klasse von Algorithmen digitales Abbild der Realität

Bei der Entwicklung von Odyn nutzen die Dortmunder Forschenden neue, hochmoderne Grafikkarten von NVIDIA, die Plattform Omniverse™ sowie die Simulation Isaac – beides ebenfalls von NVIDIA –, um hochkomplexe Vorgänge wie autonome Entscheidungen auf der Fläche und die Lastauf- bzw. -abgabe in Echtzeit zu simulieren und dann auf den realen Transportroboter zu übertragen. Dank der starkparallelen Verarbeitung der modernen Grafikkarten konnte das Fraunhofer IML eine neue Klasse von





Algorithmen generieren. Basierend darauf ist die Simulation hochkomplexer logistischer Vorgänge ganzheitlich – auch physikalisch – in Echtzeit realisierbar. Hierzu wird das Verhalten der simulierten mit dem der realen Roboter- und Transportsysteme in der Testumgebung abgeglichen und das Simulationsmodell dadurch optimiert. »Mit dem hochpräzisen Motion-Capturing-System ist es möglich«, so Dr. Sören Kerner, »mehrere hundert Objekte in 3D in Echtzeit zu erfassen, mit

einer Frequenz von bis zu 400 Hertz, und so ein perfektes digitales Abbild der Realität zu schaffen.« Im Live Prototyping entsteht der Prototyp, der dann mithilfe des Motion-Capturing-Systems 1:1 auf die Realität, also auf das physische Modell übertragen wird. Reduziert sich die Differenz von Modell und Realität, geht die Simulation in eine digitale Realität für die KI über. Der Roboter wird zum CPS-Zwilling (CPS = Cyber-Physisches System) der Simulation. »Man spricht in diesem Zusammenhang auch davon, dass der Sim-to-real-gap – also der Unterschied zwischen der Simulation und der Realität – nahezu null wird. Auch der reale Roboter nimmt seine Umgebung nur mit digitalen Sensoren wahr. Für ihn verschwimmen Simulation und reale Welt zu einem Digitalen Kontinuum (Robotik-Kontinuum)«, so Dr. Sören Kerner. »Wenn dies zutrifft, dann entwickeln wir Prototypen mithilfe der Simulation, die dann unmittelbar auf dem realen Shop-floor agieren können.«

Zeitgleicher Abgleich zwischen Simulation und Realität

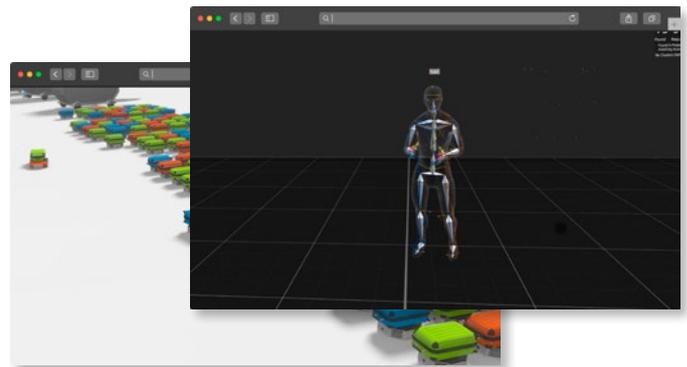
Der CPS-Zwilling verfügt über eingebettete Software und Elektronik, die über Sensoren und Aktoren mit der Außenwelt, also dem physischen Zwilling vernetzt sind und mit diesem so kommunizieren. Mithilfe der Sensoren verarbeitet der CPS-Zwilling Daten aus der physischen (der natürlichen) Welt und macht sie für digitale Dienste verfügbar. Diese können wiederum durch die Aktoren des Roboters direkt auf Vorgänge in der physischen Welt einwirken. Der CPS-Zwilling ist quasi das Übertragungsmedium aller Informationen der Simulation – also der virtuellen Welt auf die reale Welt beziehungsweise auf das physische Modell. Dabei kennt der CPS-Zwilling jede Entscheidung und jedes mögliche Szenario der Simulation und des physischen Modells. Das heißt, der Vorteil der Entwicklung mithilfe von Simulationsbasierter KI ist, dass man auf veränderte Rahmenbedingungen kontinuierlich und ohne großen Ressourcenaufwand während der Entwicklungszeit des Transportroboters reagieren kann, indem man die Anpassungen und Änderungen entsprechend in die Simulation integriert. Daraus entsteht ein digitales logistisches

Kontinuum zwischen Entwicklung und Anwendung. Es lassen sich Prototypen bereits in der digitalen Realität testen, bevor sie überhaupt erst gebaut werden. Dies reduziert die Entwicklungszeit erheblich und senkt auch die Kosten. Während bisher Hard- und Softwareentwicklungen hochdynamischer Systeme nacheinander erfolgen musste, können diese nun parallelisiert werden.

Das Logistik-Universum ist groß – die Möglichkeiten im Digitalen Kontinuum unendlich

Mit neuen, KI-basierten Fahrzeuggenerationen hat das Fraunhofer IML eine Art Blaupause für die Logistikbranche geschaffen auf dem Weg in eine vertikale und in Echtzeit vernetzte digitale Plattformökonomie. Hier zeichnen kürzere Entwicklungszeiten auf der einen und höhere Flexibilität und Resilienz auf der anderen Seite autonome logistische Systeme aus, damit sie für die Herausforderungen der Märkte der Zukunft gewappnet sind.

Für den Dortmunder Forscher Dr. Sören Kerner steht fest: »Projekte wie der LoadRunner, evoBOT oder Odyn kratzen erst an der Spitze der Autonomie. Die Erforschung der Logistik ist erst in den Anfängen.« Es werde sich gleichzeitig durch eine stärkere Konzentration auf den Menschen die Autonomie in der Mensch-Maschine-Interaktion weiter steigern und dafür sorgen, dass Fahrerlose Transportsysteme



oder Transportroboter, auch auf der Straße bis hin zur Haustür, zu einem zentralen Akteur der Lieferkette avancieren. Künstliche Intelligenz entwickelt sich somit vom Hype-Thema zur Standardanwendung. In der Logistik gibt es eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten für KI – dabei geht es nicht nur um die Entwicklung von mobilen autonomen Transportrobotern, sondern auch um eine deutliche Steigerung der Effizienz und Qualität der gesamten Supply Chain bis zur Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks. »Zukünftig lassen sich komplexe Szenarien durchspielen«, so Dr. Sören Kerner, »wie beispielsweise, was passiert, wenn im Panamakanal ein Schiff quer steht? Wie wirkt sich das auf die internationalen Seetransporte aus? Wie wird meine Logistik in Zukunft resilienter? Aber auch bei der Lagerplanung könnte die Simulationsbasierte KI hilfreich sein.« Das Digitale Kontinuum hat also erst begonnen. Wir befinden uns in einer kontinuierlichen Transformation. Waren in einer Welt vor der Digitalisierung Transformationen stets abgeschlossen, so ist Transformation im digitalen Zeitalter ein Kontinuum – die neue Normalität ist ein fortlaufender Prozess der Veränderung.

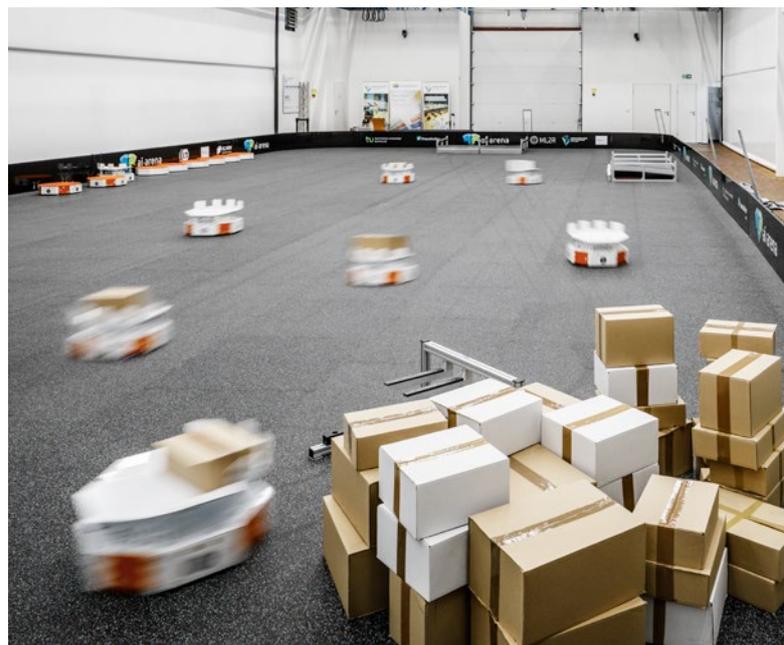
Bühne frei für drei Transportroboter des »Robotik-Kontinuums« der Dortmunder Denkfabrik

Mittels Simulationsbasierter KI auf Grundlage der digitalen Realität ist es Forschenden des Fraunhofer IML gelungen, eine zukunftsprägende Generation von autonom agierenden, hochdynamischen Transportrobotern zu entwickeln, die wegweisend für zukünftige Transportlösungen sind.



LoadRunner sortiert blitzschnell Güter

Mit dem LoadRunner hat das Fraunhofer IML eine neue Klasse hochdynamischer, autonomer Schwarmfahrzeuge für die Sortierung vorgestellt. Das Projekt baut auf der Zukunftsvision einer infrastruktureduzierten Logistik auf – einer Vision, bei der der ideale logistische Raum leer ist, da nur mit hoher Flexibilität und Skalierbarkeit der hohen Dynamik der heutigen Logistik begegnet werden kann. Bei der Entwicklung des Fahrerlosen Transportfahrzeugs lag der Fokus nicht nur auf einer hohen Flexibilität, sondern auch auf einer schnelleren Ein- und Ausschleusung von Gütern. Der LoadRunner kann sich eigenständig im Schwarm organisieren und erreicht eine enorme Sortierleistung. Damit adressieren LoadRunner-Schwärme Bereiche, die bislang der Hochleistungssortier- und -fördertechnik vorbehalten waren. Er benötigt im Gegensatz zu klassischen Sortiersystemen wesentlich weniger fest installierte Infrastruktur und bietet eine deutlich schnellere Inbetriebnahme, eine dynamische Leistungsanpassung sowie eine höhere Skalierbarkeit. Das Fahrzeug ist mit einem omnidirektionalen Fahrwerk ausgestattet. Dadurch kann es völlig frei auf der Fläche navigieren. Zur Kollisionsvermeidung passt die Trajektoriensteuerung sowohl den Fahrweg als auch die Geschwindigkeit an. Dies verhindert eine Kollision der Fahrzeuge trotz hoher Geschwindigkeiten. Die Warenübergabe an den Ablagestationen erfolgt nach dem trägheitsbasierten Übergabeprinzip – also ohne zusätzliche Aktorik. Mit der KION Group hat das Fraunhofer IML einen namhaften Industriepartner gefunden, der die LoadRunner-Technologie im gemeinsamen Enterprise Labs für den Einsatz in ihrer Unternehmensgruppe lizenziert und gemeinsam weiterentwickelt (mehr zum LoadRunner in Logistik entdecken #22, S. 24).





evoBOT geht seinem menschlichen Kollegen zur Hand

Der evoBOT ist ein erster Prototyp einer neuen Klasse autonomer mobiler Transportroboter auf zwei Rädern. Er kann schieben, ziehen, Dinge wenden und anreichen – und hält dabei immer das Gleichgewicht. Das verdankt er dem Prinzip des inversen Pendels, das ohne Gegengewicht auskommt: Dank der Pendelbewegung kann der Roboter Objekte wie Kisten und Pakete, soweit seine Arme es zulassen, direkt vom Boden aufnehmen oder vom Förderer anheben und in unterschiedlichen Höhen wieder abgeben. Dabei ist er bis zu 10 m/s schnell. Er kann Rampen und Kanten bewältigen – und auch holpriges Pflaster im Außenbereich stellt kein Hindernis für ihn dar. Mit evoBOT lassen sich viele intralogistische Aufgaben bewältigen, für die bislang unterschiedliche Robotertypen im Einsatz sind. Denn der auf einer Plattform basierende Roboter kann mit unterschiedlichsten Greiferlösungen zum Halten, Positionieren und Bewegen von Waren ausgestattet werden. Dadurch kann er in vielfältigen Einsatzgebieten in der Logistik und im industriellen Kontext zum Einsatz kommen. Mit seinen Armen und dem eindringlichen Blick seiner Kameraaugen weist er in die humanoide Zukunft der Robotik – und zwar nicht nur

in der Logistik. Mit seinem bioinspirierten Design und seinen Fähigkeiten hat er das Potenzial, zu einem echten Kollegen zu werden (mehr zum evoBOT auf S. 32).

Der autonome, hochdynamische Transportroboter O³dyn revolutioniert den Palettentransport

Mit dem hochdynamischen, autonomen Transportroboter O³dyn soll der außer- und innerbetriebliche Palettenumschlag maßgeblich verändert werden. Im Gegensatz zu den meisten Fahrerlosen Transportsystemen weist O³dyn gleichermaßen eine hohe Leistungsfähigkeit, Dynamik und Flexibilität auf und eignet sich zudem für den hybriden Betrieb. Er kann omnidirektional große Lasten im Format einer Palette transportieren. Dabei verlässt er die geschützte und definierte Umgebung von Lagerhallen, um auf Betriebsgeländen zu agieren: Er transportiert über längere Strecken Material von einem Gebäude zum nächsten und wechselt



nahtlos vom Innen- in den Außenbereich. Dazu besitzt das Fahrzeug ein omnidirektionales Fahrwerk mit Mecanumrädern sowie eine Luftfederung. Dadurch kann sich O³dyn nicht nur auf engstem Raum fortbewegen, sondern auch die Last präzise positionieren. Das Luftfahrwerk passt sich möglichen Bodenunebenheiten im Außenbereich an und sorgt auch für die Lastaufnahme. Als autonomer Transportroboter ist O³dyn einer der ersten Bewohner des sogenannten »Robotik-Kontinuum«, das Simulation und maschinelles Lernen mit der Realität verbindet (mehr zu O³dyn auf S. 35).



Ansprechpartner

Dr.-Ing. Sören Kerner | 0231 9743-170 |
soeren.kerner@iml.fraunhofer.de



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

Interview mit Prof. ten Hompel

Die Simulationsbasierte Künstliche Intelligenz bietet bei der Entwicklung von Logistiklösungen ganz neue Möglichkeiten. Welche Auswirkungen hat das auf die Logistikprozesse der Zukunft?

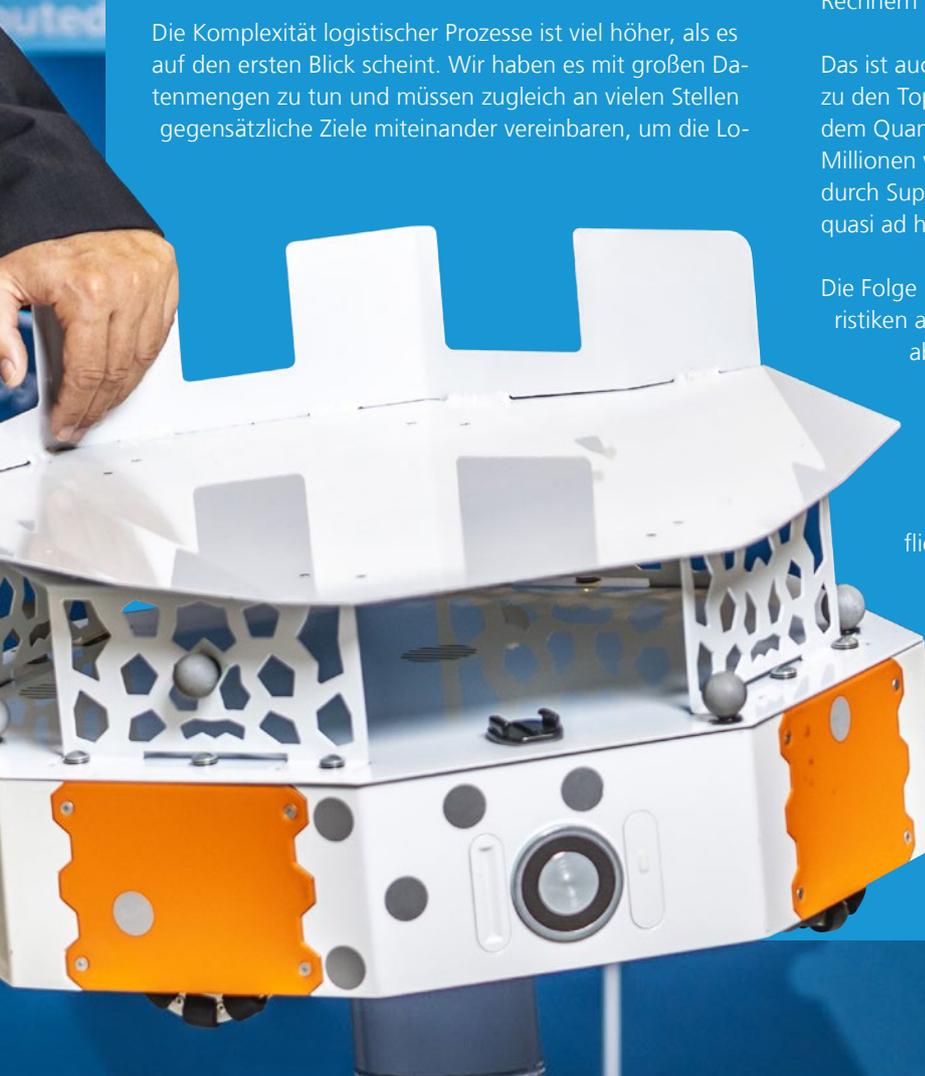
Die Komplexität logistischer Prozesse ist viel höher, als es auf den ersten Blick scheint. Wir haben es mit großen Datenmengen zu tun und müssen zugleich an vielen Stellen gegensätzliche Ziele miteinander vereinbaren, um die Lo-

gistik vernünftig zu gestalten. Die Folge ist, dass unser Betrachtungsraum regelmäßig »explodiert«. Mit anderen Worten ist die Schwierigkeit, logistische Probleme algorithmisch zu lösen, oft so groß, dass wir sie nicht mit konventionellen Rechnern in absehbarer Zeit berechnen können.

Das ist auch einer der Gründe, warum logistische Probleme zu den Top-Themen gehören, die im Zusammenhang mit dem Quanten-Computing genannt werden. Diese könnten Millionen von Systemzuständen gleichzeitig einnehmen und durch Superposition Lösungen für spezifische Probleme quasi ad hoc liefern. Aber das nur am Rande.

Die Folge ist, dass wir oft mit Vereinfachungen und Heuristiken arbeiten, die uns unmittelbar logisch erscheinen, aber vielleicht zu einer Lösung weit entfernt vom Optimum führen – wir wissen es in vielen Fällen einfach nicht besser. Daher haben wir angefangen, logistische Systeme zu simulieren, um wenigstens unterschiedliche Varianten miteinander zu vergleichen. In diese Simulationen fließen dann das Fachwissen und viel Intuition von sehr erfahrenen Fachleuten ein.

Mit der Simulationsbasierten KI gehen wir einen Schritt weiter: Wir schaffen zunächst eine ganzheitliche Simulationsumgebung (virtuelle Realität), die zum Beispiel ein Lager bis ins letzte Detail und physikalisch korrekt abbildet. In dieser virtuellen Realität lassen wir dann wiederum bis ins Detail modellierte, Digitale Zwillinge laufen. Das



kann ein Algorithmus, aber auch ein einzelnes Fahrzeug wie der Odyn oder ein Schwarm unserer neuen evoBOTS sein. Die virtuelle Realität, die wir mit Partnern wie NVIDIA schaffen, ist so perfekt, dass die Digitalen Zwillinge über ihre Sensoren nicht mehr »erkennen« können, dass sie sich in einer Simulation bewegen. Sozusagen ein Roboter-Deepfake.

Der nächste Schritt ist, die Modelle der Digitalen Zwillinge automatisch zu generieren und sie maschinell lernen zu lassen – erst in der virtuellen Welt und dann ein Leben lang in der physischen Welt. Hierdurch können abertausende von Systemvarianten simuliert und Verhalten in einer Dimension erlernt werden, die in der Realität gar nicht zu leisten wäre. So kann zum Beispiel ein neuronales Netz in der Simulation valide trainiert werden, bevor es auf ein autonomes Fahrzeug übertragen wird. Der Roboter wird so zum cyberphysischen Zwilling, also zu einem »Avatar der virtuellen Realität« und damit zum Gegenstück des Digitalen Zwillings.

Die Entwicklung in Richtung dieser Simulationsbasierten KI ist keine Revolution, sondern eine Evolution. Seit Jahrzehnten laufen Entwicklungen in diese Richtung. Neu ist die

»Die Entwicklung in Richtung dieser Simulationsbasierten KI ist keine Revolution, sondern eine Evolution. Neu ist die Perfektion der simulierten Realität in Verbindung mit einer Rechnerleistung, die auch komplexe Systeme in Echtzeit abbilden kann.«

Prof. Michael ten Hompel

Perfektion der simulierten Realität in Verbindung mit einer Rechnerleistung, die auch komplexe Systeme in Echtzeit abbilden kann. Schließt sich der Kreis aus Realität, Digitalem Zwilling, Virtueller Realität und Cyberphysischem Zwilling, so entsteht das, was wir das »Digitale Kontinuum«

nennen: ein sich fortwährend selbst optimierender Regelkreis Künstlicher Intelligenz.

Welche Potenziale können wir mit Simulationsbasierter KI heben?

Die Potenziale sind grundsätzlicher Natur und betreffen die Steuerung, Planung und Disposition der Logistik in ganzer Breite. Aber wenn wir schon über Künstliche Intelligenz sprechen, dann stellen wir die Frage doch einmal an das GPT-3 Transformer-Netzwerk (das mittels Deep Learning menschenähnliche Texte erzeugt). Seine Antwort ist:

»Simulationsbasierte KI ist eine KI-Technik, bei der ein Computerprogramm eine möglichst realistische Umgebung nachbildet, in der ein oder mehrere KI-Agenten agieren können. Das Ziel dieser Technik ist es, die Agenten so zu trainieren, dass sie in der realen Welt so gut funktionieren wie möglich. [...] Simulationsbasierte Künstliche Intelligenz wird in der Lage sein, die Logistikprozesse der Zukunft in vielerlei Hinsicht zu verbessern. Zum einen wird sie in der Lage sein, die Effizienz der Lieferkette zu verbessern, indem sie die verschiedenen Komponenten der Lieferkette miteinander verknüpft. Zum anderen wird sie in der Lage sein, die Logistikprozesse zu automatisieren und somit die Kosten zu reduzieren.«

Keine schlechte Antwort, wie ich finde.

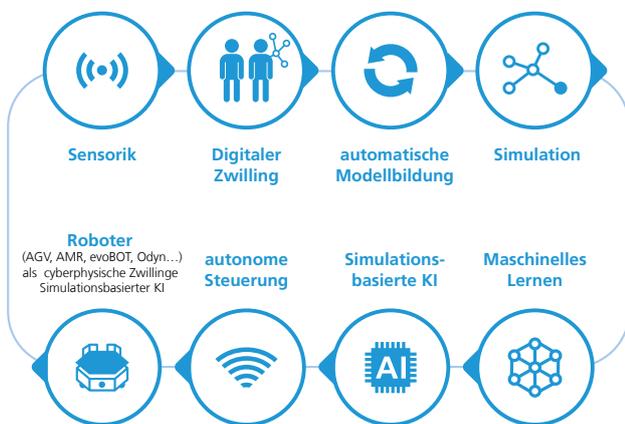
Was verstehen Sie genau unter dem Digitalen Kontinuum?

Ein Kontinuum bezeichnet etwas, was ununterbrochen aufeinanderfolgt. In der Physik kennen wir das Raum-Zeit-Kontinuum, dessen lückenlose Gestalt Grundlage unserer Existenz ist. Ein geschlossener Kreis kann aber auch als eine solche ununterbrochene Folge verstanden werden. Mit der Plattformökonomie und vor dem Hintergrund der Silicon Economy schließen sich zurzeit autonome Prozess- und Wertschöpfungsketten. Planung, Ausschreibung, Dispo-



sition, Operation etc. werden auf KI-Plattformen verlinkt und es entstehen lernende, sich selbst verstärkende und beschleunigende Prozesse. Das bezeichnen wir als Supply-Chain-Kontinuum. Ein solches Kontinuum setzt Transparenz, Datensouveränität, Virtualisierung und echtzeitnahe Vernetzung – mit anderen Worten: die Silicon Economy – voraus. Die Silicon Economy ist das Ecosystem des Supply-Chain-Kontinuums.

Das ist die eine Seite des Digitalen Kontinuums. Über die andere Seite haben wir bereits gesprochen: Mit der Simulationsbasierten KI schließt sich der Kreis aus:



Es entsteht das »Robotik-Kontinuum«, und mit ihm werden zum Beispiel Roboterschwärme möglich. Deren Komplexität konnte jedoch bisher mit klassischen Steuerungssystemen nicht abgebildet werden. Heute haben wir mit dem LoadRunner, den wir gemeinsam mit KION zu einer ganz neuen Fahrzeugklasse entwickeln, einen autonomen Roboter, der agil und intelligent genug ist, um als Avatar der virtuellen Welt zu agieren und damit das Robotik-Kontinuum Realität werden zu lassen.

Wir sollten bei all der Technik aber auch nicht aus den Augen verlieren, wozu sie uns dient. Es geht am Ende darum,

eine nachhaltige, resiliente, wandelbare, transparente Zukunft zu gestalten. Ich bin sicher, dass das Digitale Kontinuum hierzu ein entscheidendes Werkzeug werden wird.

Robotersysteme werden immer komplexer und immer intelligenter: Wie stellen Sie sicher, dass sich die KI nicht irgendwann verselbständigt?

Die Verselbständigung Künstlicher Intelligenz liegt in ihrer Natur. Wir wollen mit KI zu neuen Lösungen kommen, also können wir sie nicht so programmieren, dass sie sich nicht verselbständigt. Die Frage ist, wann, in welchem Umfang und vor allem nach welchen Maßstäben dies geschieht. Das führt uns zur Frage nach einer »maschinellen Verantwortung«, wie wir sie bereits vor einigen Jahren in die Diskussion gebracht haben. Es geht darum, die Werte und Normen festzuschreiben, denen Maschinen zu folgen haben, sodass »maschinelle Verantwortung« inhärenter Bestandteil der KI wird. Versuche, KI zwangsweise so zu programmieren, dass der Mensch Entscheidungen nachvollziehen und auf diese Weise einer KI vertrauen kann, halte ich für Zeitverschwendung. Vertrauen entsteht durch Erfahrung. Schon heute fahren wir mit KI-basierten Assistenzsystemen und vertrauen ihnen, obwohl wir nicht im Detail nachvollziehen können, welche Regeln die Autobauer der KI mitgegeben haben.

Die meisten großen Entwicklungen zu KI laufen zudem in internationalen Open Source Communities wie OpenAI. Diese zu kontrollieren ist faktisch nicht machbar – einen gemeinsamen Codex zur »maschinellen Verantwortung« einzubringen aber sehr wohl. Auch hier ist die Zeit der Alleingänge vorbei!



Mit **dreieckigem**
Paradigma in die
zweite Runde 



Die vier deutschen Kompetenzzentren für Maschinelles Lernen haben die hohen Erwartungen erfüllt, die das Bundesministerium für Bildung und Forschung in sie gesetzt hatte. Deswegen schickt es die Spitzenforschung mit einer langfristigen institutionellen Förderung in die zweite Runde. Aus dem Kompetenzzentrum ML2R wird nun das Lamarr-Institut für Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz. Zum Team gehört weiterhin das Fraunhofer IML.

Da haben sich zwei gefunden, die Logistik und die Künstliche Intelligenz (KI). Logistische Problemstellungen sind oft komplexe mathematische Optimierungsprobleme, diese sind klassische KI-Probleme. »Die Logistik stellt ein wichtiges Anwendungsgebiet für KI-Verfahren dar. Umgekehrt profitiert die Logistik enorm von KI-Verfahren, mit denen viele Prozesse tatsächlich noch effizienter gestaltet werden können«, sagt Dr. Sören Kerner, Hauptabteilungsleiter KI und Autonome Systeme am Fraunhofer IML, der mit seiner Abteilung maßgeblich am neuen Lamarr-Institut für Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz beteiligt ist.

Verlängert

Die »neuen« Institutspartner betreiben allerdings schon seit ein paar Jahren gemeinsame Forschung auf diesem Gebiet. Denn mit dem Lamarr-Institut wird das Kompetenzzentrum Maschinelles Lernen Rhein-Ruhr (ML2R) verstetigt. Zu diesem hatten sich die Technische Universität Dortmund, die Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn



sowie die Fraunhofer-Institute IAIS und IML 2019 zusammengeschlossen, als das Bundesministerium für Bildung und Forschung mit Kompetenzzentren für Maschinelles Lernen die KI-Forschung in Deutschland intensivieren wollte. Der Forschungsstil des ML2R war es, Machine-Learning-Anwendungen zu gestalten, die für den Menschen nachvollziehbar sind und mit geringen Rechenressourcen auskommen. Nachdem ein unabhängiges Expertengremium das ML2R und die übrigen Kompetenzzentren evaluiert hatte, beschlossen der Bund und die beteiligten Länder die Verstärkung.

Vertrauenswürdig

An dem Forschungsschwerpunkt vertrauenswürdiger KI-Technologien halten die Forschenden fest. Das setzt voraus, dass maschinelle Lernverfahren transparent sind und die Funktionsweise und Ergebnisse der Anwendungen interpretierbar. So können (Fehl-)Entscheidungen der KI zurückverfolgt werden. Vertrauenswürdigkeit bedeutet auch die Einhaltung von ethischen Standards und des Datenschutzes. Die KI soll Entscheidungen treffen, die man als »fair« bezeichnen würde. Ein anderer Aspekt ist die KI-Absicherung, eine funktional sichere KI, die besonders bei Interaktionen von autonomer Robotik mit Menschen wichtig ist.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Gefördert vom

Ministerium für
Kultur und Wissenschaft
des Landes Nordrhein-Westfalen





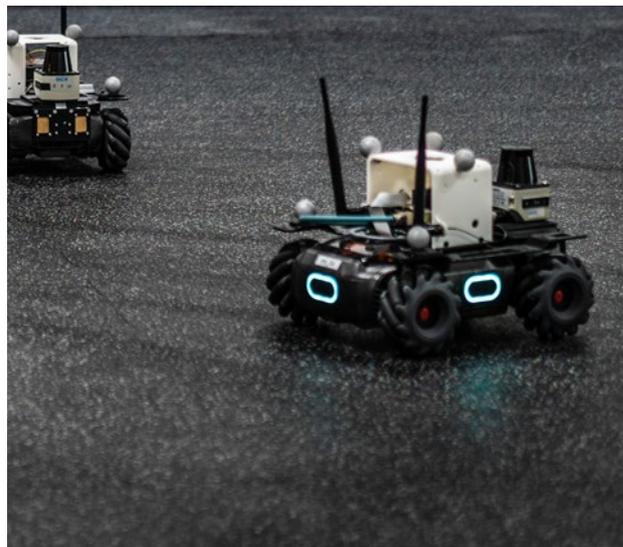
Verkörpert

Auch die effiziente Nutzung von Ressourcen ist weiterhin im Fokus, wird aber um eine Dimension erweitert: Ein Roboter mit Künstlicher Intelligenz verkörpert im wahrsten Sinne des Wortes die Forschungsrichtung »Embodied Artificial Intelligence«. Auf embodied AI werden sich die Forschenden im Lamarr-Institut stärker konzentrieren. Das Bild des Roboters macht den Begriff begreifbar. Embodied AI beschreibt, wie die KI in einer physikalischen Umgebung lernt: durch Wahrnehmung und Interaktion, aus Fehlern mittels Reinforcement Learning, nicht allein aus einem großen statischen Datensatz. Denn für die Interaktion mit der realen Welt sind die physischen Agenten in Form von Robotern, die verkörperte KI, schließlich gemacht.

Verzwickelt

»KI auf einem Roboter ist durch die Komplexität des Systems extrem aufwändig«, so Kerner, speziell die Wahrnehmung der Umgebung. Dafür braucht es verschiedene Sensoren, deren Daten das System auswerten und interpretieren muss. Außerdem muss der physische Agent oft genug »üben« können. Denn wie der Mensch lernt er durch seine Fehler. Das ist in der realen Welt »teuer« – vor allem, wenn es um die industrielle Anwendung in der Logistik geht. Daher bedienen sich die Forschenden am Lamarr-Institut der Simulation; simulierte Umgebungen beschleunigen als virtueller Gegenpart der Agenten deren Entwicklung deutlich. Das Training wird sicherer. Die Grundlage jeder Simulation ist aber, die komplexe Wirklichkeit durch ein Modell zu abstrahieren – sie sei also falsch, erklärt Kerner. Die Folge sei der sogenannte »sim-to-real gap«.

Forschende des vormaligen ML2R haben erstmals an diesem sim-to-real gap mit dem LoadRunner geforscht, einem Schwarm hochdynamischer Systeme. Seinerzeit war es den Forschenden nicht möglich, die koordinierenden Algorithmen auf dem realen System termingerecht zu entwickeln. Als Konsequenz entwarfen sie – parallel zur Entwicklung



der Hardware – ein Simulationsmodell als Digitalen Zwilling. Das Modell konnte mithilfe von Motion Capturing mit dem ersten Prototyp des LoadRunners so weit abgeglichen werden, dass der sim-to-real gap nicht mehr relevant war. Die Simulation wurde zu einer digitalen Realität für den Algorithmus, der nicht mehr unterscheiden konnte, ob er auf dem realen oder auf dem simulierten System ausgeführt wurde. So konnte die KI für den Schwarm virtuell entwickelt werden, ohne dass der sim-to-real gap eine Relevanz hatte.

Verständnis

Für den KI-Ansatz, den das Lamarr-Institut verfolgt, beziehen die Forschenden bewusst die Anwendung in den Entwicklungsprozess mit ein. »Klassische« KI konzentriert sich auf Algorithmen und den Dateninput, das Lamarr-Institut dagegen steht für eine »Triangular AI«. Laut der Co-Direktorin des Lamarr-Instituts Prof. Katharina Morik ist das »eine neue und leistungsfähigere Generation der Künstlichen Intelligenz, die nicht nur datenbasiert trainiert wird, sondern auch zusätzliches Wissen und Kontextinformationen nutzt«. Kerner bezeichnet diesen Ansatz auch gerne als ganzheitliche KI.

Anwendungen der KI-Technologien ergeben sich auch in Kooperation mit Unternehmen. Das Lamarr-Institut unterstützt den Transfer seiner Forschungsergebnisse in die Wirtschaft und Gesellschaft. Zwölf neu eingerichtete Professuren bieten einer jungen Generation von Entwicklerinnen und Wissenschaftlern eine Ausbildung ganz nah an der führenden Forschung zu Maschinellem Lernen und Künstlicher Intelligenz.



Ansprechpartner

Dr.-Ing. Sören Kerner | 0231 9743-170 |
soeren.kerner@iml.fraunhofer.de

»Die Enterprise-Lab-Forschung ist Teil unserer globalen Innovations- und Technologieoffensive«



Mit SSI Schäfer hat am 1. Juni 2022 ein Hochkaräter der Intralogistik Stellung am Fraunhofer IML bezogen. Im neu gegründeten Enterprise Lab wollen die Partner über einen Zeitraum von zunächst drei Jahren an Innovationen forschen, um die mit aktuellen Mega-Trends einhergehenden Problematiken aufzulösen. Zu diesen Entwicklungstendenzen zählen die Urbanisierung und der zunehmende Verkehr, der die Lieferungen in den Innenstädten erschwert. Gleichzeitig wünschen sich immer mehr Menschen, dass ihre Online-Bestellungen möglichst nachhaltig zugestellt werden. Intention der Zusammenarbeit im Lab ist auch, Entwicklungsphasen zu verkürzen und Ideen schnellstmöglich als marktreife Business Cases in der Praxis umzusetzen. Einen Schwerpunkt der Forschungsinitiative sollen autonome, mobile Transportroboter bilden (AMR).

Es lässt sich nicht leugnen: Fahrerlose Transportsysteme (FTS) sind auf der Überholspur. Vermutlich werden sie Flurförderzeugen herkömmlicher Art den Rang in der Lagerlogistik eines Tages ablaufen. Dort, wo die »New Generation« bereits erfolgreich ihre Arbeit verrichtet, waren im Vorfeld einige Vorkehrungen zu treffen, um sie praktisch in der Spur zu halten. So benötigen FTS – oder auch AGVs = Automated Guided Vehicles genannt – in der Regel unter anderem eine fest installierte Wegeführung. Ein autonomer Fahrmodus per Definition ist das folglich nicht.

Angesichts der erforderlichen Flexibilität im Materialfluss drängen daher immer mehr autonome, mobile Transportroboter bzw. AMRs (Autonomous Mobile Robots) auf den Markt. Fahrzeuge dieser Spezies navigieren weitestgehend eigenständig und sind in Abhängigkeit von der eingesetzten Software teils auch in der Lage, im Verbund kollaborativ zu agieren. Doch es mangelt an Dynamik, die Leistungsfähigkeit ist begrenzt. Und was bedeutet eigentlich »Autonomie«? Geht da gegebenenfalls noch mehr?

Offenes digitales Ökosystem für die New Logistics Economy

Bei dieser Frage verweist Guido Follert, Abteilungsleiter Maschinen und Anlagen am Fraunhofer IML, auf das bei Weitem noch nicht ausgeschöpfte Potenzial von Plattformen und Künstlicher Intelligenz (KI). Diesen Aspekt hatte auch Steffen Bersch, CEO der SSI Schäfer Gruppe, in seinem Vortrag »Das virtuelle Lager der Läger« auf dem Deutschen Logistik Kongress 2021 in Berlin aufgegriffen. Er unterstrich unter anderem den Stellenwert bewährter Technologien, die zukünftig im Zusammenspiel mit einer End-to-End-Supply-Chain-Plattform ihre volle Kraft entfalten. Daten-Silos sollen aufgelöst und durch eine architektonisch offene Software bzw. Plattform ersetzt werden, über die alle Supply-Chain-Partner Informationen in Echtzeit austauschen und nahtlos interagieren. Simulationen in Verbindung mit Künstlicher Intelligenz spielen sowohl bei der Entwicklung als auch in der zukünftig gelebten Realität eine zentrale Rolle.

Hand in Hand Herausforderungen von heute und morgen meistern

Während dies in einem Pilotprojekt von SSI Schäfer bereits ein Stück weit Realität ist, eröffnen sich mit dem Enterprise Lab am Fraunhofer IML und der Kooperation mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die sich der angewandten Forschung verschrieben haben, nochmals neue Chancen. Dort stehen unter anderem autonome, mobile Roboter im Fokus. »Wir freuen uns, mit SSI Schäfer, einem weltweit führenden Anbieter von Intralogistiklösungen, einen weiteren Partner gewonnen zu haben, der sein Engagement im Enterprise Lab als Teil seiner globalen Technologieoffensive betrachtet und neue Leitplanken für die Logistik setzen möchte«, unterstreicht Guido Follert.

Der Wissenschaftler bildet zusammen mit Harald Rackel, COO bei SSI Schäfer, Dr. Martin Böhmer, Vice President Global Technology bei SSI Schäfer, und Prof. Michael ten Hompel den Lenkungsreis am SSI Schäfer Enterprise Lab. In



Steffen Bersch (l.) und Prof. Michael ten Hompel bei der Verkündung der Zusammenarbeit auf der LogiMAT 2022.



© SSI Schäfer

diesem Zusammenhang unterstreicht der geschäftsführende Institutsleiter des Fraunhofer IML: »Mit SSI Schäfer hat sich ein weiterer Big Player der Branche für ein Enterprise Lab am Fraunhofer IML entschieden. Dieses Kooperationsformat macht es möglich, uns gemeinsam mit unseren Partnern an die Spitze der Forschung zu setzen und das Disruptionspotenzial neuester technologischer Entwicklungen zu heben. Mit dem Start der Zusammenarbeit mit SSI Schäfer sind wir nun einen wichtigen Schritt gegangen, gemeinsam einen international sichtbaren Innovationsstandort für Künstliche Intelligenz und Industrie 4.0 in Dortmund aufzubauen.«

Fokus auf AMRs und weitere strategisch relevante Themen

Die Intention von SSI Schäfer beruht auf einer Art Trendbarometer: »Die Logistik-Branche steht vor vielen Herausfor-

»Mit dem Start der Zusammenarbeit mit SSI Schäfer sind wir nun einen wichtigen Schritt gegangen, gemeinsam einen international sichtbaren Innovationsstandort für Künstliche Intelligenz und Industrie 4.0 in Dortmund aufzubauen.«

Prof. Michael ten Hompel

derungen. Dazu zählen zum Beispiel die Urbanisierung und erschwerte Lieferbedingungen in den Innenstädten. Diese Mega-Trends erfordern neben bewährten Ansätzen wie Modularität, Skalierbarkeit und Nachhaltigkeit technologisch innovative Lösungen für die Logistik, die wir nun auch gemeinsam mit Partnern am Fraunhofer IML vorantreiben werden«, fasst Harald Rackel zusammen.



»Im genannten Kontext braucht es flexible Intralogistik-Lösungen, quasi eine lernende Logistik, die sich an Veränderungen anpasst und skalierbar ist«, ergänzt Böhmer. »Fundament sind standardisierte Komponenten, die sich in unterschiedliche Ökosysteme integrieren lassen, wie etwa vollautomatisierte oder semi-automatisierte Lager als Knotenpunkte einer Supply Chain. Kollaborationen sowie eine gleichermaßen effektive wie sichere Mensch-Maschine-Interaktion sind hier von entscheidender Bedeutung.«

Von Beginn an wird mit DS Automotion, SSI Schäfers österreichischem Experten für selbstfahrende Fahrzeuge und mobile Roboter, die Entwicklungsarbeit am Lab vorangetrieben. Doch es gibt keine strengen Limitierungen: »Letztlich sollen alle Geschäftsbereiche von SSI Schäfer partizipieren, um adäquate Lösungen für die Logistik der Zukunft bereitstellen zu können«, so Harald Rackel. Während also AMRs über das erste Jahr das führende Thema sein werden, sollen auch weitere, kurz- und langfristige Aufgabenstellungen flexibel aufgegriffen werden. Für die kurzfristigen Tasks wird jeweils eine Bearbeitungszeit von ca. drei Monaten angesetzt.

Interdisziplinäre Teams

Auf der Lab-Agenda ist ein jährliches Treffen des Lenkungs-kreises vermerkt, wo Themen festgelegt werden, an denen im nächsten Turnus gearbeitet wird. Für jedes verabschiedete Projekt werden unter Berücksichtigung der jeweiligen Schwerpunktkompetenzen eigene Teams gebildet. Diese treffen sich am Fraunhofer IML oder anderen Orten, wie beispielsweise in einem der Technologiezentren von SSI Schäfer, arbeiten aber auch virtuell zusammen. Seitens des Intralogistikers und seiner Partner sind aktuell mehr als zehn Köpfe in die operative Lab-Projektarbeit eingebunden. Das Fraunhofer IML ist personell so involviert, dass die Zahl der Mitarbeitenden über die Laufzeit des Labs themenabhängig zwischen sechs und zehn variiert. Angewandt wird die agile Projektmethodik: Die Teams arbeiten in sogenannten Sprints auf ein vorab definiertes Ziel hin, teilen bzw. bündeln ihr Wissen ergebnisorientiert und berichten regelmäßig an den

Lenkungs-kreis. Bei der Kooperation im Enterprise Lab nutzen sie die vorhandenen Infrastrukturen, darunter Co-Working-Spaces, Werkstätten, Labore und Versuchseinrichtungen wie zum Beispiel das High-Tech-Testfeld PACE Lab, wo die »Social Networked Industry« sukzessive Realität wird.

Interaktion, Agilität und Effizienz als (Wesens-) Merkmale neuzeitlicher Supply Chains

»Aufgrund der anhaltenden Veränderungsdynamik ist Anpassungsfähigkeit immens wichtig, auch in der Intralogistik«, sagt Böhmer. »Schlüssel, um dies zu erreichen, sind neben Standardisierung und Skalierbarkeit vor allem die Potenziale von Maschinellem Lernen und Künstlicher Intelligenz in Verbindung mit durchgängiger Vernetzung und Interaktion. Damit wären wir auch wieder beim Thema »Lernende Logistik«. Sie wird Unternehmen zukünftig befähigen, nicht mehr reaktiv nachjustieren zu müssen, sondern ihre Logistikprozesse bzw. Lieferketten in Echtzeit an neue Herausforderungen angleichen und aktiv steuern zu können.« Klingt nach Paradigmenwechsel, und ein solcher wäre es in der Tat!



Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Guido Follert | 0231 9743-253 | guido.follert@iml.fraunhofer.de

Enterprise Labs – eine Erfolgsgeschichte:

SSI Schäfer ist nach der KION Group, Keller & Kalm-bach, der Commerzbank, der European Pallet Associati-on e.V. (EPAL), der Deutschen Telekom, Dachser SE, der Rhenus SE & Co. KG, Boehringer Ingelheim, der BMW Group, der DB Schenker AG, der Würth-Gruppe und der Sick AG bereits das 13. Unternehmen, das sich für diese innovative Form der gemeinsamen Forschung von Industrie und Wissenschaft entschieden hat.

Interview

Aus welchem Grund haben Sie sich für das Enterprise Lab am Fraunhofer IML entschieden?

Die globale Welt unterliegt einer nie dagewesenen Veränderungsdynamik. Immer mehr Menschen in den Industrienationen treibt es in die Großstädte. Auch der anhaltende Boom im E-Commerce verlangt aus logistischer Perspektive nach Optimierungen. Dabei gilt es unter anderem, Zustellwege zu verkürzen und den Ressourcenverbrauch zu verringern. Hier sind nachhaltige, technologisch innovative Lösungen gefragt, an denen wir im SSI Schäfer Enterprise Lab gemeinsam mit dem Fraunhofer IML forschen werden. Wir sind überzeugt, dass uns die Kooperation mit den Expertinnen und Experten des Instituts wertvolle Erkenntnisse und Impulse für Neuentwicklungen liefern wird.

Wo liegen die Schwerpunkte Ihrer Forschungsarbeit im Lab?

Einer unserer Schwerpunkte im Enterprise Lab ist die Entwicklung von Autonomen Mobilen Robotern (AMRs). Für uns spielt dabei der Kooperationsgedanke in Forschung und Produktentwicklung eine besondere Rolle. So sind wir von Beginn an gemeinsam mit unserem FTS-Experten DS Automation, einem österreichischen Hersteller von selbstfahrenden Fahrzeugen, im Lab mit dabei und arbeiten mit drei Parteien gemeinsam am Thema AMR. Generell wollen wir das Lab jedoch nutzen, um alle Geschäftsbereiche von SSI Schäfer in Bezug auf die aktuellen Herausforderungen und die Antizipation von Trends zu unterstützen.

Welche Vorteile versprechen Sie sich von der Kooperation mit dem Fraunhofer IML?

Durch die intensive Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IML in interdisziplinären Teams haben wir direkten Zugang zur aktuellen Forschung und Entwicklung und können diese aktiv mitgestalten. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit zum Austausch mit den bestehenden Enterprise Labs. Darin sehen wir einen weiteren besonderen Mehrwert.



Harald Rackel
COO der SSI Schäfer
Gruppe

Welchen Stellenwert hat die Enterprise Lab-Forschung im Rahmen Ihrer Unternehmensstrategie?

Die Enterprise Lab-Forschung ist Teil der globalen Innovations- und Technologieoffensive von SSI Schäfer, die auf die Schaffung eines Innovationsökosystems abzielt. Zu diesem Zweck arbeitet SSI Schäfer intensiv an der Vernetzung mit Entwicklungspartnern, Start-ups und Forschungspartnern wie dem Fraunhofer IML und verschiedenen Universitäten. Weitere wichtige Bausteine bestehen in der Zusammenarbeit mit Kunden zur Umsetzung kooperativer Innovationsvorhaben. Die Beteiligung der Mitarbeitenden an der Zukunftsgestaltung des Unternehmens ist bei SSI Schäfer ausdrücklich erwünscht. Ein neu entwickelter Innovationsleitfaden für die Unternehmensgruppe schafft hierfür den Rahmen: Er formuliert unser Innovationsverständnis, gibt den Mitarbeitenden Orientierung und ermutigt sie, ihre Ideen einzureichen. Das Enterprise Lab stellt dabei eine der Möglichkeiten dar, diese Ideen aufzugreifen und umzusetzen.

Die Zusammenarbeit im Lab startete Anfang Juni 2022. Wie sind Ihre ersten Eindrücke?

Beide Seiten sind sehr offen und mit großem Tatendrang gestartet. Ich habe auch den Eindruck, dass der Weg, den wir gemeinsam beschreiten wollen, und das Ziel, die Intralogistik mit nachhaltigen Innovationen in die Zukunft zu führen, von Anfang sehr klar waren. Das liegt auch daran, dass es seit Jahren einen engen Austausch mit dem Institut, insbesondere auch mit Prof. Michael ten Hompel gibt, auf dem wir jetzt gemeinsam aufbauen können.

Lab, Lab, hurra!



JAHRE

DACHSER Enterprise Lab

Wir schreiben das Jahr 1930: Thomas Dachser gründet als Ein-Mann-Betrieb ein Transportunternehmen in Kempten. Die

Zeiten waren damals natürlich ganz andere als

heute. Nicht nur die Mode der 1930er-Jahre war eine andere, auch die damalige Logistik lässt sich nur noch rudimentär mit der heutigen vergleichen. Ob Thomas Dachser zu dieser Zeit bereits ahnte, dass das Unternehmen DACHSER einmal Enterprise-Lab-Partner des Fraunhofer IML sein würde? Wohl kaum. Gewünscht hätte er es sich bestimmt, wenn er gewusst hätte, wie erfolgreich die Zusammenarbeit einmal sein würde.

Der Logistikdienstleister DACHSER ist schon lange kein Ein-Mann-Betrieb mehr und zählt heute mehr als 32.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Bei seinen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten verlässt sich das Allgäuer Familienunternehmen nicht nur auf die eigene Expertise, sondern setzt auch auf eine umfassende Einbindung relevanter Expertinnen und Experten von z. B. Hochschulen, Instituten und Kunden. »Als Unternehmen bewegen wir uns, was Entwicklung angeht, immer in dem Bereich, in dem Dinge schon existieren. Der riesige Vorteil für uns ist, dass wir durch die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IML Entwicklungsthemen andert- halb bis zwei Jahre früher aufsetzen können. Das könnten wir im betrieblichen Rahmen nicht erzielen, weil das Wissen noch fehlen würde«, sagt Stefan Hohm, Chief Development Officer (CDO) und Mitglied des Vorstands bei DACHSER.

Der Austausch innerhalb des Enterprise Labs ermöglicht es DACHSER, tief in die Forschung einzudringen – und das

bereits seit fünf Jahren. Aber auch für das Fraunhofer IML ist die Zusammenarbeit wertvoll und vor allem lehrreich. So unschön es manchmal sein kann, darüber zu sprechen: Dabei spielt das Thema Geld natürlich auch eine entscheidende Rolle, denn ohne Geld keine Forschung. Dr. Volker Lange, Abteilungs- und Lab-Leiter am Fraunhofer IML, weiß die bereitgestellten Mittel zu schätzen, denn auch für das Fraunhofer IML ergeben sich durch die Kooperation neue Möglichkeiten: »Wir forschen gemeinsam in der Anwendung, was auch für uns ein großer Fortschritt ist, das muss man einfach sagen. Natürlich entwickeln wir uns mit dem Kunden weiter. Einerseits, was das Know-how angeht, und andererseits, was die Erweiterung unseres Portfolios angeht«, sagt Dr. Volker Lange.

Projekte früher und heute

In den ersten Jahren lag der Fokus innerhalb des Labs auf den Themen Connectivity und Data Science. Das Ziel war es, Informationen aus der gesamten Supply Chain miteinander zu verbinden, diese schneller und besser zwischen den Beteiligten austauschen zu können und die verschiedenen Daten für bessere Prozesse und Services zu nutzen. Dies beinhaltet u. a. Empfehlungen für die strategische Planung der zentralen IT bei DACHSER und Algorithmen zur besseren Prognose zum Beispiel in puncto Mengen- und Kapazitätsplanung. Aber auch die Nutzung von Bild- und Texterkennung für Ortungs-, Vermessungs- und Zählaufgaben spielte dabei eine wichtige Rolle.

Unterstützung aus dem Datenkosmos

Eine Anwendung, die aus dem DACHSER Enterprise Lab bereits ihren Weg in den Logistikalltag gefunden hat, nennt sich PANDA One. Das Akronym steht für Predictive (P) Analytics (An) DACHSER (DA) und (One) für das erste Machine-Learning-(ML)-Projekt.

Das PANDA One-Modell wurde speziell zur Prognose der Eingangsmengen einer DACHSER Road Logistics Nieder-



© M. Sienz / Dachser

lassung konzipiert. Ziel ist es, den verantwortlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern in den Niederlassungen eine Entscheidungsunterstützung für die saisonale Kapazitätsplanung bereitzustellen. So können frühzeitig entsprechende Laderaumkapazitäten auf dem Markt gesicherte beziehungsweise Ressourcen im Umschlaglager vorgeplant werden. Dazu liefert das Prognosemodell von PANDA One entsprechende Eingangsmengen bis zu 25 Wochen im Voraus.

Für PANDA One wurden umfassend Prozesse analysiert und Kriterien für belastbare Prognosen identifiziert. Dabei wurden Sendungsdaten bis ins Jahr 2011 zurückverfolgt. Dieser Datenpool wird um kalendarische Daten wie zum Beispiel Feiertage oder Schulferien ergänzt. Das Modell erkennt damit die im Landverkehr wichtigen saisonalen Muster. Um Trends noch besser zu antizipieren, wurden außerdem verschiedenste Konjunkturindizes integriert.

Innovatives Tracking

Sendungsverfolgung und Transportsteuerung im »Internet der Dinge« – das ist der Fokus eines weiteren wegweisenden Projekts, das mithilfe des DACHSER Enterprise Labs vorangetrieben wurde und bereits großflächig ausgerollt wird.

Für innereuropäische Transporte nutzt DACHSER für palettierte Ware hauptsächlich Wechselbrücken. Um diese robusten, aber kommunikativ nicht intelligenten Behälter und vor allem deren vielfältigen Inhalt im Stückgut-Netzwerk kosteneffizient und zuverlässig tracken zu können, bedurfte es einiger Jahre Technologie- und Telekommunikationsentwicklung. Lösungen auf der Basis traditioneller 2G/3G-Funkstandards erwiesen sich als zu energie- und kostenintensiv und nicht zukunftsfähig.

Als die LPWAN-Technologien aufkamen, wurden diese im Rahmen des DACHSER Enterprise Labs intensiv auf ihr Potenzial für die Vernetzung der Wechselbrücken erforscht. LPWAN steht für Low Power Wide Area Network, ein Netzwerk, das in Verbindung mit neuesten 5G-Mobilfunkstandards weltweit aufgebaut wird.



© M. Sienz / Dachser

Auf Grundlage dieser Forschungsarbeit konnte gemeinsam mit einem Anbieter für Ortungslösungen die Entwicklung innovativer Smart Tracking Devices (STD) für den Einsatz auf Wechselbrücken realisiert werden. Diese bestehen aus extrem energiesparenden, mit Solarzellen unterstützten Energiemodulen sowie moderner, satellitengestützter Ortungstechnik (GPS, Galileo) und Funkmodulen auf Basis der neuen 5G/LPWAN-Netze.

Nach erfolgreichen Piloteinsätzen wurden über 8.500 Wechselbrücken und 5.000 Trailer im DACHSER Road Logistics Netzwerk mit den Smart Tracking Devices ausgestattet. So können Informationen von tausenden Verkehren effizient zusammengeführt, gefiltert und verarbeitet werden, damit die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter alles für sie Relevante daraus erfahren können.

Der Stückgutumschlag der Zukunft

Ein aktuelles Projekt in der Umsetzung, das sich stetig weiterentwickelt hat und an das Thema Data Science anschließt, ist @ILO. @ILO steht für »Advanced Indoor Localization and Operations« und beschreibt ein digitales Abbild aller Packstücke, Assets und Abläufe für die Stückgutlogis-



© S. Grenzing / Dachser



© S. Grenzing / Dachser

tik. Dieser »Digitale Zwilling« soll künftig vollautomatisch generierte Echtzeitdaten zu jeder palettierten Sendung im europäischen DACHSER-Transportnetzwerk liefern. In zwei Pilotanlagen in Unterschleißheim bei München und Öhringen bei Stuttgart ist @ILO bereits in Betrieb.

Technologische Basis sind mehrere hundert an der Hallendecke angebrachte, optische Scaneinheiten, die den gesamten Boden erfassen, sowie sog. Datamatrix-Codes, die als Identifikator dienen und auf der Oberseite eines jeden Packstücks angebracht sind. Durch das Scannen der standardisierten, zweidimensionalen Codes von der Decke aus ermöglichen auf Künstlicher Intelligenz basierte Algorithmen das automatische Identifizieren, Lokalisieren und Vermessen aller Packstücke in Echtzeit. Die große Zahl an Messpunkten und Messdaten in den beiden Pilotanlagen führt zu einer höheren Messgenauigkeit, ohne dabei die Transportprozesse im Umschlaglager zu stören oder gar Messstationen anzufahren.

Von dem Verfahren profitieren sowohl die Beschäftigten bei DACHSER selbst als auch zukünftig ihre Partner sowie Kundinnen und Kunden: Das Transportmanagementsystem erfasst Packstücke beim Eintritt, Aufenthalt und Verlassen des @ILO-Terminals, wodurch eine vollautomatische Echtzeit-Inventur aller Packstücke in den beiden Pilot-Niederlassungen bereits heute durchgeführt wird. Durch die metergenaue Echtzeit-Ortung aller Paletten in den oftmals fußballfeldgroßen Umschlaglagern verkürzen sich zudem Such- und damit verbunden auch Beladungsprozesse deutlich. Ein weiterer Pluspunkt stellt die sog. automatische »Verheiratung« der Flurförderzeuge und Packstücke dar, bei der das System die Aufnahme einer Palette mit einem Fahrzeug automatisch erkennt. Die Informationen werden bei erfolgreicher Verheiratung in Echtzeit auf z. B. einem Display angezeigt, wodurch sich Prozesszeiten verkürzen und manuelle Scanvorgänge entfallen.

Aktuell arbeiten das Fraunhofer IML und DACHSER noch daran, dieses im Logistikmarkt bisher wohl einzigartige System in eine Praxistauglichkeit zu überführen. Die ermittelten

Volumendaten sollen dann künftig dabei helfen, Fahrerinnen und Fahrer sowie die Beschäftigten im Umschlaglager bei der Verladungs- und Tourenplanung zu unterstützen und die Auslastung von Wechselbrücken, Trailern und Nahverkehrsfahrzeugen noch weiter zu erhöhen. Die Reduzierung von Transportkilometern und so auch die Vermeidung unnötiger CO₂-Emissionen wären die positive Folge. Für DACHSER-CDO Stefan Hohm ist @ILO schon jetzt ein Erfolg: »Ich freue mich, dass wir damit jetzt auch an die Öffentlichkeit gehen können. Das Projekt @ILO zeigt eindrucksvoll, was man mit Forschung bewegen kann und wie sich das dann tatsächlich auch im Arbeitsalltag auswirkt.«

Gute Arbeitsatmosphäre

Wir schreiben das Jahr 2022: Das weltweit tätige Logistikunternehmen ist immer noch in Familienbesitz. Vielleicht ist es genau dieser Umstand und die damit verbundene gute Arbeitsatmosphäre, die Dr. Volker Lange vom Fraunhofer IML nach fünfjähriger Zusammenarbeit eine positive Bilanz ziehen lässt: »Das Besondere an der Zusammenarbeit ist dieser gemeinsame Spirit, der wirklich von allen getragen wird. Beide Seiten haben tatsächlich Lust auf diese Projekte, und das macht einfach Spaß. Wir haben natürlich super Themen, aber eben auch eine unglaublich wertschätzende Zusammenarbeit. Die Unternehmenskultur von DACHSER ist geprägt von Offenheit und Wertschätzung. Das ist grandios. Das macht für mich den Erfolg dieses Labs ganz klar mit aus.« Auch DACHSER zeigt sich mit der Zusammenarbeit mehr als zufrieden, weshalb der Logistikdienstleister das gemeinsame Enterprise Lab 2020 bereits einmal um weitere drei Jahre verlängert hat. Stefan Hohm begründet das wie folgt: »Wir haben sehr, sehr großes Vertrauen in die Zusammenarbeit, und die Qualität der Ergebnisse spricht für sich. Deswegen freuen wir uns sehr, die Kooperation zu verlängern, und vielleicht auch noch ein weiteres Mal.«



Ansprechpartner

Dr. Volker Lange | 0231 9743-264 |
volker.lange@iml.fraunhofer.de

Interview

Was schätzen Sie an der Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IML (abgesehen von unserer fantastischen Käse-Lauch-Suppe)?

Die Käse-Lauch-Suppe ist natürlich überragend! Fachlich ist es zudem hervorragend, wie schnell die einzelnen Forschungsprojekte mit Teilnehmenden aus beiden Organisationen zu einem Team zusammengewachsen sind. Hier zeigt sich bei jedem neuen Projekt der unbedingte Wille, etwas Neues und dabei immer einen Mehrwert für DACHSER zu erschaffen. Alle ziehen an einem Strang, sodass die Grenze zwischen DACHSER- und Fraunhofer-Mitarbeitenden des Öfteren verschwimmt.

Unternehmen, die ein Enterprise Lab mit uns gründen möchten, fragen sich sicherlich, welchen Einfluss das Lab auf ihr Unternehmen hat. Welchen Einfluss hatte das DACHSER Enterprise Lab auf Ihr Unternehmen?

Durch die enge und vertrauensvolle Zusammenarbeit erhalten wir einen großartigen Einblick in die aktuelle Forschung rund um die Logistik. Wir können frühzeitig erkennen, welche Neuerungen unser Geschäftsmodell beeinflussen, und können diese dann in ein gemeinschaftliches Forschungsprojekt überführen, um die Nachhaltigkeit unseres Handelns sicherzustellen. Gleichzeitig können wir erkennen, welche Forschungsrichtung uns potenzielle neue Geschäftsmodelle ermöglicht. Diese können wir dann mit unseren Partnern im Enterprise Lab zusammen gestalten.

Welcher Moment oder welche Momente aus dem Enterprise Lab sind Ihnen in Erinnerung geblieben?

Es fällt mir schwer, einzelne Momente in den Vordergrund zu stellen. Sicherlich aber war es etwas Besonderes, als eines unserer ersten gemeinsamen Projekte – die automatisierte Erkennung, Lokalisierung und Vermessung aller Packstücke im Umschlagslager - den Sprung in die erste



Stefan Hohm, Chief Development Officer (CDO) und Mitglied des Vorstands bei DACHSER

Niederlassung geschafft hat. Aus einer bzw. mehreren Ideen entstand eine Pilotanlage. Das hat die Innovationen aus dem Enterprise Lab in unserer Unternehmenswelt »erlebar« gemacht.

Welche Themen möchten Sie zukünftig innerhalb des Enterprise Labs angehen/umsetzen?

Die Digitalisierung der Welt schreitet mit unvermindertem Tempo voran, auch und besonders in der Logistikindustrie. Hierfür werden wir die richtigen Antworten und Strategien brauchen. Als Themenfelder sind hier unter anderem zu nennen »der Digitale Zwilling«, »das Metaverse« und »Brain-Machine Interface«. Bei all diesen aufstrebenden Technologien erwarten wir uns erheblich bessere Ergebnisse, wenn wir den Blick der Forschung mit einbinden.





Pionier der ersten Stunde

Ein Roboter zur 3D-Objekterkennung, ein intelligenter Behälter, Software für Fahrerlose Transportfahrzeuge und vieles mehr: Die Liste der gemeinsamen Entwicklungen ist lang und vielseitig. Seit über neun Jahren arbeiten der Sensorhersteller SICK und das Fraunhofer IML im gemeinsamen Enterprise Lab an der Logistik der Zukunft. Standen anfangs noch einzelne Lösungen für das Internet der Dinge im Fokus, entwickeln die Partner zunehmend komplexere Lösungen. Hierbei stehen Themen rund um die Künstliche Intelligenz und Robotik innerhalb der Logistik im Vordergrund.

Das Unternehmen SICK leistete Pionierarbeit – nicht nur im Hinblick auf die Entwicklung von Hightech-Sensoren, sondern auch im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IML. Der Betrieb aus Waldkirch im Schwarzwald war 2013 einer der ersten, der sich für ein Enterprise Lab in Dortmund und damit für eine innovative Kooperation zwischen Wirtschaft und Wissenschaft entschieden hat. Seitdem arbeiten die Partner bereits gemeinsam an der Entwicklung von logistischen Innovationen.

Zu Beginn der Zusammenarbeit stand dabei vor allem die Frage im Fokus, wie das Thema »Internet der Dinge« in die Projekte einbezogen werden kann. Die Partner betrachteten dafür vor allem Sensorik für Shuttlesysteme und Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF). Zu den Highlights zählte zum Beispiel die Entwicklung von automatischen Map-Updates für FTF. Damit können Veränderungen der Umgebung automatisch in Navigationssystemen erfasst und abgespeichert werden. Außerdem entwickelten die Lab-Partner ein System, das unter anderem Störungen an Maschinen anhand von Bildaufnahmen erkennt und meldet. Auch der intelligente Behälter »InBin« ist eine Entwicklung des Enterprise Labs: Er kann mit Menschen und Maschinen kommunizieren, eigenständig Entscheidungen treffen, die Umgebungsbedingungen überwachen und Logistikprozesse steuern.

Die Arbeit innerhalb des Enterprise Labs hat sich in den Jahren seit der Gründung stark verändert: »Die Sensorik hat

sich im großen Maß weiterentwickelt«, erklärt Sebastian Hoose, der als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IML arbeitet. »Vor zehn Jahren steckte die Künstliche Intelligenz noch in den Kinderschuhen – heute sind die Probleme komplexer, wir haben aber auch deutlich mehr Lösungsmöglichkeiten und technische Ressourcen.«

Neuer 3D-Sensorik-Demonstrator

Aktuell transformieren sich die Prozesse innerhalb eines Lagers in Richtung einer vollständig automatisierten Logistik. Dabei spielen Sensoren eine wichtige Rolle, da für viele autonome Anwendungen die Erkennung von Objekten als 3D-Sensordaten essenziell ist. Allerdings sind die bisherigen Lösungen in der 3D-Objekterkennung wenig flexibel und lassen sich dadurch nur schwer auf verschiedene Use Cases übertragen. Dazu kommen die teilweise hohen Entwicklungskosten für neue Anwendungen.

Diesen Herausforderungen wollten die Partner des Enterprise Labs gemeinsam begegnen. Dafür entwickelten sie einen 3D-Sensorik-Demonstrator für den Anwendungsfall des Bin-Pickings, also des Griffs in eine Kiste. Ein Roboter führt dabei eine 3D-Objekterkennung durch und greift unterschiedliche Artikel aus dem Retail- und E-Commerce-Bereich aus einem Behälter. »Auf der LogiMAT 2022 lagen zum Beispiel Shampoo-Flaschen, Riegel und Werkzeuge in der Kiste. Die Aufgabe des Roboters war es, die Riegel zu erkennen und aus dem Behälter zu holen«, erzählte Hoose.

Die zufällig angeordneten Objekte werden von einem 3D-Sensor von SICK erfasst und die Daten anschließend mithilfe von Künstlicher Intelligenz (KI) ausgewertet. Aus den vorliegenden 3D-Daten können mögliche Greifpositionen an den Objekten berechnet werden. Ein Leichtbauroboter mit Sauggreifer greift den Gegenstand anschließend aus dem Behälter heraus und legt ihn auf einem Tisch ab, der daneben steht. Neben der Objektlokalisierung führt die KI außerdem eine Objektklassifikation durch. Das Besondere an dem Roboter: Sowohl die Software für die 3D-Objekterkennung

als auch die Greiffunktion wurden unter anderem auf Basis von Open-Source-Komponenten entwickelt.

Damit lösen die Entwicklerinnen und Entwickler zwei Herausforderungen: Durch die konsequente Nutzung und Weiterentwicklung von frei verfügbarer Open-Source-Software sind die Kosten für neue Lösungen wesentlich geringer. Außerdem können aufgrund der standardisierten

Schnittstellen zum 3D-Sensor andere Sensoren bzw. Roboter flexibel integriert werden.

Nachdem das Projekt abgeschlossen wurde, legen die Partner nun die nächsten Arbeitsschritte innerhalb des Enterprise Labs fest: »Eine Idee ist, den aufwändigen Labelprozess von KI-Anwendungen zu verbessern«, sagt Hoose. Damit möchten sie der Herausforderung begegnen, dass zunächst große Mengen von Bildern und Objekten erstellt und klassifiziert werden müssen, bevor die KI-Lösung diese selbstständig erkennen kann. Die Forscherinnen und Forscher wollen dafür eine Anwendung entwickeln, die diesen Ablauf vereinfacht und auf verschiedene 3D-Kameras übertragen werden kann.

Vertrauensvolle Kommunikation

»Eines der wichtigsten Ziele von SICK ist es, mit der Zeit zu gehen und die momentanen technischen Entwicklungen im Blick zu behalten«, sagt Hoose. Das Unternehmen reflek-

tiert dafür mit dem Fraunhofer IML regelmäßig, wie aktuelle Herausforderungen durch neue Anwendungen gemeistert werden können, um so seinen Expertenstatus auf dem internationalen Markt zu stärken.

Obwohl zwischen dem Fraunhofer IML und dem Unternehmen im Schwarzwald über 500 Kilometer liegen, funktioniert die Zusammenarbeit seit über neun Jahren gut. »Wir kommunizieren immer direkt und vertrauensvoll mit den Entwicklerinnen und Entwicklern«, sagt Sebastian Hoose.

Das Enterprise Lab verlängert sich jedes Jahr automatisch – und die Zusammenarbeit geht sogar noch darüber hinaus: SICK ist als assoziierter Partner an weiteren Forschungsprojekten des Fraunhofer IML beteiligt. Dazu zählt zum Beispiel das Projekt »5G-RemRob«, das zum Ziel hat, Serviceroboter der Krankenhauslogistik zu befähigen, autonom in unterschiedlichen Einsatzorten zu fahren und dort Transportaufgaben zu übernehmen.

»Dadurch, dass SICK noch an anderen Projekten teilnimmt, wissen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter immer, welche Themen uns in der Anwendungsforschung gerade beschäftigen«, erklärt Sebastian Hoose. Auch aus Sicht des Instituts habe das Vorteile: »Wir bekommen wiederum den Stand der Industrie mit und können dadurch besser verstehen, welche Themen aktuell wichtig sind«, sagt er.

»Eines der wichtigsten Ziele von SICK ist es, mit der Zeit zu gehen und die momentanen technischen Entwicklungen im Blick zu behalten.«

Sebastian Hoose M. Sc.



Ansprechpartner

Dr. Jana Jost | 0231 9743-522 | jana.jost@iml.fraunhofer.de

Interview

SICK war eines der ersten Unternehmen, das mit dem Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in einem Enterprise Lab zusammenarbeitete. Was hat Sie damals zu der Kooperation bewegt?

Die Logistik ist wie viele Industrien in einem stetigen Wandel und verlangt nach intelligenten und sich anpassenden Gesamtlösungen. Ein Anbieter alleine kann das nicht stemmen. Angewandte wissenschaftliche Ansätze gepaart mit einer raschen industriellen Umsetzung auch mit anderen Industriepartnern haben wir schon 2013 als Schlüssel für den Erfolg gesehen. Das hat sich bis heute bewährt.

Was zeichnet die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IML aus?

Zunächst sehen wir eine große Überlappung bei den Themengebieten, die das Fraunhofer IML und das Enterprise Lab auf ihrer Agenda haben. Haben wir gemeinsam ein Themengebiet identifiziert, wie zum Beispiel die Automatisierung von Shuttelsystemen oder in der Robotik, kommen wir schnell in die Umsetzung. Insbesondere bei der Digitalisierung – also der gezielten Nutzung von Sensordaten – haben wir mit dem Fraunhofer IML einen kompetenten Partner.

Welche thematischen Schwerpunkte wollen Sie in Zukunft innerhalb des Enterprise Labs setzen?

Auf unserer Agenda stehen unter anderem intelligente Sensorlösungen für die Robotik, die Qualitätskontrolle, mobile Plattformen oder auch Track-und-Trace-Anwendungen. Im Kontext der Silicon Economy wollen wir aufzeigen, dass die Logistik von morgen mithilfe von Sensordaten robuster, adaptiver und gleichzeitig integrierter sein wird – dadurch lösen wir gemeinsam die Herausforderungen der Zukunft.



Bernd von Rosenberger,
Vice President Global
Industry Center
Logistics Automation
bei SICK AG



Flinker Begleiter

Ob Pflastersteine, Lagerboden oder Rampen: »evoBOT« behält in jeder Situation das Gleichgewicht und kann logistische Aufgaben erledigen, für die bisher mehrere verschiedene Roboter im Einsatz sein mussten. Seine Fähigkeiten verdankt er der innovativen Konstruktion der Fraunhofer-Forschenden.

Der grau-weiße, kantige Roboter wirkt konzentriert, als er mit seinem fokussierten Blick einen Basketball entgegennimmt. Dafür fährt er seine Arme nach oben, greift den Ball aus den Händen eines Mitarbeiters und hält ihn fest. Auf seinen beiden Beinen rollt er anschließend durch die Halle. Wenn es schneller gehen soll, lehnt sich der Roboter nach vorne – und

beschleunigt so auf bis zu 10 m/s. »evoBOT« begründet mit seinen Fähigkeiten eine neue Generation von autonomen Robotern. Auf der Intralogistik-Messe LogiMAT 2022 stellten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IML ihre neue Entwicklung zum ersten Mal vor.

Mit evoBOT haben sie den Prototyp eines agilen und dynamisch stabilen Roboters auf zwei Rädern entwickelt. Mit seinem extremen Beschleunigungsvermögen und seiner maximalen Geschwindigkeit von 10 m/s ist er außerdem im Hochleistungsbereich anzusiedeln. »In dieser Kombination von Fähigkeiten liegt die nächste Evolutionsstufe der autonomen, mobilen Roboter, was dem evoBOT seinen Namen gab«, erklärt Mathias Rotgeri, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IML. Der Name evoBOT setzt sich zusammen aus Evolution und Robot.

Ein Roboter für viele Aufgaben

Anders als bisherige Roboter kann evoBOT logistische Güter nicht nur schieben oder ziehen: Er ist zudem in der Lage, Objekte wie Kisten und Pakete zu wenden und anzureichen.

Außerdem kann er Rampen und Kanten bewältigen – und auch holpriges Pflaster im Außenbereich stellt kein Hindernis für ihn dar. Dass er dabei immer das Gleichgewicht hält, verdankt er dem Prinzip des inversen Pendels. Mithilfe der Pendelbewegung kann der Roboter Objekte direkt vom Boden oder vom Förderer anheben und in unterschiedlichen Höhen wieder abgeben.

»evoBOT bewältigt viele intralogistische Aufgaben, für die bislang unterschiedliche Robotertypen im Einsatz sein mussten«, sagt Mathias Rotgeri. »Außerdem erleichtert sein bioinspiriertes Design die Interaktion zwischen Menschen und dem Roboter, sodass evoBOT zu einem persönlichen Assistenten werden kann.«

Reduzierte Entwicklungszeit dank Simulation

Die Grundlage für die Entwicklung des Roboters ist der neue Forschungszweig der Simulationsbasierten Künstlichen Intelligenz. Dank moderner Grafikkarten lassen sich damit hochkomplexe Vorgänge in Echtzeit simulieren. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IML erfassen dafür die Bewegungen des Roboters und gleichen sein Verhalten in der Simulation mit dem des realen Fahrzeugs ab. So können sie das Simulationsmodell optimieren: Je mehr sich die Differenz von Modell und Realität reduziert, umso mehr wird der Roboter zum cyberphysischen Zwilling der Simulation.

Dieses Vorgehen ermöglicht es, Entwicklungszeiten deutlich zu reduzieren: Die Forschenden können beispielsweise Prototypen von Robotern in der digitalen Realität testen, bevor sie gebaut werden. Außerdem lassen sich die Entwicklungen von Hardware und Software auf diesem Wege entkoppeln.







Es entsteht das sogenannte »Robotik-Kontinuum«, ein Digitales Kontinuum der Entwicklung.

evoBOT stellt dadurch wie der Roboter O³dyn (siehe S. 35) zusätzlich eine Entwicklungsplattform dar: »Wir verwenden das Fahrzeug einerseits für die Entwicklung von Software und Sensorkomponenten, andererseits soll auch evoBOT selbst für Anwendungsfälle optimiert werden«, erklärt Mathias Rotgeri.

Open-Source-Komponenten verfügbar

Die Funktionsweise des inversen Pendels entwickelten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Rahmen des Projekts »OpenDynamics«, das Teil des vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) geförderten Forschungsvorhabens Silicon Economy ist. Die Baupläne für die erste Pendelstufe des Fahrgestells sowie Komponenten für die Navigations- und Lokalisierungssoftware werden

deshalb als Open-Source-Software über die Plattform der »Open Logistics Foundation« zur Verfügung gestellt. Die Stiftung wurde 2020 gegründet und hat das Ziel, mithilfe von Open-Source-Anwendungen die Digitalisierung in der Logistik und im Supply Chain Management von Unternehmen voranzutreiben.



Ansprechpartner

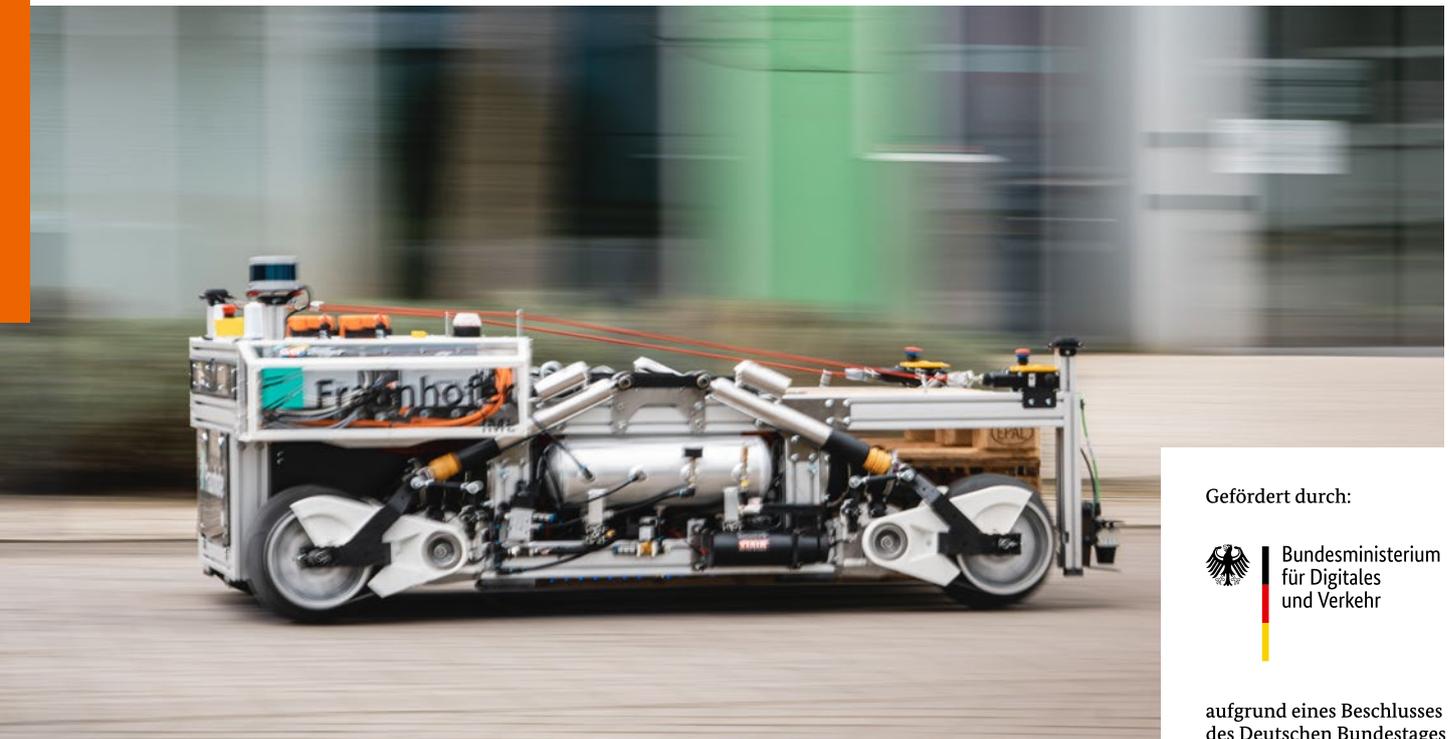
Mathias Rotgeri M. Sc. | 0231 9743-335 | mathias.rotgeri@iml.fraunhofer.de

Tausendsassa

bringt Smart Factory auf
nächstes Level



Die Smart Factory mit ihrer infrastruktureduzierten und automatisierten Logistik ist nicht mehr nur Vision. Vielmehr wurde sie von Branchen wie der Automobilindustrie und deren Zulieferern längst in die Realität überführt. Nun zeigen die Forschenden des Fraunhofer IML, wie Simulationsbasierte Künstliche Intelligenz die Smart Factory in eine höhere Dimension heben kann. Mit dem hochdynamischen autonomen Transportroboter »O³dyn«, der auf der LogiMAT in Stuttgart sein Debüt feierte, erreicht der Materialfluss der Zukunft das nächste Level.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Als autonomer Transportroboter ist »O³dyn« einer der ersten Bewohner des sogenannten »Robotik Kontinuums«, das Simulation und Maschinelles Lernen mit der Realität verbindet. Mit dem hochdynamischen Transportsystem möchten die Dortmunder Forschenden den außer- und innerbetrieblichen Palettenumschlag maßgeblich verändern. Entwickelt wurde »O³dyn« im Rahmen des Großforschungsprojekts Silicon Economy. Mit diesem Projekt, das vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) mit über 25 Millionen Euro über drei Jahre gefördert wird, möchte das Fraunhofer IML einer dezentralen, föderalen und offenen Plattformökonomie in Deutschland und Europa zum Durchbruch verhelfen.

Höhere Sicherheit und Effizienz beim Palettenumschlag

Im Gegensatz zu den meisten Fahrerlosen Transportsystemen, die entweder eine hohe Leistungsfähigkeit oder

Dynamik oder Flexibilität aufweisen und entweder für den Innen- oder für den Außenbereich konzipiert sind, kann »O³dyn« alle drei Eigenschaften in sich vereinen. Er ist nicht nur hochdynamisch und autonom, sondern eignet sich auch für den hybriden Betrieb. Mit einer Fahrgeschwindigkeit von bis zu 36 km/h kann er omnidirektional große Lasten im Format einer Palette transportieren. Dabei verlässt er die geschützte und definierte Umgebung von Lagerhallen, um auf Betriebsgeländen dynamisch zu agieren. Deshalb nennen ihn die Forschenden »O³dyn« (gesprochen »Odyn«), was für omnidirektional, Outdoor und Open Source steht.

Seine größte Stärke soll Odyn überall dort ausspielen, wo auf ausgedehnten Werksgeländen über längere Strecken Material von einem Gebäude zum nächsten gebracht werden muss. Hier transportiert er mühelos große Ladungsträger und wechselt nahtlos vom Innen- in den Außenbereich. Kommen heute für dieses Einsatzprofil meist Gabelstapler oder Routenzüge zum Einsatz, könnte Odyn zukünftig die Resilienz und Flexibilität erhöhen. Im Vergleich zu herkömm-

lichen Transportfahrzeugen ließe sich mit Odyn, so die Forschenden, das Unfallrisiko reduzieren und die Effizienz deutlich steigern. Ein Routenzug beispielsweise muss immer erst gebildet werden: Es müssen Teile gepuffert und zusammengestellt werden, die dann im Milkrun entlang einer Produktionslinie verteilt werden. Der Koordinationsaufwand ist sehr hoch. Stattdessen könnten flexible und autonom agierende Einzelfahrzeuge Bedarfsorte direkt anfahren. Odyns Nutzlast beträgt aktuell 350 kg. Das Fahrzeug ließe sich jedoch problemlos für höhere Nutzlasten auslegen. »Für die industrielle Anwendung könnten wir den Rahmen statt aus Aluminium aus Stahl konstruieren. Antriebstechnik und Fahrwerk sind schon heute auf ein Gewicht von 1,3 Tonnen ausgelegt«, so Dipl.-Ing. Guido Follert, Abteilungsleiter Maschinen und Anlagen am Fraunhofer IML.

Omnidirektionales Fahrwerk für ein präzises Lasthandling

Damit Odyn im Innen- und Außenbereich problemlos fahren kann, haben die Forschenden das omnidirektionale Fahrwerk mit Mecanumrädern und einer Luftfederung kombiniert. Dadurch kann sich das Fahrzeug nicht nur auf engstem Raum – dank Traversieren und Seitwärtsfahrt – fortbewegen, sondern auch die Last präzise positionieren. Das Fahrwerk passt sich möglichen Bodenunebenheiten im Außenbereich an. Dafür sorgen die speziellen Räder sowie die Luftfederung, die einen sicheren, lastunabhängigen Lauf auf unebenem Untergrund garantiert. Dies schont sowohl die Last als auch das Fahrzeug.

Das Luftfahrwerk sorgt auch für die Lastaufnahme. Zur Palettenaufnahme senkt sich das Fahrwerk ab. Die Ladungssicherung erfolgt durch Klinken, die von außen zwischen die Palettenklötze einfahren und diese festhalten. Dies verhindert das Herausrutschen der Palette beim dynamischen Transport. Das Bremssystem besteht aus der elektrischen Betriebsbremse und einer Notbremse, die mit verschleißenden Bremsplatten unter dem Rahmen arbeitet. Bei einer Notbremsung öffnen sich die Luftventile des Fahrwerks. Das Fahrzeug senkt sich auf die Bremsplatten ab und kommt sofort zum Stillstand.

Überganglose Navigation zwischen Indoor und Outdoor

Eine weitere Hürde, die das Fraunhofer-Forscherteam bei der Entwicklung von Odyn überwinden musste, war die überganglose Navigation zwischen Innen- und Außenbereich. Diese lösten sie mit umgebungs- und funkbasierten Lokalisierungsalgorithmen. Die Lokalisierung greift auf Lidar-Scanner, 3D-Kamerasysteme und Differential-GPS/GNSS zurück. Eine Herausforderung, die derzeit noch zu bewältigen ist, ist ein sicherer autonomer Betrieb. »Wie die Automobilindustrie müssen auch wir Lösungen finden, um eine sichere autonome Fahrt im öffentlichen Raum zu garantieren, mit allen Unvorhersehbarkeiten wie plötzlich auftauchenden Hindernissen auf dem Fahrweg«, erklärt Guido Follert. »Hier liegt noch ein Stückchen Arbeit vor uns.«

Die technischen Details auf einen Blick:

- Antrieb: 4 Elektromotoren mit Lithium-Ionen-Technologie
- Leistung der Batterie: 100,8 Volt Nennspannung, 8,5 kWh
- Fahrwerk: omnidirektional
- Fahrzeuggewicht: 450 kg
- Höchstgeschwindigkeit: 36 km/h
- Nutzlast: 350 kg
- Ortungssystem: 3D-Kamerasystem, Lidar-Scanner und Differential-GPS

Mit Simulationsbasierter Künstlicher Intelligenz ins »Robotik-Kontinuum«

Entwickelt hat das Fraunhofer IML den flinken Transportroboter mithilfe eines neuen Forschungszweigs: der Simulationsbasierten Künstlichen Intelligenz. Dank moderner Grafikkarten, der Robotikplattform Omniverse™ von NVIDIA sowie der Simulationssoftware Isaac, ebenfalls von NVIDIA, lassen sich hochkomplexe Vorgänge in Echtzeit simulieren. Mittels Motion Capturing gleichen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler das Verhalten in der Simulation mit dem der realen Fahrzeuge ab und optimieren so das Simulationsmodell. »Je mehr sich die Differenz von Modell und Realität reduziert, umso mehr wird der Roboter zum cyberphysischen Zwilling der Simulation«, so Dr. Sören Kerner, Abteilungsleiter KI und Autonome Systeme am Fraunhofer IML. »Mit diesem Vorgehen können wir die Entwicklungszeiten massiv reduzieren.« So lassen sich Prototypen bereits in der digitalen Realität testen, bevor sie gebaut werden. Dadurch lässt sich die Entwicklung von Hardware und Software entkoppeln. Es entsteht ein digitales Kontinuum der Entwicklung (»Robotik Kontinuum«). Das Konzept und die Konstruktion von Odyn werden quelloffen – also als Open-Source-Anwendung – bei der Open Logistics Foundation zur Verfügung gestellt. Erste Kontakte zu Projektpartnern in der Industrie konnte das Fraunhofer IML schon knüpfen.



Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Guido Follert | 0231 9743-253 |
guido.follert@iml.fraunhofer.de



Bye-bye Mobilfunk, LPWAN?

Sie klingen wie ein perfektes Match – oder anders ausgedrückt: wie füreinander gemacht. Die Rede ist nicht von Adam und Eva, sondern vom Lieferkettenmanagement und dem »Internet of Things« (IoT), das eine komplette, intelligente Vernetzung ermöglicht. Ob Europas Kommunikationsnetzwerke schon bereit für IoT-Technologien sind – dazu liefert die LPWAN-Studie eine erste Einschätzung.

Im Sommer 1992 gingen die Mobilfunknetze D1 und D2 an den Start. Seitdem hat sich viel getan. Heute – genau 30 Jahre später – sprechen wir wie selbstverständlich von LTE und 5G, aber eben auch von Begriffen wie IoT, also dem »Internet der Dinge«. Viele Branchen messen IoT eine große Bedeutung auf dem Weg zur Digitalisierung bei. Aufgrund ihres Potenzials könnte jedoch keine Branche so sehr davon profitieren wie die Logistik. Eine vorhandene Kommunikationsinfrastruktur bildet dafür die Grundvoraussetzung.

Für die Logistik gelten dabei andere Anforderungen, als es beispielsweise im privaten Rahmen der Fall ist. »Für uns Logistiker ist es gar nicht so wichtig, große Mengen von Daten schnell zu übertragen, sondern vielmehr eine flächendeckende Kommunikation herstellen zu können, die auch in entlegenen Regionen verfügbar ist, wo vielleicht kein normaler Mobilfunk-Empfang ist«, erklärt Patrick Becker, Projektleiter der LPWAN-Studie und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IML. Nur so sei es möglich, Sensordaten und Ereignisse konstant zu übermitteln, so Becker.

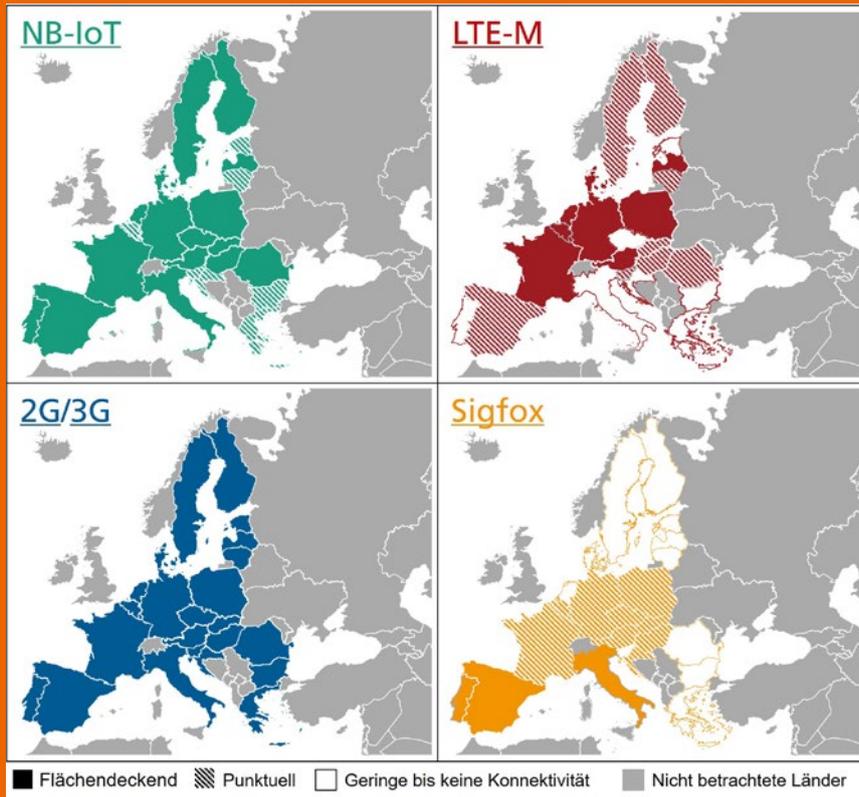
Im Kontext des Internet der Dinge eignen sich besonders Funktechnologien wie LPWAN (Low Power Wide Area Network), da es je nach Anwendungsszenario möglich sein muss, viele parallele Verbindungen mit einer einzelnen Funkzelle herzustellen (beispielsweise, wenn hunderte oder tausende Paletten gleichzeitig ihren Standort senden). Im privaten Rahmen kommt es nur in Ausnahmefällen (z. B. bei Großveranstaltungen) zu vielen gleichzeitigen Zugriffen auf einzelne Funkzellen und als Folge zu Überlastungen. LPWAN-Technologien erlauben mehrere hunderttausend

Datenverbindungen gleichzeitig pro Funkzelle. Das garantiert Ausfallsicherheit, selbst bei starker Frequentierung. Zudem verfügen sie – anders als gängige 2G/3G-Netze – über eine tiefe Gebäudedurchdringung, die es ermöglicht, auch innerhalb von und aus Gebäuden mit dicken Betonwänden zu senden. Ein weiterer Vorteil der LPWAN-Technologien besteht darin, dass sie einen sehr geringen Energieverbrauch haben, wodurch IoT-Devices unter gleichen Bedingungen wesentlich längere Batterielaufzeiten von mehreren Jahren haben als beim Einsatz klassischer Mobilfunktechnologien.

Europaweiter Feldtest

Welche LPWAN-Netze sich aufgrund ihrer Verfügbarkeit im logistischen Kontext der grenzüberschreitenden Warenrückverfolgung eignen, hat das Fraunhofer IML (federführend) mit Industriepartnern in einem unabhängigen, europaweiten Feldtest untersucht. Ziel der Studie war der Vergleich unterschiedlicher, sich im Ausbau befindlicher LPWAN-Technologien hinsichtlich ihrer Konnektivität entlang der befahrenen Routen in Europa. Insgesamt 50 Europaletten statteten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit je fünf Trackern unterschiedlicher Kommunikationstechnologien aus, die sich auf technischer Ebene u. a. hinsichtlich der Datenrate, der Reichweite und des Frequenzbereichs unterschieden. Dazu zählten zwei Tracker mit NB-IoT-Modul, jeweils ein Tracker mit LTE-M- und Sigfox-Modul sowie ein Tracker, der ausschließlich im 2G/3G-Netz gesendet hat. Vier der fünf Tracker verfügten zudem über einen sog. 2G-Fallback, der im Falle einer fehlgeschlagenen LPWAN-Datenübertragung das erneute Versenden des Datenpakets über das klassische 2G-Netz ermöglicht.

Die präparierten Europaletten gelangten ausgehend von einem deutschen Logistikzentrum innerhalb eines Zeitraums von vier Wochen (August bis September 2021) über ein europaweites Speditionsnetz zu insgesamt 56 Zieldestinationen (24 von 27 EU-Länder). Anschließend erfolgte der Rücktransport an das Fraunhofer IML und eine Bewertung der Expertinnen und Experten anhand von über zwei Millionen Datenübertragungen. »Die Studie zeigt, dass die



Vergleich der Netzabdeckung der untersuchten Kommunikationstechnologien entlang der befahrenen Routen



Zieldestinationen und befahrene Routen (weiß dargestellt) im europaweiten Feldtest

klassischen Mobilfunknetze 2G und 3G europaweit noch die höchste Verfügbarkeit haben. Die Nachteile dieser Netze sind aber, dass sie teilweise abgeschaltet werden – das ist in Asien z. B. schon der Fall und auch in Europa erwartbar. Zudem ermöglichen sie weniger Zugriffe pro Funkzelle und haben einen höheren Energieverbrauch, sodass die Tracker weniger lange halten«, sagt Patrick Becker.

Positive Bilanz trotz laufenden Ausbaus

Lukas Lehmann, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IML und ebenfalls an der Studie beteiligt, zieht Bilanz zu den getesteten LPWAN-Technologien: »Wir haben keine flächendeckende Verfügbarkeit an jeder Stelle und auf jeder Route nachweisen können, aber doch eine sehr gute Verfügbarkeit der beiden LPWAN-Technologien LTE-M und NB-IoT. Je nach Anwendungsfall in der Logistik könnte also eine einzelne LPWAN-Technologie schon ausreichend sein, insbesondere, wenn vielleicht nur das Senden eines Status-Updates beim Start und Ziel eines Transports gefragt ist.« Für eine permanente Überwachung sei eine einzelne LPWAN-Technologie nach dem Stand von Ende 2021 jedoch noch nicht ausreichend, so Lehmann. Anhand der in der Studie erhobenen Daten zu Sigfox wurde in Europa nur eine punktuelle Verfügbarkeit in 10 von 24 Ländern nachgewiesen. Einzig in Portugal, Italien und Spanien ist das Netz auf den betrachteten Routen bereits flächendeckend verfügbar. Im Vergleich dazu verfügt NB-IoT in allen 24 befahrenen Ländern über eine flächendeckende oder punktuelle Verfügbarkeit, LTE-M in 17 Ländern.

»Dass wir die Möglichkeit hatten, erstmalig einen europaweiten Test unterschiedlicher LPWAN- oder Kommunikationstechnologien aus Perspektive der Logistik in sehr kurzer Zeit umzusetzen und auszuwerten, ist wirklich besonders«, resümiert Lukas Lehmann. »Ohne unsere Partner, die ihr Speditionsnetz, die Paletten und Tracker teilweise kostenfrei zur Verfügung gestellt haben, wäre das natürlich nicht möglich gewesen«, ergänzt Patrick Becker.

Kombination von bewährten und neuen Netzen

Zur Einordnung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass sich die LPWAN-Netze noch im Ausbau befinden und stetig erweitert werden. Die Expertinnen und Experten des Fraunhofer IML empfehlen deshalb, die Netzverfügbarkeit der betrachteten Technologien in regelmäßigen Abständen im Kontext logistischer Anwendungen zu untersuchen. Für eine flächendeckende und zuverlässige Konnektivität innerhalb Europas raten sie außerdem zu einem Verbund aus einer oder mehrerer LPWAN-Technologien sowie einem Fallback auf klassische Mobilfunknetze (2G/3G) (Stand 09/2021).



Ansprechpartner

Patrick Becker M. Sc. | 0231 9743-294 | patrick.becker@iml.fraunhofer.de

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

Onlineshopping?

Aber sicher!



Bestellt, bezahlt, bedroht: Der Onlinehandel und damit verbundene Abläufe sollen sicherer werden. Im Rahmen des EU-Forschungsprojektes »Ensuresec« sind Sicherheits-Tools gegen Cyber- und physische Angriffe entstanden. Doch erst durch wachsames Personal ist der Schutz bestmöglich. Das Fraunhofer IML war an Ensuresec als Projektkommunikator und im Bereich der Überwachung physischer Güter beteiligt.

Aufmerksame Kunden entdecken beim Onlineshopping gute Angebote und sehen auch diverse Komponenten des E-Commerce-Ökosystems. So wählen sie zwischen den Zahlungsmethoden, die von den Payment Service Providern abhängen. Sie quittieren mit einem zufriedenen »Endlich!« die Benachrichtigung über den Versand, der jetzt in der Hand eines Logistikdienstleisters liegt. Aufmerksame Cyberkriminelle wiederum suchen im E-Commerce-Ökosystem nach Sicherheitslücken.

Mit vereinter Kraft verteidigen Partner aus 14 Ländern in dem EU-Projekt »Ensuresec« die Sicherheit im E-Commerce- und Lieferservice-Ökosystem: 22 Mitglieder des Projektkonsortiums, unter ihnen das Fraunhofer IML, entwickelten Tools, um Abläufe des Onlinehandels vor Cyberattacken zu schützen. Die Tools sind einsetzbar für die Prävention und das Aufspüren von Sicherheitslücken sowie die Schadensminderung. Zudem soll eine gestartete Awareness-Kampagne den Beteiligten des E-Commerce die möglichen Folgen von »unüberlegten Klicks« bewusst machen. Das Projekt mit dem vollen Titel »End-to-end Security of the Digital Single Market's E-commerce and Delivery Service Ecosystem« lief vom 1. Juni 2020 bis zum 31. Mai 2022.

Werkzeuge für wenig Erfahrene

Zwei Jahren lang haben die Projektpartner Bedrohungen im Onlinehandel identifiziert und als Antwort darauf ein umfassendes Sicherheits-Toolkit erarbeitet. Das Projekt sei lange vor der Coronakrise in Planung gewesen, betont Julian Neitzert, einer der Projektverantwortlichen am Fraun-

hofer IML. Dennoch haben die zeitgleichen Lockdowns die Dringlichkeit des Vorhabens erhöht. Denn die Ensuresec-Tools und Serious Games sollen vor allem denjenigen eine Unterstützung bieten, die mit weniger Erfahrung im E-Commerce-Sektor unterwegs seien. Das dürfte auch auf einige Händler zutreffen, die wegen der Geschäftsschließungen den Schritt zum Onlineshop gemacht haben, während sie sich unter anderen Umständen mehr Vorbereitungszeit gelassen hätten. Dass die Software quelloffen ist, erleichtert kleinen Unternehmen ohne großes Budget für Sicherheitstechnik den Zugang.

Es stehen Tools zur Verfügung, teilweise noch als Demonstratoren, die die technische Infrastruktur eines E-Commerce-Unternehmens auf bekannte Sicherheitslücken und Datenschutz überprüfen, was zunächst eine gute Analyse des Status quo liefert. Weitere Tools können dann das laufende System überwachen und potenzielle Angriffe auflisten. Auch der Schaden, den diese Angriffe verursachen würden, kann simuliert werden. Dies kann hilfreich sein, um den Schaden im Fall eines tatsächlichen Angriffs zu mindern. Die Visualisierung von Risiken, Angriffen und Folgen führt den Mitarbeitenden einmal mehr die Tragweite eines ungeschützten Systems vor Augen.

Online bestellt, physisch zugestellt

Ziel des Projektes war es, die Sicherheit entlang der gesamten Prozesskette im Onlinehandel zu optimieren, hierzu zählt auch der Schutz physischer Güter während der Lieferung. Für die Überwachung von Transportfahrzeugen und deren Ladung war das Fraunhofer IML als Task Leader »Physical Asset Monitor« zuständig. Die Überwachung ermöglicht es zunächst, festzustellen, dass das Fahrzeug am Ziel angekommen ist. Liefert zum Beispiel eine Online-Apotheke Arzneimittel aus, ist zudem die Kontrolle der Temperatur wichtig, um die Wirksamkeit der Arzneimittel nicht zu beeinträchtigen. Über die Qualitätskontrolle hinaus können Abweichungen vom Soll-Wert ein Problem anzeigen: Ein unerwarteter, plötzlicher Temperaturabfall könnte



von einem Defekt in der Kühlung verursacht werden oder gar durch das Öffnen einer Tür bei einem widerrechtlichen Stopp entstehen. Dem muss auf den Grund gegangen werden.

Sensoren, die die Temperatur oder auch Erschütterungen messen, müssen in die Gesamtinfrastruktur integriert werden. Das heißt, es müsse einen »Ort« geben, wo sie die Daten hinschicken und die aggregierten, aufbereiteten Daten den zuständigen Personen zur Verfügung stehen, erklärt Christian Pionzewski, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IML. Außerdem sollten bei der Analyse der Sensordaten gegebenenfalls aufgetretene Events Alarme auslösen.

Dieser Link ist von »den Guten«

Anhand des Szenarios eines physischen Angriffs auf einen E-Commerce-Betreiber einer Apotheke sowie Szenarien von Cyberangriffen auf E-Commerce-Plattformen präsentierte das Ensuresec-Konsortium auf der Abschlusskonferenz den Piloteinsatz seiner Sicherheits-Tools. Eine Gruppe von Partnern hat die Absicht, die Tools bis zur Serienreife wei-

terzuentwickeln. Das startbereite Training zur Cyber Security Awareness für E-Commerce-Beteiligte ist frei zugänglich über die Website becyberaware.eu. Jeder kann damit Bedrohungen leichter erkennen.



Das Projekt wird im Rahmen des EU-Förderungsprogramms für Forschung und Innovation Horizon 2020 gefördert.



Ansprechpartner

Julian Neitzert B. Sc. | 0231 9743-521 | julian.neitzert@iml.fraunhofer.de

Christian Pionzewski M. Sc. | 0231 9743-247 | christian.pionzewski@iml.fraunhofer.de

7 Thesen für das Supply Chain Management von morgen

Aktuelle Krisen wie die Corona-Pandemie oder der Krieg in der Ukraine zeigen, wie verwundbar unsere globalen und weit verzweigten Lieferketten sind. Im Rahmen des Digitaltag-Talks 2022 stellte Institutsleiter Prof. Michael Henke deshalb gemeinsam mit Carina Culotta und Josef Kamphues vom Fraunhofer IML die sieben wichtigsten Thesen für ein zukunftsfähiges Supply Chain Management vor.

1. Resilienz ist aktuell wichtiger als Kostensenkung.

In den vergangenen Jahren lag der Fokus des Supply Chain Managements unter anderem darauf, die Kosten möglichst niedrig zu halten. Die Auswirkungen davon wurden in der letzten Zeit verstärkt sichtbar: »Es genügen externe Schocks, um die Lieferketten innerhalb kürzester Zeit zu unterbrechen«, erklärt Henke. Er spricht sich deshalb für ein resilienteres Supply Chain Management aus, das es ermöglicht, die Lieferketten nach externen Ereignissen möglichst schnell wieder in Betrieb zu nehmen. Unternehmen sollten dafür etwa die angreifbaren Stellen innerhalb ihrer Wertschöpfungsketten sowie vergangene Ereignisse und deren Auswirkungen analysieren, um so besser auf kommende Herausforderungen vorbereitet zu sein.

2. Diversifikation innerhalb der Lieferkette führt zu mehr Resilienz.

Ein wichtiger Punkt im Hinblick auf transparente Lieferketten ist die Diversifikation: Sollte beispielsweise ein Lieferant ausfallen, muss es einen zweiten geben, der die Aufgaben übernehmen kann. Für ein robustes Supply Chain Management ist es für Unternehmen deshalb hilfreich, ein breites Portfolio von Zulieferern sowie verschiedenen Transportwegen aufzubauen.

3. Unternehmen brauchen eine Mischung aus globalen und regionalen Wertschöpfungsketten.

»In den letzten Jahren haben wir Lieferketten ständig optimiert und globalisiert«, sagt Henke. In der Diskussion um Resilienz werde momentan aber häufig empfohlen, Lieferketten ausschließlich regional zu gestalten. Der Institutsleiter bestätigt zwar, dass Unternehmen nach Krisen Bereiche identifizieren können, in denen eine regionale Fertigung sinnvoll wäre: »Aber die deutsche Industrie profitiert auch von der Globalisierung und der Vernetzung«, betont er. Da viele Rohstoffe in Europa nicht natürlich vorkommen, sei es am sinnvollsten, wenn Unternehmen auf eine Mischung aus globalen und regionalen Lieferketten setzen.

4. Transparenz ist die Voraussetzung für resiliente und diversifizierte Lieferketten.

Transparenz in Bezug auf eigene, weit verzweigte Lieferketten ist für Unternehmen eine Grundvoraussetzung: So können Supply Chain Manager zum Beispiel schneller erkennen, welcher Bereich der Lieferkette durch ein externes Ereignis betroffen ist. Außerdem sind Unternehmen so etwa in Bezug auf das neue Lieferkettengesetz (s. Infokasten) besser auskunftsfähig. Henke zufolge können unter anderem Anwendungen, die auf der Blockchain-Technologie basieren, für mehr Transparenz in der Wertschöpfungskette sorgen.

5. Die Blockchain-Technologie sorgt für Vertrauen.

Mithilfe der Blockchain-Technologie kann außerdem die Rolle der einzelnen Unternehmen innerhalb der Lieferkette gestärkt werden: Die Datenspeicherung erfolgt verteilt und manipulationssicher, alle Teil-



nehmer sind gleichberechtigt und vertrauenswürdig – das gilt auch für neue Partner, die beispielsweise in einer Krisensituation Aufgaben innerhalb der Lieferkette übernehmen.

6. Die Nutzung von Open-Source-Software verlangt ein neues Mindset.

Anwendungen, die die Blockchain-Technologie nutzen, sind noch relativ neu auf dem Markt und deshalb bei Unternehmen noch nicht weit verbreitet. Michael Henke sieht in diesem Bereich eine Chance für Open-Source-Software. Die Nutzung dieser Anwendungen spare Ressourcen, sei niederschwellig und dadurch auch für kleine und mittlere Unternehmen geeignet. Die Betriebe müssen sich dafür aber auf das kooperative Arbeiten einlassen, im Zweifel auch mit Wettbewerbern: »Sowohl die Nutzung von Open-Source-Software als auch die Bewältigung von Krisensituationen funktionieren nur miteinander und in kollaborativen Netzwerken«, betont der Institutsleiter.

7. Plattformen erleichtern die Zusammenarbeit.

Auf Plattformen können die Unternehmen der Lieferkette souverän Daten teilen, sich austauschen und auf die Angaben der Partner zugreifen. Diese Art der Zusammenarbeit hilft dabei, die Informationen innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerks zu organisieren und transparent bereitzustellen. »In unserem Beitrag

zur Plattformökonomie, der Silicon Economy, verbinden wir die Blockchain mit vielen anderen Technologien«, erklärt Henke. Dabei stellen die Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer IML ein Grundgerüst aus Open-Source-Anwendungen zur Verfügung, die Unternehmen jeder Größe nutzen und mit eigener Software verbinden können.

Lieferkettengesetz

Das Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz soll die Menschenrechte innerhalb der Lieferketten von Unternehmen schützen und vor allem das Verbot von Kinder- und Zwangsarbeit durchsetzen. Ab 2023 gilt es für deutsche Unternehmen mit mehr als 3000 Mitarbeitenden, ab 2024 für Unternehmen mit mehr als 1000 Mitarbeitenden. Auch deutsche Zweigniederlassungen von ausländischen Firmen zählen dazu, wenn sie mehr als 3000 bzw. 1000 Mitarbeitende in Deutschland beschäftigen. Die Unternehmen müssen unter anderem eine Grundsatzerklärung zur Achtung der Menschenrechte verabschieden, eine Risikoanalyse durchführen, um Bedrohungen der Menschenrechte zu erkennen und diese zu beenden, einen Beschwerdemechanismus einrichten und transparent öffentlich berichten.

Wie nützlich ist die Blockchain-Technologie?

Vor einigen Jahren erlebte die Blockchain-Technologie aufgrund von Kryptowährungen wie Bitcoin einen Hype. Bis heute spielt sie in Unternehmensprozessen aber nur eine kleine Rolle – und das, obwohl sie in verschiedenen Bereichen für mehr Effizienz, Transparenz und Nachhaltigkeit sorgen kann.

Um unter anderem den Einsatz der Blockchain-Technologie in Unternehmen zu fördern, präsentierte die Bundesregierung 2019 eine »Blockchain-Strategie«. Ein Element dieser Strategie ist die Erörterung des politischen Handlungsbedarfes im Kontext der Blockchain-Technologie. Vor diesem Hintergrund führten Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer IML im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz gemeinsam mit weiteren Expertinnen und Experten einen »Fachdialog Blockchain« durch. Hierbei wurden sowohl Möglichkeiten und Hemmnisse des Einsatzes als auch Handlungsbedarfe zur Förderung der Technologie diskutiert. Die Ergebnisse veröffentlichten sie in drei Studien zu den Themen »Token-Ökonomie«, »Nachhaltigkeit« und »Mittelstand«, die grundlegend sind für die Arbeiten in der Silicon Economy und in Blockchain Europe, dem Projekt zum Aufbau eines Europäischen Blockchain-Instituts.

Token-Ökonomie

Token können als »digitale Zertifikate« verstanden werden, die beispielsweise Werte und Rechte repräsentieren und diese fälschungssicher und handelbar machen.

Anwendungsbeispiele: Im Bereich des Rohstoffhandels oder des Transports von chemischen Erzeugnissen und Gefahrgütern können die komplexen Prozesse mithilfe von Token transparent und manipulationssicher abgebildet werden. Smart Contracts ermöglichen es außerdem, Transaktionen innerhalb der Lieferkette automatisiert durchzuführen.

Chancen: Die Token-Ökonomie kann dazu beitragen, die deutsche Digitalwirtschaft von einer bis heute eher re-

aktiven zu einer proaktiven, (teil-)autonomen Wirtschaft zu transformieren. Durch die Integration der Blockchain-Technologie können Prozessinnovationen und neue Produktivitätsschübe erreicht werden.

Hemmnisse: Bisher gibt es nur wenige Best-Practice-Beispiele in Unternehmen. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) stehen oft vor der Herausforderung, das entsprechende Know-how aufzubauen. Außerdem herrschen häufig rechtliche Unklarheiten in Bezug auf die Umsetzung der Technologie.

Handlungsfelder: Für die Umsetzung einer Token-Ökonomie ist es den Forscherinnen und Forschern zufolge wichtig, Wissenslücken im Bereich der Blockchain-Technologie zu schließen, um so auch das Verständnis für Netzwerkökonomien zu fördern. Dies ist vor allem in der deutschen, mittelständisch geprägten Wirtschaft von großer Bedeutung und eröffnet neue Chance im B2B-Bereich. Blockchain-Start-ups könnten zudem durch Initiativen gestärkt werden. Weiterhin ist die Integration kleiner und mittlerer Supply-Chain-Partner in die Lieferkette wichtig.



Nachhaltigkeit

Anwendungsbeispiel: Ein digitaler, blockchainbasierter Produktpass könnte für effizienteres Recycling sorgen. Dabei werden alle Produktinformationen entlang der Lieferkette in einer Blockchain dokumentiert, sodass beispielsweise den Recyclingunternehmen mehr Wissen über die Bestandteile sowie deren Herkunft und Verarbeitung vorliegt.

Chancen: Die Blockchain-Technologie ermöglicht es, Produktinformationen besser und verlässlicher nachzuverfolgen. Das kann Unternehmen beispielsweise mit Blick auf das deutsche Lieferkettengesetz und den Europäischen Supply Chain Act helfen, ihren auferlegten Pflichten nachzukommen.

Hemmnisse: Es fehlen insbesondere konkrete Erfahrungswerte zur Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit und Energieintensität der Blockchain-Technologie. Außerdem sind viele Unternehmen noch nicht ausreichend digitalisiert, um Blockchain-Anwendungen zu integrieren. Auch fehlende Best-Practice-Beispiele in Bezug auf Nachhaltigkeit und Blockchain-Lösungen stellen ein Hemmnis dar. All dies führt zu einer eher abwartenden Haltung gegenüber der Technologie, die auch mit dem Henne-Ei-Problem umschrieben werden kann.

Handlungsfelder: Bei öffentlich geförderten Pilotprojekten soll der Studie zufolge in Zukunft darauf geachtet werden,

dass marktfähige Blockchain-Anwendungen entstehen. Um die verbreiteten Vorbehalte gegenüber der Technologie aufgrund ihrer vermeintlichen Energieintensität abzubauen, kann bei Förderungen verstärkt auf Nachhaltigkeitseffekte und deren konkreten Nachweis geachtet werden.

Außerdem sollte die Bereitstellung von Open-Source-Software und -Hardware im Vordergrund von öffentlich geförderten Entwicklungsprojekten stehen, um so den Zugang zur Blockchain-Technologie zu erleichtern.

Mittelstand

Anwendungsbeispiel: In vielen Branchen, wie etwa dem Baugewerbe, schließen Projektpartner oft eine Vielzahl von Einzelverträgen untereinander ab, sodass Störungen bei einzelnen Abläufen zu Verzögerungen in der gesamten Zahlungskette führen können.

Die Blockchain-Technologie kann diesen Prozess vereinfachen: Unternehmen hinterlegen ihre ausgeführten Leistungen damit revisionssicher und erhalten mittels Smart Contracts eine leistungs- oder nutzungsabhängige Vergütung. Durch die Verknüpfung mit sogenannten Micro- und Instant Payments können zudem entsprechende Liquiditätseffekte erzielt werden.

Chancen: Prozesse können mithilfe der Blockchain-Technologie und automatisierten Transaktionen durch Smart Contracts effizienter gestaltet werden. Außerdem profitieren Unternehmen von der Rückverfolgung der Lieferkettenprozesse sowie von zuverlässigeren Daten.

Hemmnisse: Den Experten zufolge fehlt es dem Mittelstand aufgrund des IT-Fachkräftemangels an Wissen über den Einsatz der Blockchain-Technologie. Doch auch die Anwendungen selbst sind teilweise noch nicht marktreif oder lassen sich nur schwer mit bereits bestehenden Systemen verbinden.

Handlungsfelder: Die Forschenden empfehlen, einen rechtlichen Rahmen festzulegen und entsprechende Freiheitsgrade – z. B. durch Experimentierfelder – einzuräumen, um Unsicherheiten bei Unternehmen und insbesondere bei KMU zu reduzieren. Zudem könnte ein ausgebauter Wissenstransfer das Know-how bezüglich der Blockchain-Technologie vergrößern. Sie raten außerdem dazu, den Austausch zwischen Unternehmen des Mittelstands und Blockchain-Start-ups zu fördern, um Synergien zu nutzen und Einstiegsbarrieren zu reduzieren.



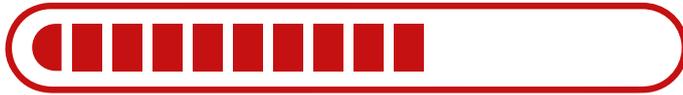
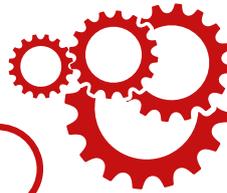
Ansprechpartner

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

Dr. Axel. T. Schulte | 0231 9743-298 |
axel.t.schulte@iml.fraunhofer.de



eCMR –



UPDATE... für den Frachtbrief

Lebensmittel, Autoteile, Baustoffe – nicht selten durchqueren sie Deutschland und Europa per Lkw. Dabei verursacht jeder Transport administrative Aufwände, schließlich braucht es mindestens hier, da und dort eine Unterschrift auf Papier. Zumindest war das bis jetzt so. Der digitale Frachtbrief der Silicon Economy überführt die papierbasierten Prozesse ins Zeitalter der Digitalisierung und schafft dank Open-Source-Ansatz erstmalig eine einheitliche Lösung für ganz Europa.

Im europäischen Raum heißt der Frachtbrief »CMR«, das steht für französisch »Convention relative au contrat de transport international de marchandises par route«. Um seine Funktion zu beschreiben, würden Jugendliche vielleicht sagen, »der Frachtbrief regelt«, und tatsächlich trifft das ziemlich auf den Punkt, was der Frachtbrief tut: Er regelt die Beförderungsverträge im internationalen Straßengüterverkehr. Das tut er schon ziemlich lange, genauer gesagt, seit 1956. Damals haben sich die CMR-Mitgliedsstaaten in einem Protokoll darauf geeinigt, welche Inhalte auf dem Frachtbrief stehen sollen, damit Transporte auch über die eigenen Landesgrenzen hinaus reibungslos ablaufen können. Auf dem CMR ist dafür zum Beispiel vermerkt, um welche Waren es sich handelt, wer sie versendet, wer den Transport durchführt und wer sie letztlich empfängt – Übertragungsfehler und eine Vielzahl unterschiedlicher Formate inklusive.

Vor diesem Hintergrund haben Forschende des Fraunhofer IML aus den Entwicklungsprojekten der »Silicon Economy« einen Service zur Erzeugung, Speicherung und Weitergabe von digitalen Frachtbriefen in menschen- und maschinenlesbarem Format entwickelt. »Uns war dabei wichtig, etablierte Vorlagen und internationale Standards zu verwenden, damit der Nutzer oder die Nutzerin auch in der digitalen Variante sofort weiß, wie der Frachtbrief auszufüllen ist«, sagt Patrick Becker vom Fraunhofer IML, Product Owner im Projekt »eCMR« der Silicon Economy.

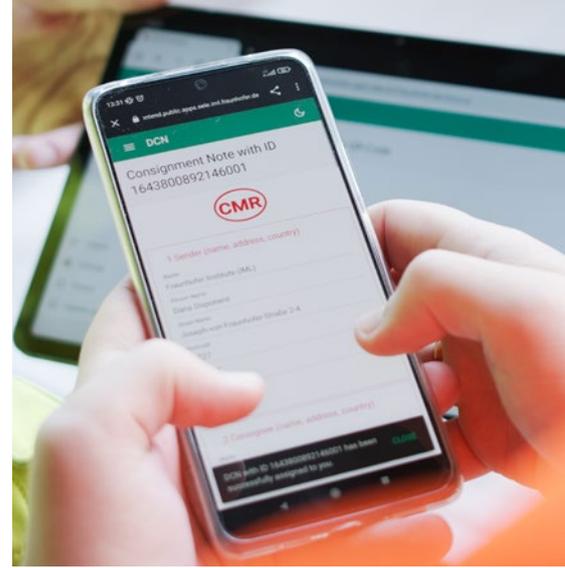
Blockchain und digitale Signatur

Da es sich bei dem Service um eine webbasierte Plattform handelt, kann er auf Standard-PCs und mobilen Smart Devices wie einem Smartphone genutzt werden. Einzige Voraussetzungen sind ein Browser und Internetzugang. Um den Prozess sicher zu gestalten, verwendet der Service über eine Schnittstelle den Token-Manager aus dem Projekt zum Aufbau des Europäischen Blockchain-Instituts. Auf der Blockchain werden sowohl die eindeutige ID des elektronischen Frachtbriefs gespeichert, als auch der sogenannte »Hashwert«. Der Hashwert ist dabei wie der individuelle Fingerabdruck eines Dokuments zu verstehen: Ändert ein Nutzer oder eine Nutzerin das Dokument um nur ein Zeichen, verändert sich auch der Hashwert, also der »Fingerabdruck«. »Anhand des Hashwerts kann ich als Empfänger des Dokuments also überprüfen, ob der Fingerabdruck auf der Blockchain mit dem Fingerabdruck des digitalen Frachtbriefs übereinstimmt. Dadurch kann ich jederzeit nachvollziehen, ob die Daten auf dem Weg verändert oder gar manipuliert wurden«, erklärt Patrick Becker.

Die Unterschrift per digitaler Signatur trägt darüber hinaus zur Authentizität der Daten bei. Die sogenannte fortgeschrittene Signatur (gemäß EU-Verordnung) verknüpft die digitale Signatur mit dem jeweils aktivierten Benutzer-Account und dem Hashwert des Dokuments. Die Themen digitale Unterschrift und Nutzermanagement stellen für das Projektteam aktuell noch eine Herausforderung dar, da noch unklar ist, welche Ansprüche zuständige Behörden ggf. an die digitale Signatur stellen könnten. Offen ist beispielsweise, ob eine weitere Authentifizierung, z. B. durch Verifikation per Personalausweis, nötig ist und wie diese durchzuführen ist.

Zusatzprotokoll für digitales Format

Dass elektronische Frachtbriefe wie ihre Vorgänger aus Papier überhaupt auf Deutschlands Straßen genutzt werden dürfen, gilt erst seit Kurzem. Ähnlich dem ursprünglichen



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

CMR-Protokoll, dem alle CMR-Mitgliedstaaten zugestimmt haben, gibt es seit 2008 ein Zusatzprotokoll für die elektronische Variante, dem jedes einzelne Land erneut zustimmen muss. Dieses Zusatzprotokoll ist im April 2022 in Deutschland in Kraft getreten und bildet damit auch hierzulande die gesetzliche Grundlage.

Je früher die einzelnen Mitgliedstaaten dem Zusatzprotokoll zugestimmt haben, desto eher konnten sie den elektronischen Frachtbrief nutzen. Aktuell zeichnet sich die Gefahr eines »Tarifdschungels« ab, da immer mehr Dienstleister eigene Lösungen für elektronische Frachtbriefe anbieten. »Das Problem ist, wenn es hunderte dieser eCMR-Dienstleister gibt und ich beispielsweise Kunden in Niederlande, Spanien und Portugal habe und jedes Land aber seine eigenen eCMR-Dienstleister hat, müsste ich mit denen allen ja kooperieren, damit ich diese Transporte überhaupt abbilden kann«, erläutert Patrick Becker. »Deswegen setzen wir mit dem eCMR – und das ist der große Unterschied zu allen anderen e-Frachtbriefen – auf eine Open-Source-Lösung. Da wir das Ganze quelloffen machen, ist es jedem Unternehmen möglich, bedarfsgerechte Anpassungen vorzunehmen und trotzdem mit den verschiedenen Instanzen zu sprechen und Daten auszutauschen, weil alle die gleiche Basis und internationale Standards verwenden«, so Becker.

Großes Interesse am eCMR

Die Praxistauglichkeit des elektronischen Frachtbriefs hat das Fraunhofer IML gemeinsam mit einem international täti-

gen Logistikdienstleister im August 2022 erstmals in einem grenzüberschreitenden Stückgutverkehr auf einer Transportstrecke zwischen Deutschland und den Niederlanden getestet. Es zeigte sich, dass der eCMR bereits heute funktioniert und in der Handhabung intuitiv ist. Das Projektteam überführt die Ergebnisse und das Feedback jetzt in konkrete Anforderungen, um den Dienst für die Logistik auszubauen. Es ist geplant, weitere Funktionen zu integrieren und in nachfolgenden Testphasen zu validieren.

Insbesondere der Open-Source-Ansatz des eCMR stößt bei Verbänden und Organisationen der Logistik, aber auch bei den Logistikunternehmen auf großes Interesse. Denn jedes Unternehmen, das Transporte ins Ausland tätigt, muss den Frachtbrief mit sich führen. Es ist also nur logisch, dass fünf Unternehmen nicht fünf Lösungen entwickeln. »Das Thema hat aktuell so viel Wind in den Segeln, wir haben sehr viele Anfragen von Unternehmen, die das mit uns testen wollen. Es ist einfach schön zu sehen, dass sich selbst vermeintlich konkurrierende Unternehmen an einen Tisch setzen und wir gemeinsam an einer europäischen Lösung arbeiten – denn die brauchen wir«, sagt Patrick Becker.



Ansprechpartner

Patrick Becker M. Sc. | 0231 9743-294 |
patrick.becker@iml.fraunhofer.de

Maximilian Schellert M. Sc. | 0231 9743-378 |
maximilian.schellert@iml.fraunhofer.de

Catena-X macht die automobile Lieferkette resilienter und transparenter

Fahrzeugbau ist ein sehr komplexer Prozess. Kommt es zu Störungen innerhalb der globalen Lieferkette, hat dies meist ebenso weitreichende wie kostenintensive Folgen – bis hin zum Fabrikstillstand, wenn wichtige Bauteile fehlen. Die Fahrzeugindustrie will dieser Gefahr vorbeugen und ihre Lieferketten resilienter gestalten. Das BMWK-geförderte Leuchtturmprojekt Catena-X Automotive Network trägt mit einer durchgehenden Digitalisierung der Lieferkette dazu bei.

Mit dem kollaborativen und Gaia-X-konformen Datenökosystem will das von der Automobilbranche ins Leben gerufene Catena-X Automotive Network e.V. über eine durchgängige Datenkette entlang der gesamten automobilen Wertschöpfungskette Resilienz steigern, Nachhaltigkeitsziele realisieren und die Wettbewerbsfähigkeit erhöhen. Ziel des gleichnamigen, vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Verbundforschungsprojektes Catena-X Automotive Network mit Vertretern aus der Industrie, wie u. a. Hersteller, Wertschöpfungspartner sowie Softwarehäuser und Forschung, ist die Konzeption und Erarbeitung eines leistungsfähigen Gesamtsystems für alle Netzwerkpartner – vom kleinen und mittelständisch geprägten Unternehmen (KMU) bis zum Konzern.

Durch die angestrebte Zunahme an Transparenz ergeben sich neben einer höheren Resilienz in der Lieferkette auch weitere Potenziale für beispielsweise nachhaltige oder produktlebenszyklusorientierte Aspekte im Sinn der Rückverfolgbarkeit und Kreislaufwirtschaft. Auch ökonomische Potenziale können mit gesteigerter Transparenz besser umgesetzt werden. Dafür müssen jedoch alle am Prozess beteiligten Unternehmen einen sicheren und unternehmensübergreifenden Datenaustausch ermöglichen. Idealerweise entsteht so ein schnell skalierbares Ökosystem, in dem alle Mitglieder der Lieferkette gleichberechtigt mitwirken. Offenheit, Neutralität und insbesondere die Wahrung der Datensouveränität – d. h. die eigenbestimmte Generierung, Nutzung und Weitergabe von eigenen Daten – gelten dabei als Prämisse.

Umfangreiche Expertise vorhanden

Als Teil von 28 Konsortialpartnern des Forschungsprojektes ist auch das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML mit seinen forschenden Mitarbeitenden und ihrer Expertise an der Konzeption, der Entwicklung und der Industrialisierung von logistischen Assistenzsystemen für die Automobilindustrie in drei Lösungsansätzen des Verbundprojektes beteiligt:

- Rückverfolgbarkeit: Konzeption und Generierung einer Datenkette zur lückenlosen Nachverfolgung, die dem Lieferkettengesetz genügt
- Bedarfs- und Kapazitätsmanagement: eine lieferantenstufenübergreifende Lösung, die Transparenz in der kurz- und mittelfristigen unternehmensübergreifenden Planung sowie ein proaktives Risikomanagement ermöglicht und dabei anstrebt, die KMU der Lieferketten zu stärken
- Nachhaltigkeit: durchgängige Transparenz der CO₂-Werte für hergestellte Fahrzeuge inklusive der verbauten Komponenten entlang aller Tier-Stufen

»Wir bringen Erfahrungen, Wissen und Expertise aus der Wissenschaft, der Forschung und der jahrzehntelangen Auftragsforschung in der Automobilbranche in das Catena-X Konsortium ein. So tragen wir zu einer effizienten und anforderungsgerechten, dabei aber unabhängigen und neutralen Konzeption der Lösungen bei. Allerdings möchten wir auch einen Transfer der im Projekt erzielten Erkenntnisse zurück in die Forschung. Wesentlich ist auch, den durch die Förderung geschaffenen neuen Stand der Technik nach außen zu kommunizieren und dessen Potenziale branchenübergreifend zu vermitteln. Durch Erfahrungen, Eindrücke und Konzepte, die wir im Rahmen der Arbeit im Catena-X-Konsortium generieren, wollen wir Forschungslücken und zukunftsweisende Handlungsfelder identifizieren und angehen. Wir werden im Rahmen der Verwertung der Projektergebnisse die Forschungslandschaft mit Fragestellungen auffächern, die innerhalb des Catena-X-Konsortiums nicht im zentralen Fokus standen, aber weitere Potenziale



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

heben könnten, sowie daran mitarbeiten, die Lösungen und Synergieeffekte gegebenenfalls auch für andere Industrien und Branchen bekannt zu machen oder gar zu adaptieren«, sagt Felix Schreckenberg, wissenschaftlicher Mitarbeiter. Ein »Systemarchitekt« im Verbundprojekt, den das Fraunhofer IML stellt, wirkt darüber hinaus im Rahmen der agilen Projektdurchführung an der Gesamtarchitektur der Lösung für die Fragestellungen eines Projektteils mit.

Klein- und Mittelständler müssen »abgeholt« werden

Dass sich die großen Player der Automobilindustrie rege an diesem Vorhaben beteiligen, liegt auf der Hand. Die eigentliche Herausforderung jedoch besteht darin, die klein- und mittelständisch geprägten Unternehmen der Branche für die bahnbrechende Idee zu begeistern und technisch auf die kollaborative Nutzung der Datenketten vorzubereiten. Dies ist eine der Aufgaben, die sich das gesamte Konsortium zu eigen macht. Schreckenberg: »Wir vom Fraunhofer IML verstehen uns als neutraler Forschungspartner sehr wohl auch als argumentativer Inputgeber für nicht im Gesamtkonsortium vertretende Akteure entlang der automobilen Wertschöpfungskette. Dazu zähle ich vor allem die kleinen und mittelständischen Unternehmen, welche die notwendigen dateninduzierten Technologien noch nicht in ihren Planungsprozessen verankert haben. Auf diese Unterneh-

men kann das Gesamtkonzept keinesfalls verzichten – nur mit ihrer Beteiligung kann die Datenkette homogen und durchgehend werden. Daher suchen wir Wege und Möglichkeiten in der Konzeptionierung der Lösung, mit denen wir die erforderlichen Bestandteile der Datenketten trotz fehlender IT-Infrastruktur stabil und langfristig aufbauen können. Damit schaffen das Catena-X-Konsortium und auch die Forschenden am IML die Grundlage für genau die Forderungen, die Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck unlängst während der Hannover Messe 2022 in Richtung KMU formulierte: »Ohne Ihre Beteiligung wird es nicht klappen. Sehen auch Sie die Vorteile dieses Systems, auch für Sie – auch für Ihr Unternehmen. Nur mit Ihnen leiten wir den notwendigen und nicht einfachen Kulturwechsel in der Industrie ein«, so der Grünen-Politiker.



Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Marco Motta | 0231 9743-338 |
marco.motta@iml.fraunhofer.de

Felix Schreckenberg M. Sc. | 0231 9743-411 |
felix.schreckenberg@iml.fraunhofer.de

Versorgungssicherheit proaktiv im Visier



Was haben wir aus der Corona-Pandemie gelernt? Was können und müssen wir in Zukunft besser machen? Vor diesem Hintergrund haben sich 21 Partner aus acht europäischen Ländern zusammengeschlossen und einen »Digital Technopole« entwickelt. Mit dieser Plattform steht Herstellern von medizinisch relevanten Produkten eine Toolbox zur Verfügung, um ihre Resilienz und Reaktionsfähigkeit zu stärken und Abhängigkeiten in Notsituationen zu verringern.

Mit dem Ausbruch der Corona-Pandemie wurden nicht nur begehrte Hygienepapiere knapp. Auch mangelte es 2020 zunächst massiv an Schutzmasken und Desinfektionsmitteln. In den Arztpraxen und Krankenhäusern gingen die Schutzkittel aus. Wir erinnern uns an aufwändig organisierte Beschaffungsprogramme in Richtung Übersee. Eine Alternative wäre gewesen, die Produktion im EU-Umfeld unmittelbar auf die Mangelware(n) umzustellen und Versorgungsengpässe bei lebenswichtiger medizinischer Ausrüstung postwendend aufzulösen. Diesem in der Theorie logisch anmutenden Vorgehen standen jedoch eine zu geringe Resilienz, Anpassungs- und Reaktionsfähigkeit seitens der potenziellen Hersteller und ihrer Lieferketten im Weg.

Angepasst statt Engpass: Adaptive Lieferkettenanalyse

Um für zukünftige Krisen besser gerüstet zu sein, wurde das Projekt CO-VERSATILE unter der Leitung des Budapester Forschungsinstituts SZTAKI ins Leben gerufen. An dieser durch das Covid-19-Förderprogramm der EU über einen Zeitraum von zwei Jahren unterstützten Initiative ist auch das Fraunhofer IML beteiligt. »Im Kern geht es bei diesem Projekt darum, der europäischen Fertigungsindustrie konkrete Beispiele an die Hand zu geben, wie sie ihre Prozesse und Strukturen bei akutem Bedarf schnell und effektiv umstellen können«, berichtet Saskia Sardesai, Senior Scientist SCM am Fraunhofer IML. »Ergänzend waren Tools zu entwickeln, die diesen Schritt vereinfachen und eine schnelle Adaption ermöglichen.«

Unterstützung speziell für kleinere und mittelständische Unternehmen

Lösungsansatz von CO-VERSATILE ist ein »Digital Technopole«, der Services, Anwendungen und das Wissen der Partner aufbereitet zur Verfügung stellt. Von diesem umzusetzenden Plattformdienst sollen europaweit vor allem kleinere und mittelständische Unternehmen (KMU) profitieren. Ihnen wird so die Chance geboten, die digitalgestützte produktionstechnische Transformation effektiv und zugleich demokratisch anzugehen. »Die erarbeiteten Tools und Services des Forschungsprojekts sind eine Hilfe für KMU, die Unterstützung bei der Umgestaltung ihrer Produktion und der Lieferkette benötigen oder Mitarbeiter fit für neue Abläufe machen wollen«, erklärt Sardesai. Diese Konstellation sei im besten Fall auch ein Anreiz, Betriebe ins Boot zu holen, die zwar die Notwendigkeit des digitalen Wandels erkannt haben, aber noch nicht wissen, wie sie diesen Prozess umsetzen sollen.

Forschungsprojekt mit Fokus auf die gesamte Wertschöpfungskette

Im Verbundprojekt bedienten sich die Forschenden der Build-Measure-Learn-Methodik, sodass rasch auf die Praxis übertragbare Ergebnisse erzielt wurden. Dabei wurden über Handlungsempfehlungen zur Steigerung der Resilienz und Reaktionsfähigkeit hinaus auch exemplarische Anwendungsfälle im industriellen Maßstab definiert.

Das Fraunhofer IML unterstützte die Arbeiten durch das auf der institutseigenen Software OTD-NET basierende Simulieren von Lieferketten und die Entwicklung von Szenarien für das Risikomanagement. Entstanden sind zwei zentrale Servicekomponenten, die in den abschließend validierten Digital Technopole integriert wurden und folgende Services anbieten:

- Bewertung des Aufbaus einer alternativen, resilienteren Supply Chain unter Einbeziehung pandemischer Risiken
- Identifizierung von Engpässen auf Lieferanten- und Ma-



terialversorgungsebene angesichts überproportionaler Nachfrage

- Abschätzung von Kosten und Vorlaufzeiten bei der Gestaltung einer neuen Produktionsstätte oder Einbindung von alternativen Lieferanten im europäischen Umfeld

Frei zugänglicher »Instrumentenkasten« mit flexibel nutzbarer Schnittstelle

»Der in CO-VERSATILE geschaffene Digital Technopole bildet praktisch einen feinjustierten Instrumentenkasten, der über einen offenen Plattformdienst abrufbar sein wird«, fasst Sardesai zusammen. »Da der Simulation ein allgemein gültiges Modell zugrunde liegt, lassen sich Supply-Chain-Strukturen über eine Excel-Schnittstelle flexibel anpassen. So können spezifische Fragestellungen mit unterschiedlichen Gestaltungsvorschlägen beantwortet und ein individuell geeigneter Handlungsrahmen geschaffen werden.«

Infolge können KMU in Krisenzeiten ihre Fertigung aufrechterhalten oder schnellstmöglich auf eine neue Produktreihe ausrichten, Lieferketten duplizieren und ihre Resilienz steigern. Auch die Materialverfügbarkeit beim Ramp-up der Produktion sei gewährleistet. Versorgungsproblemen bei medizinisch wichtigen Produkten, wie im 1. Halbjahr 2020, kann so zukünftig entgegengewirkt werden. Damit stellt sich die EU auch ein Stück weit unabhängiger auf, da auf teure Importe, etwa aus Asien, verzichtet werden kann.



Ansprechpartner

Dipl.-Kffr. Saskia Sardesai | 0231 9743-196 | saskia.sardesai@iml.fraunhofer.de

Wofür steht CO-VERSATILE?

Adaptive and resilient production and supply chain methods and solutions for urgent need of vital medical supplies and equipment

Die Partner des Projekts

Institute for Computer Science and Control; STAM S.r.l.; clesgo GmbH; University of Applied Science of Southern Switzerland; Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung; Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik; Innomine Digital Innovation Hub Nonprofit Kft; University of Westminster LBG; Instituto Tecnológico de Aragón; HSSMI Ltd.; EIT Manufacturing Central gGmbH; ML Engraving; Or. P. Stampi Srl; Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover; The Manufacturing Technology Center Limited LBG; IE University; SKM Aeronautics LTD; Euro Denker, S.L.; Technische Universität Wien; Deep Blue; Engineering Ingegneria Informatica S.p.A.; DEMCON advanced mechatronics Enschede BV



Das Projekt wird im Rahmen des EU-Förderungsprogramms für Forschung und Innovation Horizon 2020 gefördert (Beihilfevereinbarung Nr. 101016070).





merzielles Dieselfahrzeug ist – nämlich zu laut«, so Daniela Kirsch, Teamleiterin Urbane Logistik und Elektromobilität,

»Wir wissen, wie laut ein kommerzielles Dieselfahrzeug ist – nämlich zu laut.«

Dipl.-Logist. Daniela Kirsch

»aber für E-Lkw gibt es keine verlässlichen Werte«. An dieser Stelle müssten Unternehmen ein Lärmgutachten anfertigen und die Behörden – Kommune für Kommune – überzeugen. Das ist unattraktiv für Unternehmen, da die externe Erstellung des Gutachtens Geld und Zeit kostet, zusätzlich zu dem ohnehin schon teureren leisen Equipment.

Gütesiegel »leise Logistik«

Die Eintrittskarte zur Nachtlogistik sollte anders zu lösen sein. Trotz des Vorbildcharakters führt die niederländische Piek-Zertifizierung hier nicht weiter, denn diese »erlaubt« noch Aktionen bis 63 dB(A). Die Idee bleibt gut. Eine Zertifizierung eigens für den Kontext leiser Logistik würde einen bundesweit gültigen, standardisierten, aussagekräftigen Nachweis vor Behörden schaffen. Städte könnten »leisen« Logistikdienstleistern gezielter Nutzervorteile gewähren. Die Logistikdienstleister würden Planungssicherheit gewinnen. Ein Gütesiegel leise Logistik ist im Vergleich zum Handbuch der

»größere Wurf«, so bezeichnet es Arnd Bernsmann, ein Ziel, das das Fraunhofer IML langfristig verfolgt. Zum Ziel erklärt hat dies auch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) in seinem Innovationsprogramm Logistik 2030.

Doch die Umsetzung eines Zertifikats für die Nachtlogistik auf Bundesebene erfordert einen langen Atem. Der Ansatz des Handbuchs leise Logistik kann in der lokalen Genehmigungspraxis schon vorher den nötigen Fortschritt bewirken. Das Handbuch entwerfen die Projektbeteiligten so, dass Genehmigungsbehörden damit die erwartbare Lautstärke bei einer Anlieferung ermitteln können. Die Lärmemissionen müssen dafür systematisch aufbereitet sein. Es werden typische Anliefersituationen nachgestellt mit Fahrzeugen verschiedener Größe (7,5 - 40t) und unterschiedlichen Antriebsarten. Das Projektteam hofft, zu den alternativen Antrieben durch Akku und Elektromotor sowie Compressed Natural Gas (CNG) auch wasserstoffbetriebene Fahrzeuge in das Messprogramm aufnehmen zu können und steht hier in Kontakt mit Logistikdienstleistern.

Den kompletten Lieferprozess abhören

Die Arbeit an dem Projekt heißt für die Forschenden vor allem auch: selbst messen. Zunächst haben sie dafür die Anforderungen an das Messverfahren sowie logistische Musterfälle definiert. Bei dem Messverfahren bringt die Peutz Group ihre Expertise zu Akustik und Schallschutz ein.

Als akkreditierte Messstelle für Geräusche und Erschütterungen begleitet sie die schalltechnischen Messungen. Zu messen gibt es weit mehr als die Fahrt von ausgewählten Lkw auf der Straße. Eine Nachtbelieferung endet nicht mit der Anfahrt, sondern gerade das Rangieren und Verladen der Ware sind geräuschintensiv.

Bei der Vorwärtsfahrt macht die Fahrtgeschwindigkeit einen Unterschied für die Geräuschemission, bei der Rückwärtsfahrt meldet sich der akustische Rückfahrwarner. Und wie laut sind Bremse, Leerlauf und Türenschnallen? Weitere relevante Geräuschquellen am Lkw sind Kühlaggregat, Ladebordwand und Abrollversicherung. Dazu kommen die Geräusche durch Ladehilfsmittel wie Rollcontainer oder den Palettentransport. »Alles in Summe macht den Lärm«, fasst Bernsmann zusammen, meint damit aber u. a. auch den Bodenbelag und die Vorrichtungen an der Filiale. Deswegen sollen sowohl die Einzelquellen als auch der Gesamtprozess mit Be- und Entladung vermessen werden. Wenn die Messreihen abgeschlossen sind, ist der nächste Meilenstein des Projekts erreicht.

Für jede Geräuschquelle eine Lösung

Mit elektrischem Antrieb ist es möglich, dass ein Lkw leise genug für die Nachtlogistik ist. Auch für Kühlaggregat und Ladehilfsmittel existieren »geräuscharme« Lösungen. Rollcontainer lassen sich mit Leiselaufrollen umrüsten, Paletten sich mit einem leisen Elektro-Niederhubwagen transportieren. Bei einigen Kühlaggregaten kann eine simple wie raffinierte Technik eingesetzt werden, die sich Geofencing nennt: die automatische Stillschaltung, sobald der E-Lkw den Anlieferort erreicht. Gute Bedingungen vor Ort wären schallabsorbierende Bodenbeläge wie Flüsterasphalt und Dämmungen für Tore. Die konkreten Anforderungen und Möglichkeiten sind von der Filiale und ihrer Lage und Nähe zu Wohngebieten abhängig.

Nachhaltige Urbane Logistik

Während die Nachtlogistik von Anwohnern möglichst unbemerkt sein soll, darf ein anderer Aspekt durchaus gerne spürbar sein: die positiven Auswirkungen für die Umwelt und die Luftschadstoffemissionen in der Stadt. Da in erster Linie E-Lkw für die Nachtlogistik geeignet sind, ist die Stärkung der Nachtlogistik ein Anreiz für Logistikdienstleister, auf E-Lkw zuzusetzen – auch am Tag. Denn verbessert sich aus Sicht der Unternehmen die Auslastung, wird deren Einsatz noch attraktiver. Der Fraunhofer-Entwurf einer geräuscharmen Nachtlogistik durch Elektromobilität ist damit zugleich umweltschonender und städteverträglich, deshalb hat das Bundesumweltministerium das Projekt GeNaLog bereits 2018 als »Nachhaltige Urbane Logistik« ausgezeichnet.



Ansprechpartner

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

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



Prof. Dr.-Ing.
Uwe Clausen



Interview mit Prof. Clausen

Auf dem Zukunftskongress Logistik 2022 stand u. a. das Thema »Lebenswerte Städte und Regionen« im Fokus. Welchen Beitrag kann die Logistik leisten, Städte lebenswerter zu machen?

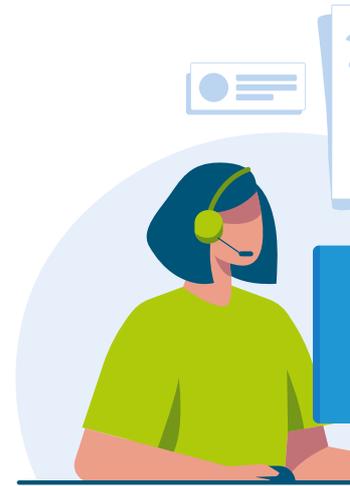
Logistik ist zunächst einmal eine Grundvoraussetzung für die Ver- und Entsorgung von Städten und Regionen. Das wurde zuletzt insbesondere in der Covid-19-Pandemie nochmal sehr deutlich und in der öffentlichen Diskussion anerkannt. Durch anhaltende Urbanisierung ist die Flächenkonkurrenz in Städten groß und Logistikbelange sind in kommunalen Planungen nicht immer adäquat berücksichtigt. Gute Planung berücksichtigt alle Verkehrsmodi und ermöglicht Lade- und Lieferverkehre. Gute Logistik vermeidet Verschwendung und sichert die Ver- und Entsorgung, sie minimiert Umwege und Wartezeiten, sorgt für vorausseilenden Informationsfluss und ermöglicht nachhaltige Transportlösungen. Für das Ziel einer leisen bzw. lärmarmen Logistik entwickeln wir umfassende Lösungen entlang der gesamten Transportkette.

Neben der leisen Logistik gibt es weitere Ansätze, die auf das Ziel der lebenswerten Stadt der Zukunft einzahlen. Welche technologischen Treiber und Innovationen werden hierbei in den kommenden Jahren eine Schlüsselrolle einnehmen?

Wir sehen aktuell vor allem Potential in den drei Bereichen Planung, Digitalisierung und alternative Antriebe. Die Elektromobilität hat in den letzten Jahren erkennbar an Fahrt gewonnen, d. h. es stehen inzwischen viel mehr Fahrzeugmodelle zur Verfügung und der Verteilverkehr, insb. in Städten, wird zunehmend auf elektrischen Antrieb umgestellt. Hier lassen sich Ladezyklen besser in den Tagesablauf integrieren als bspw. im Fernverkehr mit großen Lkw. Die Akzeptanz für emissionsarme Fahrzeuge ist gestiegen und der Wunsch nach nachhaltiger Transportlogistik groß. Neben einem Ausbau bei der Ladeinfrastruktur braucht es bessere Informationen zu Ladezonen, Lieferzeitfenstern sowie Baustellen und Störungen ganz allgemein. Die Digitalisierung bietet viele Chancen, diese Informationen zur Steuerung der Anlieferzeiten oder für verkehrsabhängiges Routing zu nutzen.

Nachhaltigkeit und lebenswerte Bedingungen beschränken sich angesichts von Klimawandel und globalen Krisen nicht nur auf einzelne Städte und Regionen. Wir werden unsere Lieferketten in den kommenden Jahren insgesamt resilienter aufstellen müssen. Dies betrifft in vielen Aspekten also auch – und vor allem – die Verkehrslogistik.

Ja, das ist offensichtlich so und wir haben uns als Institut in den letzten Jahren auch systematisch um Methodik für diese Herausforderung gekümmert, von Resilienzindikatorik bis zu Gestaltungskonzepten. Logistik muss offen für alle Verkehrsträger sein, dabei multimodale Systeme und flexibles Routing schon in der Strukturoptimierung berücksichtigen. Hinzu treten robuste Gestaltung von Lager- und Umschlag-einrichtungen, Sensorik für den operativen Betrieb, Maßnahmen in der IT-Sicherheit und die Bereitschaft, in Kapazität und Qualität auch beim Dienstleistungseinkauf im Sinne der Zuverlässigkeit und Flexibilität zu investieren.



Delta digitales Tango Testfeld Air Charlie Cargo

Der Luftfrachtbranche würde ein bisschen mehr 21. Jahrhundert gut stehen. Wie wären eine digitalisierte Transportkette, KI-gestützte Ressourcenplanung und autonome Transporte am Flughafen? Im Digitalen Testfeld Air Cargo wächst all das heran, bevor es sich dann quelloffen in der Industrie verbreitet.

Bei Nacht strahlt der große Tower am Frankfurter Flughafen blau. Am Rande des Flughafengeländes, im House of Logistics and Mobility, tüftelt ein Forschungsteam um Dr. Harald Sieke und Lars Mehrstens vom Fraunhofer IML an anderen »Leuchttürmen« für die Luftfracht: überzeugende Demonstratoren für einen standardisierten Datenaustausch und weitere digitale und intelligente Lösungen entlang der Luftfrachttransportkette. Die Ergebnisse werden relevant sein für Akteure aller Prozessabschnitte in der Luftfrachtlogistik, und gleichermaßen sollen sie der gesamten Branche weitestgehend als Open-Source-Lösungen zur Verfügung stehen.

Das Forschungsprogramm »Digitales Testfeld Air Cargo« kann auch in seiner Durchführung beispielgebend sein, denn zusammengeschlossen haben sich dafür Projektpartner aus allen Bereichen der Luftfrachtlogistik inklusive des Vor- und Nachlaufs. Nur so kann sich die Luftfracht weiterentwickeln, ohne dass entscheidende Anforderungen von Stakeholdern außer Acht geraten.

Neben den Flughäfen Köln, Düsseldorf, Stuttgart, Frankfurt, Leipzig und München ist das Konsortium mit der Lufthansa Cargo, DB Schenker, Sovereign Speed und der CHI Deutschland Cargo Handling GmbH mit renommierten Logistikexperten besetzt. Als erster assoziierter Partner unterstützt die LUG aircargo handling GmbH das Projekt. Die wissenschaftliche Gesamtprojektleitung liegt federführend beim Fraunhofer IML, welches in der Steuerung einzelner Teilprojekte durch die Frankfurt University of Applied Sciences unterstützt wird. Den Forschungsauftrag hat das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) gegeben, das das Programm über einen Zeitraum von drei Jahren mit sieben Millionen Euro fördert.

Aus Begleitpapier und Barcode wird ein Label

Als Projektleiter Lars Mehrstens rund ein Jahr nach Startschuss des digitalen Testfeldes ein Update zur Forschung gibt, befindet sich das Projekt auf einem guten Weg. Derzeit beschäftigen sein Team und er sich unter anderem damit, wie man relevante Daten und Instruktionen zu einer Fracht am Frachtgut selbst anbringen kann – nicht als weiteres Begleitpapier, sondern digital les- und schreibbar. Die Idee erinnert an die Barcodes, die in der Lagerlogistik gängig sind. Doch so ein Barcode ist in erster Linie für denjenigen nützlich, der ihn generiert und ausgedruckt hat.

»Wer einen externen Barcode auslesen will, erhält unter Umständen nur Datensalat«, erklärt Lars Mehrstens. Da aber eine wesentliche Zielsetzung die bessere Vernetzung der Akteure der Transportkette ist, muss die angestrebte Lösung mit einem einheitlichen und kostenlosen Standard arbeiten.



In sechs Teilprojekten nimmt sich das DTAC-Konsortium des standardisierten Datenaustauschs, der Automatisierung und KI-Optimierung der Prozesse an.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Digitales
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Standardisiert und doch variabel

Ein passender, relativ neuer Standard ist ONE Record, den die International Air Transport Association (IATA) erst 2019 in Pilotprojekten auf den Weg gebracht hat. Im digitalen Testfeld entwickeln die Forschenden nun, als Open-Source-Lösung, eine ONE-Record-Server-Software und ein entsprechendes Label, über das die beteiligten Akteure vom ausliefernden Hersteller über Spedition und Handling Agent bis zum Empfänger Frachtgutinformationen abrufen können. Das Label soll auf Internetlinks basieren und wird damit nicht statisch sein, sondern die Daten könnten laufend aktualisiert werden und jedem stunden jederzeit die aktuellsten Informationen zur Verfügung, sagt Lars Mehrstens. Doch nicht jeder braucht alle dokumentierten Informationen gleichermaßen. Deswegen soll die Ansicht der »digitalen Frachtpouch«, also die sendungsbegleitenden Daten, spezifisch abgerufen werden – je nachdem, welches Glied der Transportkette sie nutzt.

Das übergeordnete Konzept zu der skizzierten Smart Pouch, die digitalisierte Begleitpapiere zusammenfasst, ist die sogenannte digitale Datendrehscheibe. Sie ist ein Schlüsselkonzept des Projekts, »mit der wir die Datenwelt der Luftfracht aus ihrem Winterschlaf erwecken«, so die spielerische Vision des Teams. Dass die Datenwelt schlafe, ist ein Bild unter anderem dafür, dass das Luftfrachtsystem »weitgehend nicht-digital« ist, wie auch das BMDV zu Projektbeginn urteilte. Doch es geht um mehr als eine Digitalisierung der zeitgemäßen Digitalisierung willen. Neben dem Echtzeit-Datenaustausch unter den Stakeholdern ist die Datendrehscheibe Grundlage für Simulationen und Predictive Analytics. In der Vergangenheit gesammelte Daten bilden den Input für maschinelle Lernverfahren, die Vorhersagen über zukünftige Ereignisse erlauben und es ermöglichen, geschickt zu reagieren.

Konkret könnten zum Beispiel Lastspitzen frühzeitig erkannt werden. Bevor es zu einer Überlastung kommt, könnten die jeweils Verantwortlichen dann gezielt mehr Personal für den

entsprechenden Zeitraum einplanen. Wie gewinnbringend oder womöglich fatal es sein kann, wenn beispielsweise beim Umschlag eine Lkw-Rampe mehr oder weniger verfügbar ist, analysieren die Forschenden mit Simulationen. Die zugehörigen Teilprojekte dienen also im besonderen Maße dazu, die Effizienz der Luftfrachttransportkette zu steigern. Eine größere Effizienz ist wie die engere Vernetzung ein zentraler Anspruch des digitalen Testfelds.

Über den Projekttrand schauen

Effizienz und Vernetzung ist auch ein schöner Gedanke dafür, dass die Forschenden, wo es sich anbietet, auf Ergebnisse des laufenden Fraunhofer-Großprojekts Silicon Economy zurückgreifen. Für die erst kürzlich gestarteten Teilprojekte rund um autonomes Luftfrachtlager-Handling und autonome Outdoor-Transporte hat Lars Mehrstens wiederum die Entwicklung am Fraunhofer IML »O³dyn« im Hinterkopf, von der die Forschenden des digitalen Testfelds lernen können.

Lars Mehrstens ist entschlossen, dass am Ende des Projekts Digitales Testfeld Air Cargo solide, praktikable Demonstratoren stehen – keine »Elfenbeinturm-Lösungen«, die so fragil seien, dass sie in der Praxis kaum einen Tag bestehen würden. Sie sollen greifbar sein auch für die kleineren Akteure der Branche, denn nicht umsonst ist mit dem Fraunhofer IML als Projektleitung ein neutraler Rahmen geschaffen für luftfrachtspezifische Forschung. Sein Wunsch wäre zuletzt auch, dass das Projekt international eine Signalwirkung hat und der Mehrwert der gefundenen Ansätze gesehen wird.



Ansprechpartner

Dr.-Ing. Harald Sieke | 069 668118-355 |
harald.sieke@iml.fraunhofer.de

Lars Mehrstens M. Sc. | 069 668118-353 |
lars.mehrtens@iml.fraunhofer.de

Zwei Leben für eine Batterie

Im neu gegründeten »Innovationslabor für Batterie-Logistik in der E-Mobilität« erforschen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer IML, wie Batterien möglichst lange und umweltschonend genutzt werden können. Dabei betrachten sie den gesamten Kreislauf: von der Herstellung über Transport und Lagerung bis hin zu ihrer Wiederverwendung und dem Recycling.

Bis eine Batterie in ein E-Auto verbaut wird und zum Kunden kommt, ist es ein weiter Weg: Aus den Rohstoffen wie Lithium, Nickel und Kobalt, die zum Beispiel aus Südamerika und der DR Kongo kommen, werden zunächst Lithium-Ionen-Batteriezellen hergestellt. Nach weiteren Montageschritten und Funktionstests können sie schließlich in das Fahrzeug eingebaut und von den Kunden genutzt werden.

Das Problem: Wenn die Kapazität der Batterie auf etwa 80 Prozent abgesunken ist, reicht sie für den Betrieb in E-Autos nicht mehr aus – das »End of Life« der Batterie ist erreicht. Der Kunde kann sie zurück zum Autohaus bringen – aber was geschieht dann? Wie können Batterien wiederverwendet oder die einzelnen Teile recycelt werden? Und was müsste für möglichst umweltfreundliche Lagerung und Transport unter Berücksichtigung rechtlicher Rahmenbedingungen beachtet werden?



Mit diesen Fragen beschäftigt sich das Anfang 2022 gegründete »Innovationslabor für Batterie-Logistik in der E-Mobilität« (kurz: InnoLogBat). Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer IML untersuchen dort gemeinsam mit Projektpartnern, wie Batterien in einer Kreislaufwirtschaft umweltschonender verwendet werden können. Zu den Partnern zählen die Universität Leipzig, die Remondis Industrie Service

GmbH & Co. KG, die Rhenus Automotive SE sowie die Mercedes-Benz Energy GmbH. Das Vorhaben wird mit rund 4,3 Millionen Euro vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

»Das Recycling von Batterien ist wegen der enthaltenen Rohstoffe bzw. der fehlenden Standardisierung der Batterietypen sehr komplex und deshalb meist unwirtschaftlich für die betreffenden Unternehmen«, erklärt Max Plotnikov, der als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IML an dem Projekt beteiligt ist. Innerhalb des Innovationslabors wird das Thema deshalb aus dem Blickwinkel der Kreislaufwirtschaft betrachtet, in der die einzelnen Teile der Batterie sowohl abfall- als auch emissionsfrei so lange wie möglich verwendet werden.

Wiederverwendung und Recycling

Nachhaltiger und wirtschaftlicher als das Recycling ist es, die Batterie in Bereichen einzusetzen, die weniger Leistung benötigen: Die Nutzung für das sogenannte »Second Life« ist noch mit bis zu 50 Prozent der Leistung möglich. Alte Batterien können zum Beispiel als Heimspeicher für Solaranlagen oder in Logistik-Robotern zur Stromspeicherung eingesetzt werden.

Hat die Batterie allerdings weniger als 50 Prozent ihrer Leistung erreicht, muss sie recycelt werden, um die Rohstoffe darin wiederzugewinnen. Im Projekt »InnoLogBat« fokussieren sich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter hauptsächlich auf die Logistikprozesse des Recyclings: Unter anderem beschäftigen sie sich mit der fachgerechten Lagerung sowie dem inner- und außerbetrieblichen Transport – auch im Hinblick auf Batterien, die zum Beispiel durch einen Unfall beschädigt wurden.

Dafür führten die Projektpartner zunächst eine Risikoanalyse für die logistischen Prozesse nach dem Verkauf der E-Autos durch: »Der Wertverlust der Batterie beim Recycling ist ein mögliches Risiko, das Auswirkungen auf die Nachfrage



und den Umsatz haben kann«, erklärt Plotnikov. »Weitere Risiken können beim Umgang mit der Batterie entstehen – dafür müssten beispielsweise einheitliche Sicherheitsmaßnahmen oder Standards implementiert werden, die bisher noch nicht festgeschrieben sind.«

Die nächsten Schritte

Die Laufzeit des »InnoLogBat« ist bis September 2024 festgelegt. Das Fraunhofer IML ist als Konsortialführer des Projekts unter anderem für den Aufbau und den Betrieb des Innovationslabors zuständig.

Als nächsten Schritt planen die Forscherinnen und Forscher des Instituts die Veröffentlichung eines Whitepapers, in dem der Weg der Batterie von der Beschaffung der Rohstoffe bis zum Einbau in ein E-Auto beschrieben wird und zudem After-Sales-Aspekte wie Second-Life-Anwendungen oder das Recycling betrachtet werden.

Auch die einzelnen Arbeitspakete innerhalb des Projekts wollen die Partner genauer definieren. Dazu zählt zum Beispiel eine detaillierte Analyse der Gesetzeslage für den Batterietransport. Mit ihrer Expertise in den Bereichen Kreislaufwirtschaft und Gefahrguttransport können die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IML die Industriepartner außerdem bei Technologieentwicklungen unterstützen. »Es wäre zum Beispiel denkbar,

die Blockchain-Technologie als Trackingsystem einzusetzen, um Gefahrguttransporte manipulationssicher nachverfolgen zu können – auch im Hinblick auf die Einhaltung des Lieferkettengesetzes«, so Plotnikov.

»Es wäre zum Beispiel denkbar, die Blockchain-Technologie als Trackingsystem einzusetzen, um Gefahrguttransporte manipulationssicher nachverfolgen zu können – auch im Hinblick auf die Einhaltung des Lieferkettengesetzes.«

Max Plotnikov M. Sc.

Außerdem planen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Innovationslabors, neue Ansätze für recyclinggerechte Produktdesigns sowie Geschäftsmodelle zu entwickeln – damit die wertvollen Batterien möglichst lange genutzt werden können.



Ansprechpartner

Max Plotnikov M. Sc. |
max.plotnikov@iml.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Arkadius Schier | 0231 9743-481 |
arkadius.schier@iml.fraunhofer.de

Eine (Bus-)Reise in das Jahr 2030



Wie kann erreicht werden, dass in Zukunft mehr Menschen im ländlichen Raum den Bus anstelle des eigenen Autos nutzen, um an ihr Ziel zu kommen? Diese Frage untersuchten DB Regio Bus und die Fraunhofer-Institute IML und IESE (Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering). In der Studie unternahmen sie unter anderem eine Reise in die Zukunft.

Wir befinden uns im Jahr 2030: Die 17-jährige Emma will eine Freundin in einem anderen Ort besuchen. Um ihren Weg mit den öffentlichen Verkehrsmitteln zu planen, nutzt sie eine App. Mit dieser wählt sie einen On-Demand-Busservice aus und legt eine virtuelle Haltestelle, also einen Haltepunkt ohne Bushaltestelle, in der Nähe ihres Zuhauses fest. Dort wird sie von einem Shuttle aufgesammelt und zu einem Mobilitätshub gebracht, an dem sie umsteigt. Emma muss nicht lange auf ihren Anschluss warten, denn die Busse in die Stadt fahren in Zehn-Minuten-Abständen. Außerdem sind alle Fahrzeuge mit WLAN ausgestattet und die Fahrzeit dauert deutlich kürzer, als es noch 2022 der Fall war. Das liegt an den extra eingeführten Busspuren auf der Strecke, die verhindern, dass die Busse mit Autos im Stau stehen.

Studie »Mobilitätswende 2030«

Könnte so eine alltägliche Nutzung des ÖPNV in einigen Jahren aussehen? In einer Studie untersuchte DB Regio Bus gemeinsam mit den Fraunhofer-Instituten IESE und IML, wie die Nutzung von Linienbussen zur Mobilitätswende beitragen kann. Ausgangspunkt der Studie war dabei, herauszufinden, warum Menschen vor allem in ländlichen Gebieten nur selten mit dem Bus fahren.

Im Rahmen der Analyse unternahm das Forscherteam Trendrecherchen und beschrieb

Szenarien aus Kundensicht. Unter der Leitung des Fraunhofer IESE wurde außerdem ein Expertenworkshop durchgeführt, an dem unter anderem Vertreterinnen und Vertreter von Verkehrsunternehmen und Kommunen teilnahmen. Die Forschenden des Fraunhofer IML führten anschließend weitere Experteninterviews zur Evaluierung der Ergebnisse durch und wirkten bei der inhaltlichen Erstellung der Studie mit.

Der Bus als umweltfreundliche Alternative

Die Autorinnen und Autoren der Studie fokussierten sich vor allem auf ländliche und suburbane Regionen, da gerade dort das Auto häufig genutzt wird, um Reiseziele zu erreichen. Das führt allerdings zu Staus, Umweltverschmutzung und Lärm sowie zu einer Flächenversiegelung durch die benötigten Parkplätze.

Der Linienbus ist in ländlichen Regionen häufig die einzige Alternative, um in umliegende Gemeinden und Städte zu gelangen. Sie können viele Fahrgäste mit vergleichsweise wenig Energie transportieren und benötigen dabei keine zusätzliche Infrastruktur wie Schienen, was sie zu einem umweltfreundlicheren Angebot macht.

Das führt allerdings noch nicht dazu, dass Menschen vom Auto auf den Bus umsteigen: Aufgrund der schlechten Taktung in ländlichen Gebieten, der fehlenden Flexibilität und der hohen Fahrpreise ist die Nutzung für viele unattraktiv. Damit sie mit dem Bus statt mit dem eigenen Auto fahren, muss der Busverkehr also ihre Bedürfnisse besser erfüllen.

Dazu gehört zum Beispiel, die Taktung der Busse zu erhöhen. Außerdem müsste es der Studie zufolge möglich sein, die Busfahrt mit anderen Angeboten zu kombinieren, um schnell und zuverlässig ans Ziel zu



kommen. Eine Möglichkeit dafür sind die Mobilitätshubs, die Emma im Beispiel nutzt. Diese gibt es bereits in einigen Städten, meistens in der Nähe von U-Bahn-Stationen oder Bushaltestellen. An den Hubs warten dann etwa Leihräder, E-Stehroller und Carsharing-Autos auf die Nutzer.

Auch On-Demand-Shuttles können hilfreich sein, um in ländlichen Regionen zeitnah einen Anschluss zu erreichen. Die Deutsche Bahn hat seit 2019 das Angebot an Linienbussen mit rund 330 On-Demand-Verkehren erweitert und damit bereits über sieben Millionen Fahrgäste befördert. Eine weitere Zukunftsvision der Autorinnen und Autoren der Studie ist es, dass Busunternehmen umfangreiche Daten über die Routen, Auslastungen, Anschlüsse und sonstigen Wünsche der Fahrgäste sammeln. Programme können diese Daten anschließend analysieren, um Probleme schnell sichtbar zu machen, Lösungsvorschläge zu generieren und Nutzerbedürfnisse so noch besser zu erfüllen.



Ansprechpartner

Katrin Scholz | 08051 901-117 |
katrin.scholz@iml.fraunhofer.de



Empfehlungen für Kommunen und Politik

Um die Rolle des Linienbusses zu stärken, sprechen die Forscherinnen und Forscher mehrere Handlungsempfehlungen aus:

- **Mobilitätsangebot in Städten und Dörfern ausbauen:** Bürgerinnen und Bürger sollte garantiert werden, dass sie zeitnah von allen Orten aus ohne eigenes Auto an ihr Ziel gelangen. Ob mit dem Linienbus oder dem On-Demand-Shuttle – wichtig ist, dass etwas fährt, wenn es gebraucht wird. Um ein nutzerfreundliches Gesamtangebot zu schaffen, müssen alle Mobilitätsanbieter zusammenarbeiten und von der Politik und lokalen Entscheidern unterstützt werden. Digitale Mobilitätsplattformen können diese Kooperationen unterstützen und Fahrgästen eine einfachere Nutzung ermöglichen.
- **Nutzerinnen und Nutzer in den Mittelpunkt stellen:** Aktuell erfüllt das Auto die Mobilitätsbedürfnisse der meisten Menschen am besten. Damit sie auf den ÖPNV umsteigen, muss dieser sich an ihren Bedarfen orientieren. Dafür sollten die Bedürfnisse der Nutzenden und Nicht-Nutzenden regelmäßig erhoben werden und in die Gestaltung des Mobilitätsangebots einer Region einfließen. Wichtig ist außerdem, dass dabei die gesamte Customer Journey ab der Planung der Route betrachtet wird.
- **Rahmenbedingungen anpassen:** Um die Mobilitätswende zu ermöglichen, müssen die entsprechenden Rahmenbedingungen geschaffen werden. Gemeinden sollten beispielsweise Busspuren einrichten oder durch finanzielle Unterstützung bezahlbare Tickets für alle Mitfahrenden ermöglichen. Um innovative Lösungen zu fördern, müssten Ausschreibungen mehr Flexibilität bei der Gestaltung des Mobilitätsangebots zulassen. Zudem sollten die Bedarfe von Bürgerinnen und Bürgern systematisch in die Prozesse der Auftragsvergabe einfließen.

Da die Umstellung des ÖPNV Zeit braucht, ist es wichtig, schon jetzt die Änderungen der Rahmenbedingungen und die Fokussierung auf Klimaschutz und Nutzerbedürfnisse anzustoßen. In der Studie betonen die Forscherinnen und Forscher, dass die Gesellschaft und die Politik entschlossen ihre Visionen formulieren und den Weg dafür freimachen müssen, damit Verwaltungen und Verkehrsunternehmen gemeinsam Veränderungen für Fahrgäste und den Klimaschutz anstoßen können.





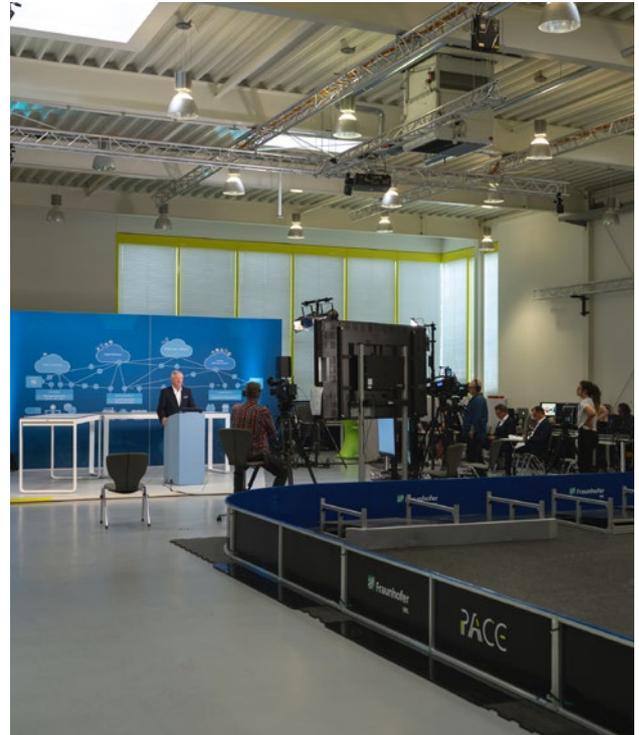
Unter dem Motto »Aufbruch ins ›Silicon Economy Continuum‹ – Die Zukunft der Logistik ist digital, offen und nachhaltig« fand vom 13. bis 15. September 2022 der digitale »Zukunftskongress Logistik – 40. Dortmunder Gespräche« statt. Weit über 500 Teilnehmende sowie Referentinnen und Referenten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik diskutierten bei der Veranstaltung über Innovationen und Herausforderungen für die Logistik von morgen.

Durch Digitalisierung, Vernetzung und Künstliche Intelligenz entsteht das digitale Kontinuum – und daraus neue Geschäftsmodelle und Innovationen. Um von diesen Entwicklungen zu profitieren, müssen Unternehmen in der Silicon Economy zusammenarbeiten: »Die Zeit der Alleingänge ist vorbei«, betonte Prof. Michael ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IML, in seinem Eröffnungsvortrag.

Nach dem anschließenden Grußwort des Parlamentarischen Staatssekretärs Oliver Luksic (BMDV) stellten Jochen Thewes (Schenker AG) und Steffen Bersch (SSI Schäfer) ihre Perspektiven auf die Zukunft der Logistik vor. Die darauffolgenden Podiumsdiskussionen beschäftigten sich mit Blockchain-basierten Finanzflüssen sowie mit nachhaltigen Konzepten für die Urbane Logistik.

Am zweiten und dritten Kongresstag fand das Fraunhofer-Symposium mit themenspezifischen Sequenzen statt, unter

anderem zur Digitalisierung von Ladungsträgern sowie der datenbasierten Optimierung der Intralogistik. Zudem präsentierten Forschende des Fraunhofer IML in der »Digital Sandbox« ihre aktuellen Entwicklungen direkt aus der Forschung.



FTS-Fachtagung 2022

Unter dem Motto »Bewährte Technik und innovative Technologien: Mit FTS und AMR bereit für zukünftige Herausforderungen« kamen am 21. September 2022 rund 200 Teilnehmende zusammen, um sich auf der »FTS-Fachtagung« auszutauschen. Nachdem das Treffen 2020 aufgrund der Corona-Pandemie digital stattfand, wurde

es 2022 wieder vor Ort in Dortmund veranstaltet. Teil des Programms waren sechs Vorträge, in denen Anwender und Betreiber über ihre Erfahrungen mit verschiedenen Typen von Fahrerlosen Transportsystemen berichteten. Außerdem stellten Unternehmen ihre Entwicklungen in der tagungsbegleitenden Ausstellung vor.



NRW-Verkehrsministerin besucht Fraunhofer IML

Ina Brandes, Ministerin für Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, hat im Januar 2022 das Fraunhofer IML besucht. Der geschäftsführende Institutsleiter Prof. Michael ten Hompel und mehrere Abteilungsleiterinnen und Abteilungsleiter gaben der Ministerin aktuelle Einblicke in die Logistikforschung. Neben einer allgemeinen Institutsvorstellung erfuhr Brandes unter anderem mehr zum Großforschungsprojekt Silicon Economy, der Forschungsumgebung Pace Lab, dem autonomen Schwarmfahrzeug LoadRunner sowie zur Mobilität in NRW und Zukunftstechnologien im Verkehr.

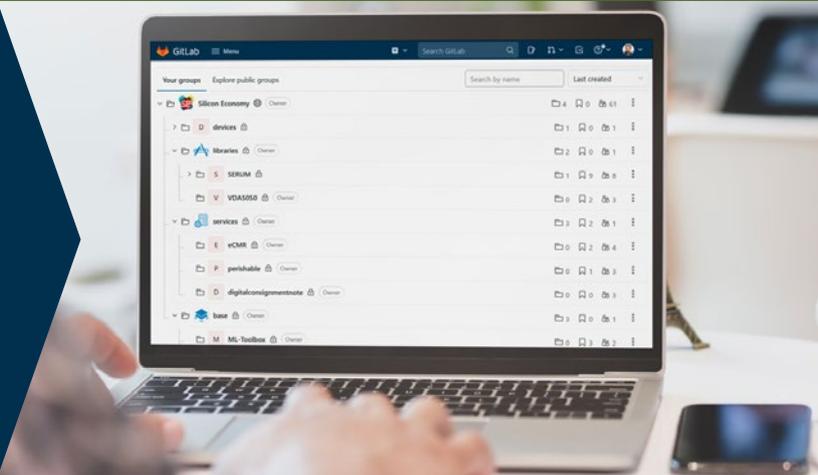


FLIP beim TEST CAMP Intralogistics

Im März 2022 fand in den Dortmunder Westfalenhallen das TEST CAMP Intralogistics statt. Dort demonstrierten mehrere Fahrerlose Transportfahrzeuge verschiedener Hersteller die neue Schnittstelle »VDA 5050«. Mit ihr können die unterschiedlichen Fahrzeugtypen unter einem Leitsystem fahren und gemeinsam intralogistische Aufgaben erledigen. Das Fraunhofer IML beteiligte sich mit dem schlanken Fahrzeug FLIP und der VDA-5050-Open-Source-Implementierung: der »libVDA5050++«.

Erste Open-Source-Komponenten veröffentlicht

Das Fraunhofer IML hat im April 2022 die ersten Open-Source-Komponenten aus dem Projekt »Silicon Economy« veröffentlicht. Die Ergebnisse der Soft- und Hardwareentwicklungen aus insgesamt fünf Projekten sind nun in einer digitalen Bibliothek, dem sogenannten Repository der Open Logistics Foundation, frei verfügbar. Zu den Komponenten zählen etwa ein Service zur Erzeugung, Speicherung und Weitergabe von digitalen Frachtbriefen, Lösungen zur Integration von IoT-Geräten sowie zur Aufbereitung von Daten für die Nutzung durch andere Dienste.



Studie zu Kunststoff-Mehrweglösungen

Mehrwegsysteme für Kunststoffverpackungen sind Einweg-Alternativen in den meisten Kategorien überlegen. Das ist das Ergebnis einer Studie, die Forschende der Fraunhofer-Institute UMSICHT und IML für die Stiftung »Initiative Mehrweg« durchgeführt haben. Damit eine Kreislaufwirtschaft gelingen kann, sind der Untersuchung zufolge aber klare politische Rahmenbedingungen und die Umsetzung der bestehenden Abfallhierarchie nötig, die Mehrwegsysteme eigentlich priorisiert.

© Adobe Stock, monticellllo

Prof. Henke erhält Ehrendoktorwürde

Die finnische Lappeenranta-Lahti University of Technology LUT hat Prof. Michael Henke mit der Ehrendoktorwürde ausgezeichnet. Der Institutsleiter des Fraunhofer IML und Inhaber des Lehrstuhls für Unternehmenslogistik an der Technischen Universität Dortmund wurde am 28. Mai 2022 für seine langjährige Zusammenarbeit geehrt und trägt ab sofort den Titel Univ.-Prof. Dr. habil. Dr. h. c. Michael Henke. An der LUT University ist er seit sieben Jahren als Adjunct Professor for Supply Chain Management an der School of Business and Management tätig.



© Teemu Leinonen – LUT



© Adobe Stock, wuttichok

Nachhaltiges Teer-Recycling

Das Recycling von altem Straßenmaterial ist aufwändig und oft nicht effizient. Im Projekt »InnoTeer« entwickeln die vier Fraunhofer-Institute IBP, IML, IOSB und UMSICHT deshalb eine Alternative, um Teer aus alten Straßen zu recyceln und so große Mengen an CO₂ einzusparen. In einem mehrstufigen Verfahren soll das Material in dezentralen Anlagen aufbereitet werden. Das Projekt startete im April 2022 und hat eine Laufzeit von drei Jahren.

Neue Nachwuchsforschergruppe

Im August 2022 wurde am Fraunhofer IML die Nachwuchsforschergruppe »Selbstlernende dynamische Fortbewegung mobiler Roboter« gegründet. Ziel des Projekts ist es, dass Roboter mittels Maschinellen Lernens und Künstlicher Intelligenz ihre eigene Dynamik verstehen lernen, um noch effizienter zu arbeiten. Durch diese Methode werden starke Abweichungen von der Realität vermieden, die bei der händischen Modellierung oft auftreten. Die Forschergruppe wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit 750 000 Euro gefördert.



4. Textillogistik-Forum in Dortmund

Seit 2018 arbeiten das Fraunhofer IML und die Hochschule Niederrhein bereits im Rahmen des Center Textilogistik (CTL) zusammen. Beim jährlichen Textillogistik-Forum, das im August 2022 am Fraunhofer IML stattfand, tauschten sich die Vertreterinnen und Vertreter der Textil- und Logistikbranche aus. Sie diskutierten über aktuelle Trends, rechtliche Regulierungen sowie Möglichkeiten in den Bereichen Retouren, Nachhaltigkeit und Smart Textiles.

Literaturtipps

Sammelband präsentiert Big Picture der Silicon Economy

Das neu erschienene Sammelwerk »Silicon Economy: Wie digitale Plattformen industrielle Wertschöpfungsnetzwerke global verändern« gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der kommenden Plattformökonomie. Mithilfe von Künstlicher Intelligenz und Open-Source-Entwicklungen ermöglicht die Silicon Economy neue, digitale Geschäftsmodelle.

Beiträge von Forschenden des Fraunhofer IML stellen das Big Picture der Silicon Economy vor und zeigen wichtige Zusammenhänge aus wirtschaftlicher, gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Perspektive auf. Außerdem präsentieren sie technische und ökonomische Konzepte sowie konkrete Open-Source-Entwicklungen, die bereits aus dem Großforschungsprojekt entstanden sind.



Das Buch richtet sich an Personen und Unternehmen, die ein offenes und föderales Ecosystem für die Logistik und ihr Supply Chain Management benötigen, Produkte entwickeln, Lösungen in Soft- und Hardware einbringen oder die Silicon Economy bereits nutzen und sich an der Open Logistics Foundation beteiligen wollen.

Expertise: »Open Source als Innovationstreiber für Industrie 4.0«

Welche Chancen und Herausforderungen sich für Unternehmen durch die Nutzung von quelloffener Software ergeben, haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IML in einer Expertise für den Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0 und »acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften« untersucht.



Sie werteten dafür verschiedene Projekte aus und führten 22 Experteninterviews mit Vertreterinnen und Vertretern von Industrieunternehmen sowie internationalen Software- und Internetkonzernen. Ein Ergebnis der Studie lautet, dass viele Unternehmen im Umgang mit Open-Source-Software noch unsicher sind. Offene Fragen bestehen bei den Befragten zum Beispiel noch im Hinblick auf Patent- und Lizenzrechte sowie auf die Veränderung des Geschäftsmodells durch die neue Software. Doch insbesondere kleine und mittlere Unternehmen sowie Branchen mit einem starken Technologiefokus könnten von Open-Source-Entwicklungen profitieren. Die Autorinnen und Autoren der Expertise betonen, dass dafür auch eine stärker industriegetriebene Form von Forschungs- und Entwicklungskooperationen nötig sei.

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

LOGISTIKentdecken
des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik IML Dortmund



LOGISTIKentdecken

Sie möchten bei allen Themen rund um **unsere Forschung** immer auf dem **neuesten Stand** bleiben?
Dann **abonnieren Sie jetzt kostenlos** unser **Instituts-**
magazin »Logistik entdecken« als PDF oder per Post:



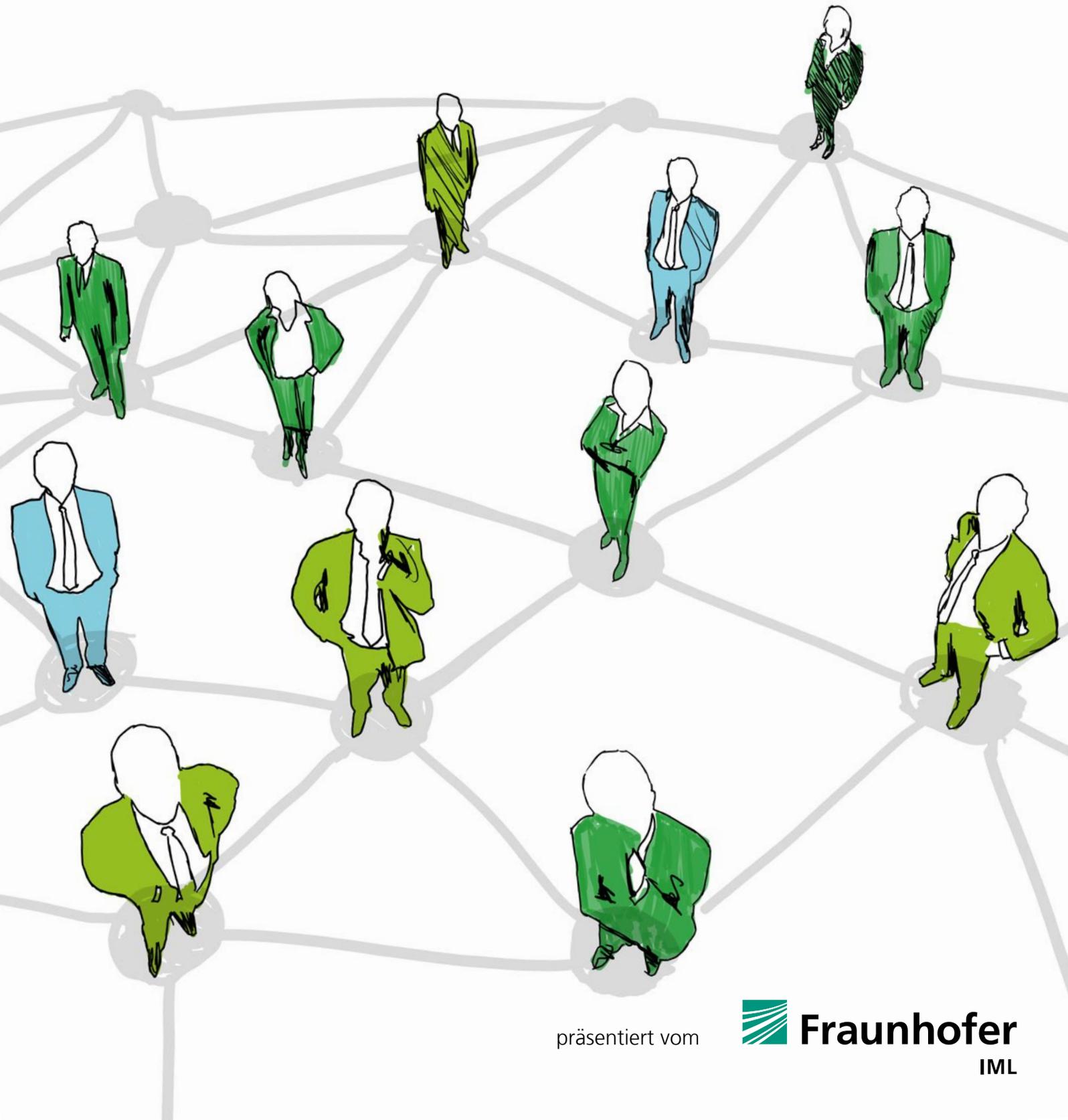
[www.iml.fraunhofer.de/de/presse_ medien/magazin_logistikentdecken](http://www.iml.fraunhofer.de/de/presse_medien/magazin_logistikentdecken)



12. – 13. SEPTEMBER 2023, DORTMUND

ZUKUNFTSKONGRESS LOGISTIK

41. Dortmunder Gespräche
www.zukunftskongress-logistik.de



präsentiert vom

 **Fraunhofer**
IML