



Wie Open Source-Lösungen die Digitalisierung der Logistik beschleunigen

Handlungsfelder Technologie, Prozesse, Methoden,
Incentivierung und Regulatorik

Executive Summary	04
Ansatzpunkte für die Silicon Economy-Forschung	06–07
Übersicht über das Projekt	
Determinanten des Wandels in der Logistik	
Open Source als Entwicklungs- und Kollaborationsmodell	
Handlungsfelder und Analyse	08–14
Technologie	
Prozesse	
Methoden	
Incentivierung	
Regulatorik	
Schlussfolgerungen und Empfehlungen	15–19
Technologie:	
Einheitliche Basis mit gemeinsamen digitalen Standards schaffen	
Prozesse:	
Dienste bzw. Services zur Abbildung einer Business-Logik orchestrieren	
Methoden:	
Wirtschaftlichkeit bzw. Nutzen von aktiven Beteiligungen quantifizieren	
Incentivierung:	
Unternehmen zu mehr aktiver Entwicklung motivieren	
Regulatorik:	
Ergebnisse in Standardisierungsverfahren überführen	
Über die Zusammenarbeit von Fraunhofer IML und Deloitte	21
Ansprechpartner:innen und Autor:innen	22

Executive Summary

Mit dem 4,5-jährigen Forschungsprojekt Silicon Economy hat das Fraunhofer IML die konzeptionellen und strukturellen Grundlagen für die Teilhabe der deutschen Logistikunternehmen an der Plattformökonomie – einem der wichtigsten Wirtschaftskonzepte der Zukunft – geschaffen sowie konkrete Bausteine für die digitale Infrastruktur und einzelne Dienste entwickelt.

Damit wurde die Logistik am Standort Deutschland in die Lage versetzt, sich – in Anbetracht der bevorstehenden Ausbreitung von digitalen Plattformen im B2B-Bereich – besser im internationalen Wettbewerb aufzustellen. Aus der Beschäftigung mit der Thematik haben sich allerdings Fragen ergeben, die über den verabredeten Arbeitsplan hinausgehen – Fragen, die für die Vervollständigung der digitalen Transformation der Logistik und die Verbreitung von Lösungen auf Basis von Künstlicher Intelligenz bis hin zum Einsatz in den Unternehmen von immenser Bedeutung sind.

Für die Forschung sind Fragen immer auch Aufgaben – nun Gegenstand dieser Studie. Im ersten Schritt werden dazu

die Ergebnisse und Empfehlungen des Silicon Economy-Projektes aufbereitet. Somit leistet die Studie einen Beitrag zum Transfer der Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Projekt. Die Darstellung der Ergebnisse und Erkenntnisse erfolgt anhand der fünf Bereiche:

-  **Technologie**
-  **Prozesse**
-  **Methoden**
-  **Incentivierung**
-  **Regulatorik**

Diese Bereiche haben die Forscher:innen als Handlungsfelder für die weitere Forschung identifiziert. Im zweiten Schritt werden mit den Handlungsfeldern Handlungsempfehlungen für die weitere Forschungsarbeit verknüpft.

Die Studie richtet sich in erster Linie an Vertreter:innen aus der Politik und aus forschungsnahen Einrichtungen, dient aber auch interessierten Unternehmen dazu, ihr Bild von der Silicon Economy zu komplettieren. Die Forscher:innen haben bei der Studie, wie bereits im Projekt, auf konkrete Bezüge zur Praxis geachtet. Das betrifft sowohl die grundsätzlichen Fragen als auch die Inwertsetzung von Open Source-Entwicklung, beispielsweise durch Geschäftsmodelle.



Ansatzpunkte für die Silicon Economy-Forschung

Die Krisen der vergangenen Jahre und der Wandel hin zu nachhaltigen Lieferketten stellen Logistikunternehmen vor erhebliche Herausforderungen. Diese Entwicklungen erhöhen den Druck auf die Digitalisierung und den Bedarf nach agilen, offenen und skalierbaren (KI-)Lösungen. Vor diesem Hintergrund hat das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML vor mehreren Jahren die Initiative „Silicon Economy“ ins Leben gerufen, die 2020 in das vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr geförderte Silicon Economy-Großforschungsprojekt mündete. Ziel war es, die Logistikwirtschaft beim Aufbau einer Plattformökonomie ganz neuer Prägung im B2B-Bereich zu unterstützen: mit der Entwicklung einer digitalen Infrastruktur und digitaler Komponenten in einem dezentral zu organisierenden Plattformökosystem, in dem alle teilnehmenden Unternehmen ihre Autonomie und Selbstständigkeit bewahren können – anders als bei den vorherrschenden B2C- und C2C-Plattformen.

„Für die vollständige Digitalisierung der Logistik muss eine einheitliche Basis geschaffen werden. Der schnellste Weg führt über Open Source.“

Prof. Dr. Alice Kirchheim,
Institutsleiterin Fraunhofer IML

Übersicht über das Projekt

In diesem Projekt haben mehr als 150 Forscher:innen über einen Zeitraum von viereinhalb Jahren (2020–2024) mehr als 20 Entwicklungsprojekte bearbeitet – vom digitalen Frachtbrief (eCMR) über KI-basierte Estimated-Time-of-Arrival-Services bis hin zu IoT-Devices und dynamischen Transportrobotern. Alle Projekte wurden von agilen Teams und unter aktiver Einbindung von Industrievertreter:innen durchgeführt.

Eine wesentliche Grundlage für den Erfolg von Plattformgeschäftsmustern und die damit einhergehende Kooperation über Unternehmensgrenzen hinweg ist die Einigung auf bzw. die Etablierung von (De-facto-) Standards. Dazu gehört auch die Sammlung relevanter bestehender Normen und Richtlinien und die Definition, Beschreibung und Klassifikation von Standardfunktionen und -prozessen in der Logistik. So entstand über die Projektlaufzeit ein Katalog logistischer Standardfunktionen.

In den Projekten wurde eine Vielzahl an Hardware- und Softwarekomponenten entwickelt – sowohl mit Blick auf eine neue Infrastruktur („Betriebssystem der Logistik“) als auch hinsichtlich einzelner Logistikanwendungen und -prozesse („Dienste“). Alle Komponenten wurden als Open Source unter der Open Logistics Foundation License im Open Logistics Repository der Open Logistics Foundation veröffentlicht.

Die Komponenten können für digitale Plattformen, digitale Produkte und Services eingesetzt werden, mit denen Unternehmen neue Umsätze erschließen und Kostenreduzierungspotenziale realisieren. Sie schaffen auf Basis von Datennutzung und KI-Anwendungen eine Grundlage für Automatisierungslösungen und gewährleisten damit eine Zukunftssicherung des traditionellen Geschäftes für die Unternehmen.



Die in der Silicon Economy-Forschung entwickelten Komponenten werden auf der Website www.silicon-economy.com dargestellt, zum einen im Rahmen der thematischen Schwerpunkte „Electronic Transport Information“, „Computer Vision“ sowie „Automation & IoT“, zum anderen auch einzeln als Steckbriefe, jeweils mit einem Link zum [GitLab des Open Logistics Repository](#).

Determinanten des Wandels

Der Wandel in der Logistik wird derzeit maßgeblich von den steigenden Möglichkeiten der Datengewinnung und -verarbeitung und damit der Datennutzung sowie der Entwicklung von Lösungen auf Basis von Künstlicher Intelligenz bestimmt:

- Neuartige Formen der Wertschöpfung spiegeln sich in vernetzten Daten-Ökosystemen und Plattformen wider. Diese Geschäftsmodelle werden durch innovative Wege der Datennutzung ermöglicht und durch Netzwerkeffekte verstärkt.
- Mehrwert entsteht nicht mehr allein durch die Datenerhebung und -darstellung, sondern durch die Kombination, Interpretation und den Austausch mit anderen Daten und Technologien sowie durch die Einbindung relevanter Akteure.
- Die Automatisierung logistischer Datenverarbeitung ermöglicht es, größere Datenmengen als jemals zuvor zu verarbeiten und entlang der Supply Chain zu verwenden. Unternehmen müssen dafür allerdings ein einheitliches Verständnis von Daten und zugrundeliegenden Prozessen teilen – und ihre Silos und Arbeit innerhalb und darüber hinaus von Unternehmensgrenzen aufbrechen.

- Durch digitale Plattformen, die Prozesse digitalisieren, Daten interpretieren und mit anderen Technologien und Akteuren am Markt vernetzen, können Unternehmen sich nicht nur auf ihr Kerngeschäft konzentrieren, sondern neuen Kundennutzen schaffen.

Dieser Wandel lässt sich nur bewältigen, wenn ein gemeinsames Verständnis von Daten, Informationen und Prozessen als Basis für vielversprechende digitale Plattformen besteht, die Effizienzvorteile schaffen, das Teilen von Ressourcen ermöglichen und Transparenz sowie Rückverfolgbarkeit erlauben. Das jedoch erfordert ein grundsätzliches Umdenken in vielen Organisationen der Logistikwirtschaft.

Open Source als Entwicklungs- und Kollaborationsmodell

Der Open Source-Ansatz der Silicon Economy-Forschung, verstanden als Entwicklungs- und Kollaborationsmethodik, die auf dem freien Wissens- und Gedankenaustausch der Vielen beruht, ist für das Gelingen des Wandels in der Logistik ein entscheidender Faktor:

- Open Source-Software gewährt den Zugang zu einer Community sowie bestehenden Software-Bausteinen und bildet damit den perfekten Nährboden für eine schnelle Marktdurchdringung – auch in der Logistik. So wird eine rasche Nutzung der Lösungen für alle Branchenakteure ermöglicht sowie ein hohes Maß an Transparenz und niedrige Einstiegsbarrieren geschaffen.

- Die Open Source-Entwicklungen können im Sinne eines Early Mover-Vorteils eingesetzt werden, um bestehende differenzierende Wettbewerbsvorteile zu verstärken, sodass Kosten gesenkt und/oder bestehende Umsätze gesteigert werden können.

- Gleichzeitig fördert die gemeinschaftliche und kontinuierliche Open Source-Entwicklung eine hohe Qualität und Integrierbarkeit in der Logistik. Es entstehen Lösungen, durch die Unternehmen ihren Kunden standardisierte, interoperable und damit nutzerfreundliche Lösungen anbieten können.

- Darüber hinaus können die Ergebnisse für die Entwicklung neuartiger, innovativer Produkte und Dienstleistungen eingesetzt werden. So können durch die Fokussierung auf eigene Kernkompetenzen neue Märkte, Kunden und Umsätze erschlossen werden.

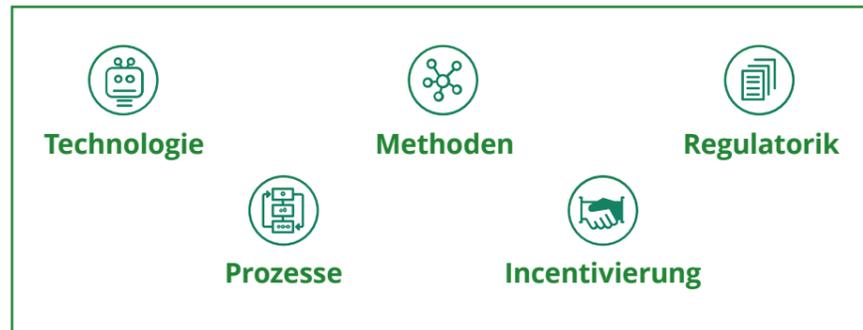
- Für Unternehmen liegen Potenzial und Wert der als Open Source entwickelten Lösungen darin, dass sie ihre Unabhängigkeit gegenüber globalen und proprietären Technologie-Konzernen wahren können.

Grundsätzlich kann die kollaborative Entwicklung neuer Lösungen (nicht nur) in Anbetracht knapper personeller und technologischer Ressourcen einen wichtigen Lösungsansatz für die Bewältigung des aktuellen Wandels in der Logistik bieten: Open Source bietet ein enormes Potenzial für die Etablierung von De-facto-Standards, weil die Software von Unternehmen gemeinschaftlich entwickelt und entsprechend auch breit im Markt bzw. in der Praxis akzeptiert wird. Damit können Open Source-Entwicklungen die heute noch üblichen unternehmensindividuellen, nicht miteinander kompatiblen Softwareentwicklungen ablösen, die zu einem Flickenteppich in der Logistik geführt haben – und das angesichts der Tatsache, dass parallele Entwicklungen für Services, mit denen Unternehmen kein Geld verdienen können (sogenannte Commodities), aus betriebswirtschaftlicher Sicht keinen Sinn machen.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, über die Erfahrungen und Beobachtungen aus der Forschungsarbeit aussagekräftige Einblicke in fünf wesentliche Handlungsfelder aus der Silicon Economy-Forschung zu geben, die aus Sicht der Forscher:innen entscheidend dafür sind, dass sich die Logistik in Deutschland und der Europäischen Union in ihrer Gesamtheit zukünftig besser aufstellen kann. Grundlage sind Erkenntnisse aus regelmäßigen Reflexionen und Analysen sowie aus der kontinuierlichen Anpassung der Entwicklungen an Bedarfe im Rahmen der Silicon Economy-Forschung. Auf dieser Basis werden verbleibende Forschungsbedarfe mit entsprechenden Handlungsempfehlungen aufgezeigt.

Handlungsfelder und Analyse

Im Silicon Economy-Forschungsprojekt sind nicht nur wesentliche, sehr konkrete Entwicklungen zum Einsatz in Unternehmen entstanden, die eine Zukunftssicherung ihres traditionellen Geschäftes gewährleisten. Vielmehr konnten darüber hinaus Erkenntnisse zu verbleibenden Forschungsbedarfen in regelmäßigen Reflexionen und Analysen gesammelt werden. Diese können in fünf Handlungsfelder unterteilt werden und bilden die Struktur für Analyse und Empfehlungen



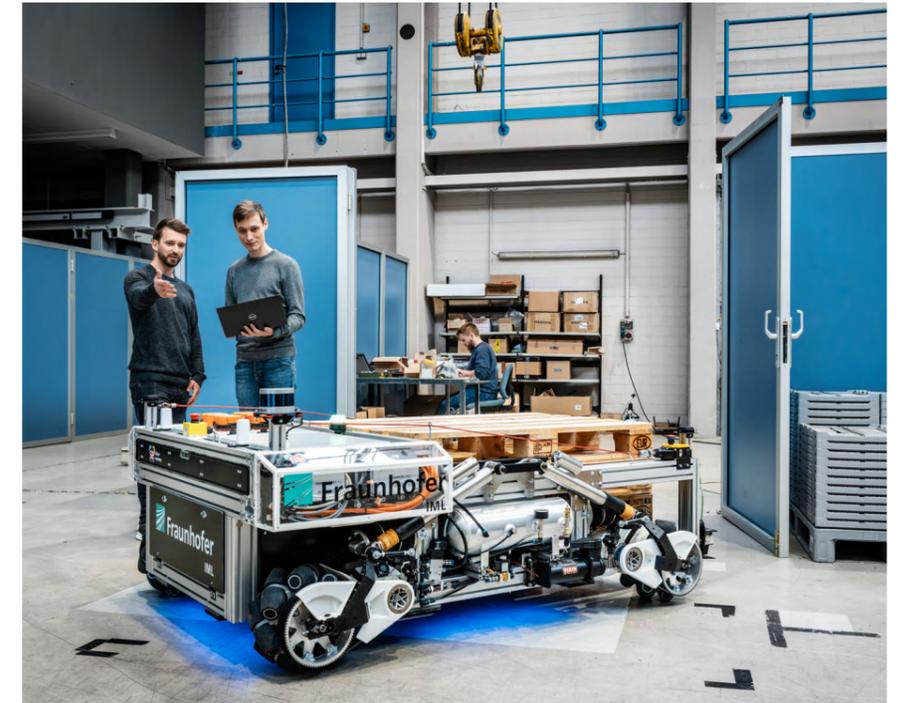
Für das konkrete Vorgehen wurde ein explorativer und qualitativer Ansatz gewählt, der Reviews, Expert:innenbefragungen, iterative Workshops zur Validierung der Ergebnisse, Diskussionen und Diskurse in unterschiedlichen Fokus-Gruppen (z. B. Projektmanagement, Open Logistics Foundation Mitgliederversammlung) sowie Beobachtungen und Analysen der Entwicklungsprojekte beinhaltete.



© Fraunhofer IML – Michael Neuhaus

Technologie

Unternehmen fehlt es bislang oftmals an einem umfangreichen Verständnis für die Möglichkeit der Digitalisierung bzw. dem Zusammenspiel der unterschiedlichen Technologien. Insbesondere im Bereich der Künstlichen Intelligenz sind zwar Daten vorhanden und durchaus auch so aufbereitet, dass sie genutzt werden können, aber auch hier bleiben viele Unternehmen hinter ihrem Potenzial zurück. Vor allem für kleine und mittlere Unternehmen oder weniger stark digitalisierte Unternehmen scheint es nach wie vor an Unterstützungsangeboten und Umsetzungsformaten zu fehlen. Zudem werden Potenziale oftmals industrieweit nicht erschlossen, da Standards fehlen. Insellösungen scheinen auf den ersten Blick praktikabler zu sein, führen jedoch zu einer Hemmung von industrieweiten Standards in der Logistik, die einen Push für die gesamte Anschlussfähigkeit bedeuten.



© Fraunhofer IML – Michael Neuhaus

Ergebnisse

Das Silicon Economy-Projekt hat den unterschiedlichen Digitalisierungsgrad in Unternehmen mit Blick auf die Plattformökonomie als Wirtschaftskonzept der Zukunft sichtbar gemacht. Digitale Plattformen haben sich im B2C- oder C2C-Kontext als Geschäftsmodell längst durchgesetzt, im B2B-Kontext sind die ersten Anfänge zu beobachten. Das Projekt konnte zeigen, wie eine B2B-Plattformökonomie in Abgrenzung zu bekannten B2C- oder C2C-Vorbildern gestaltet werden sollte bzw. welche Herausforderungen, aber auch industriespezifischen Potenziale sich ergeben. Zudem wurden verschiedene Methoden entwickelt, die sowohl die Umsetzung von Open Source-Strategien als auch den Aufbau eigener Plattformgeschäftsmodele ermöglichen. Gleichzeitig wurde deutlich: Eine Plattformökonomie mit eingehender Vernetzung von Unternehmen und deren Services ist derzeit, aufgrund des fehlenden digitalen Reifegrades der Unternehmen in der Logistik, noch nicht möglich.

Erkenntnisse

- » Logistik kann nicht allein betrieben werden, sondern nur im Zusammenspiel eines Netzwerks aus Partnern. Bei der Digitalisierung kommt es daher auf die Interoperabilität von digitalen Services an, d.h. es braucht (de-facto-) Standards für Funktionen, Schnittstellen und Datenmodelle, um sinnvoll zu digitalisieren, zu automatisieren und Künstliche Intelligenz nutzen zu können.
- » Digitalisierungsprojekte werden meist groß und komplex gedacht, um den Impact auf die betreffenden Prozesse zu maximieren. Solche Vorhaben scheitern jedoch an einer zu großen Menge an Abhängigkeiten im Unternehmenskontext (u. a. heterogene Softwarelösungen, die berücksichtigt werden müssen; eine große Menge an benötigten Schnittstellen, die teils nicht frei zugänglich sind; Prozess- und Kontextüberschneidungen, die zu weiteren Abstimmungsbedarfen führen; juristische Unklarheiten etc.).
- » Oft weisen selbst vermeintlich einfache Abläufe und Komponenten einen hohen Komplexitätsgrad auf. Daher sind es insbesondere die isolierten Teilkomponenten, die sich am ehesten für erste Digitalisierungsschritte eignen.
- » Für die vollständige Digitalisierung der Logistik muss eine einheitliche Basis, ein „Betriebssystem“ der Logistik, geschaffen werden. Initiale Bausteine konnten in der Silicon Economy entwickelt werden. Die Basis ist nicht nur technischer Natur, sondern umfasst ein harmonisiertes logistisches Verständnis von Abläufen und Prozessen sowie die Berücksichtigung rechtlicher Anforderungen.
- » Erst der Dreiklang aus Technologie, Organisation und Recht ermöglicht die Kompatibilität von Daten und grundlegenden Services (Commodities). Hier hat sich gezeigt: mit möglichst kleinen, einfachen Diensten starten, die gleichzeitig breite Akzeptanz finden.

Prozesse

Die Möglichkeiten der Digitalisierung finden im Rahmen der Plattformökonomie ihre Anwendung. Aus technologischer Sicht ist die Plattform das „Zuhause“ der verschiedenen Dienste und der Orchestrator der unterschiedlichen Technologien bzw. Dienste entlang der notwendigen Geschäftsprozesse. Durch den Einsatz unterschiedlicher Technologien wie Künstlicher Intelligenz, Sensorik bzw. der daraus resultierenden Informationen oder anderer IoT-Applikationen können neben Datenströmen auch alle Arten von Informations-, Waren- und Finanzströmen mit digitalen Plattformen abgebildet und so Transaktionskosten gesenkt werden. Die Logik des jeweiligen Business Cases bzw. der Supply Chain muss abbildbar sein und die unterschiedlichen Akteure und Marktseiten im Sinne einer Plattform miteinander vernetzt werden. Dabei ist auffällig, dass sich viele Anwendungen aus dem B2B-Bereich zunächst an Beispielen aus dem B2C- oder C2C-Bereich orientieren. Diese können in ihrer Geschäftsmodelllogik jedoch nicht die Komplexität industriegetriebener Plattformszenarien mit all den bestehenden Herausforderungen, wie fehlende digitale Reife oder der Vielzahl verschiedener Standards, Vorgaben und Regeln aus unterschiedlichen Branchen, abbilden. Es fehlt an umfassenden Beispielen bzw. Vorbildern für industriespezifische B2B-Plattformen, die neue Wertschöpfungslogiken repräsentieren – das heißt, den Aufbruch der bestehenden Unternehmensgrenzen und die Schaffung von Werten innerhalb eines autonomen, mitunter dezentral organisierten Netzwerks. Unternehmen fällt es schwer, neue Plattformgeschäftsmodele mit B2B-Logik umzusetzen bzw. bestehende Prozesse und Geschäftsmodelle dahingehend zu transformieren. Open Source-Lösungen können den Aufbau von B2B-Plattformen erleichtern, da sie Standardisierungen vorantreiben und Integrationsaufwände verringern.

Ergebnisse

Innerhalb der Silicon Economy wurde ein Prozess etabliert, der von der initialen Projektidee (Komponente, Dienst) bis zum industriellen Einsatz den kompletten Entwicklungsweg von digitalen (Open Source-) Lösungen durchläuft. Dieser Prozess kann als Blaupause für weitere Entwicklungen dienen. Ein entscheidender Faktor dieses erfolgreichen Durchstichs war die tiefe Integration von Industriepartnern bei der Anforderungsanalyse, Pilotierung und Industrialisierung der Lösungen. Beispiel für das erfolgreiche Anwenden dieses Prozesses ist die Entwicklung des digitalen Frachtbriefs (eCMR) für den grenzüberschreitenden Güterverkehr auf der Straße, der ein einheitliches Datenmodell, einheitliche Schnittstellen und einen Standardprozess umfasst. Der eCMR wurde nach einer erfolgreichen Pilotierung bei Industrieunternehmen in die Industrialisierung überführt. Dieser wird nun über das Repository der Open Logistics Foundation bereitgestellt, öffentlich durch die Beteiligung der Industrie weiterentwickelt sowie frei und kostenlos von Unternehmen genutzt. Weiter konnten über die Projektlaufzeit wesentliche Erkenntnisse in Bezug auf benötigte Datenmodelle und die Business Logik logistischer Prozesse erlangt werden. Diese können von Unternehmen genutzt werden, um eigene B2B-getriebene Plattformen aufzubauen.

Erkenntnisse

- » B2B-Plattformen bzw. industrielle Prozesse sind durch ihre hohe Akteursdichte gekennzeichnet. Wie bereits dargestellt, verfügen Unternehmen über unterschiedliche digitale Reifegrade. Die Anhebung bzw. die Erreichung eines digitalen Mindest-Reifegrads in der Supply Chain ist notwendig für die Realisierung von B2B-Plattformen.
- » Für die Umsetzung und insbesondere die Integration von Open Source-Diensten, Komponenten oder Informationsmodellen, fehlt es vor allem kleinen und mittleren Unternehmen ohne relevante IT-Abteilungen an Know-how und Ressourcen. Hier braucht es entsprechende Partner, die diese Aufgabe als Dienstleister übernehmen und für breite Anwendung sorgen.
- » Eine vollständige Digitalisierung in der Logistik ermöglicht auch die schnelle und umfangreiche Vernetzung zwischen Unternehmen. Dies erfordert allerdings neben dem Grundverständnis und gemeinsamen Betriebssystem auch die Möglichkeit, Dienstleistungen und Services miteinander zu verbinden.
- » Dadurch wiederum verändert sich die Business-Logik der Unternehmen: Unternehmensgrenzen brechen auf oder werden verschoben. Dies erfordert Offenheit und Vertrauen sowie die Bereitschaft, Daten zu teilen und Prozesse offen zu gestalten.
- » Auch hier zeigt sich, dass kleine und fokussierte Projekte, die sukzessiv ausgeweitet werden können, am vielversprechendsten sind und als gutes Vehikel dienen, erste Erfahrungen zu sammeln und Akzeptanz zu schaffen.



© Fraunhofer IML – Michael Neuhaus

Methoden

Open Source bzw. die kollaborative Entwicklung neuer Lösungen in Anbetracht knapper personeller und technologischer Ressourcen kann einen wichtigen Lösungsansatz bieten, die Potenziale von De-facto-Standards und der Plattformökonomie, insbesondere für die Logistik, zu erschließen. Allerdings haben Unternehmen, und insbesondere das Management, derzeit aufgrund fehlender Methoden noch Schwierigkeiten, zum einen den Wert von Open Source richtig einzuschätzen und zum anderen entsprechende Geschäftsmodelle aufzubauen. Aufgrund fehlender Beispiele für B2B-Plattformgeschäftsmodele ist es noch herausfordernd, entsprechende Managementempfehlungen abzuleiten; durch fehlende Erfahrungswerte aus der Forschung ist wiederum der Aufbau neuer Geschäftsmodelle bzw. deren Umsetzung gehemmt.

Ergebnisse

Über die verschiedenen Entwicklungsprojekte hat die Silicon Economy-Forschung neue Services und Dienstleistungen geschaffen, die von der Industrie schnell realisiert werden können. Die Unternehmen besitzen nun – rein technisch gesehen – die Möglichkeit, digitale Plattformen und Dienste im Sinne einer Plattformökonomie aufzusetzen. Zudem konnten verschiedene offene Kooperationsstrukturen mit Technologieführern ebenso wie mit Partnern der Logistikwirtschaft etabliert werden. Durch die Gründung der Open Logistics Foundation wurde sichergestellt, dass die Entwicklungen aus dem Silicon Economy-Projekt verstetigt und industrielle Kooperationen künftig gefördert werden. Die Open Logistics Foundation ist heute der wichtigste Multiplikator für Open Source-Anwendungen in der Logistik in Deutschland.

Aufgrund der Projektstruktur und der agilen Vorgehensweise waren die Entwicklungsprojekte selbst ein methodisches Umfeld, um schnell zu lernen und Erkenntnisse zu sammeln sowie ein wirkungsvolles Mittel, um Betriebs- und Governance-Modelle, Geschäfts- und Ertragsmodelle sowie Konzepte zur Realisierung und Etablierung zu evaluieren.

Erkenntnisse

- » Unternehmen tätigen nur ungerne finanzielle bzw. personelle Investitionen in Open Source-Lösungen, die im Zuge der Veröffentlichung auch der Konkurrenz zugutekommen können. Dass durch die gemeinsame, kollaborative Arbeit an De-facto-Standards Kosten in erheblichem Maß eingespart werden und die Interoperabilität über Unternehmensgrenzen hinaus deutlich verbessert werden kann, ist für viele Entscheider:innen noch nicht transparent nachvollziehbar.
- » Industrieseitig lässt sich grundsätzlich eine gewisse Risikoaversion in Bezug auf die Investition in entsprechende Digitalisierungs- und Innovationsprojekte verzeichnen, in denen getestet werden könnte, wie initiale digitale Lösungen erfolgreich zu digitalen Ökosystemen und Plattformen weiterentwickelt werden können.

Incentivierung

Das Silicon Economy-Projekt folgte mit dem Open Source-Ansatz dem Gedanken „Public Money. Public Code“: Danach soll Software, die mit öffentlichem Geld entsteht, auch der Öffentlichkeit zugutekommen und für alle zugänglich sein. Anreize für die Forschung entsprechend zu verfahren, liegen beispielsweise im Zugang zu Forschungsgeldern, in der wissenschaftlichen Reputation oder darin, dass die eigene Arbeit längerfristige Wirkung entfalten kann. Unternehmen dagegen scheuen oftmals den Schritt, sich selbst aktiv in die Entwicklung einzubringen und Open Source-Entwicklungen gemeinsam mit Partnern zur Marktreife zu bringen – auch wenn sie den Mehrwert von kollaborativ entwickelten Lösungen im Sinne von geteilten Ressourcen, Know-how-Transfer und der Möglichkeit, Innovationen in ihr Unternehmen zu bringen, durchaus erkennen.

Ergebnisse

Im Projekt wurde insbesondere in Bezug auf Open Source in der Logistik Aufklärungsarbeit geleistet, die sich unter anderem in der Gründung der Open Logistics Foundation manifestiert hat. Es wurde ein nachhaltiger Rahmen für die Kollaboration von Unternehmen und Forschungsstellen geschaffen. Die Forschungsergebnisse konnten einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden und stehen allen Unternehmen gleichermaßen und weitestgehend barrierefrei zur Verfügung. Insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen sowie Start-ups konnte so eine niederschwellige Teilhabe ermöglicht werden, auch um eigene Entwicklungen schnell vorantreiben zu können.

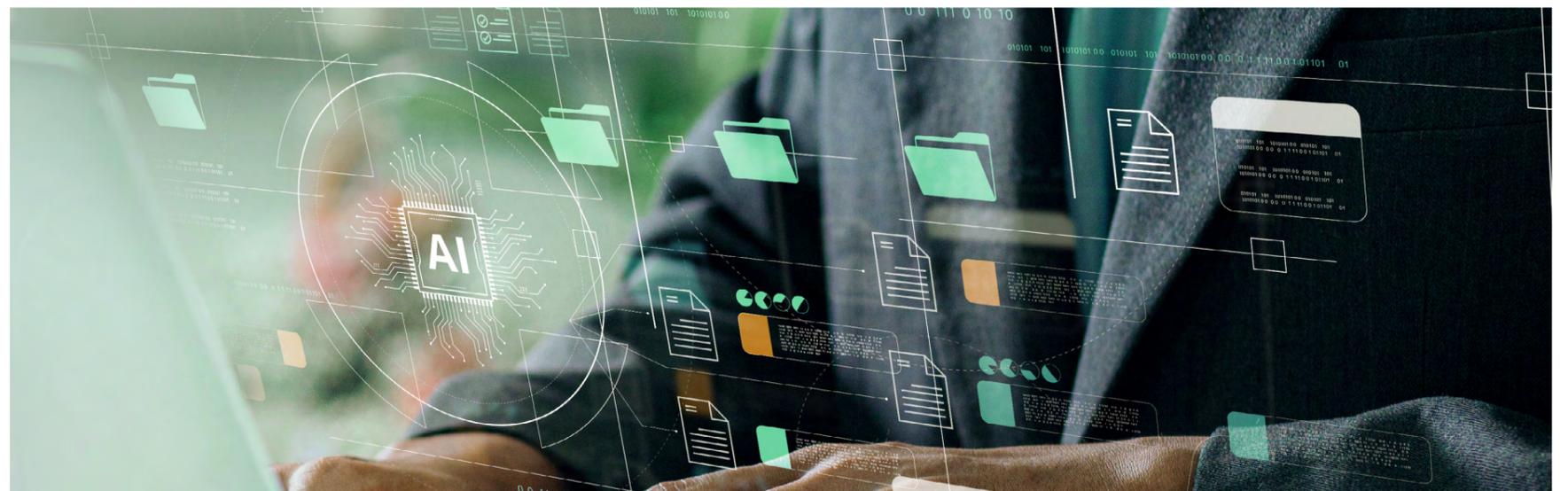
Im Silicon Economy-Projekt konnten durch die Nutzung des Open Source-Ansatzes die Entwicklungsgeschwindigkeit gesteigert und Aufwände reduziert werden. Durch die Verwendung bereits entwickelter und getesteter Codes konnte die Bereitstellung schneller erfolgen, zudem sanken die Entwicklungskosten. Gleichzeitig konnte durch den Einsatz von Inner-Source-Praktiken wie gemeinsamen Qualitätsstandards, Entwicklungsinfrastrukturen und -prozessen die Qualität der Software- und Hardware-Entwicklung erhöht werden.

Erkenntnisse

- » Innerhalb des Projektes hat sich auch mit Blick auf die Incentivierung gezeigt, dass Open Source meistens nicht als Schlüssel für kooperatives Arbeiten, sondern als Sinnbild einer „Alles kostenlos“-Kultur gesehen wird. Auch ist zu beobachten, dass nicht die Steigerung der Performance des gesamten Ökosystems bzw. der Branche durch kooperativ entwickelte Lösungen im Fokus stehen, sondern Unternehmen Open Source-Software primär als kostengünstige Alternative zu proprietären Lizenzen sehen.
- » Die Zurückhaltung der Unternehmen liegt auch an den unklaren Nutzenpotenzialen im Hinblick auf ihre Geschäftsmodelle, an juristischen Fragestellungen, Sorgen vor der Weitergabe von Intellectual Property und der befürchteten Offenlegung von wettbewerbsdifferenzierendem Know-how. Zudem müssen Unternehmen intern erst Kapazitäten schaffen, beispielsweise durch die Freistellung von Mitarbeiter:innen, die dann jedoch in anderen Projekten fehlen. Das alles sind insgesamt ernstzunehmende Hemmnisse für die vollumfängliche Bearbeitung von kollaborativen Innovationsprojekten.

“Für die Digitalisierung der Logistik bedarf es eines neuen Mindsets. Open Source ist dabei nicht nur ein Werkzeug, sondern eine Haltung.“

Andreas Nettsträter
CEO, Open Logistics Foundation



Regulatorik

Durch Richtlinien, Verordnungen und Gesetze im Kontext von Digitalisierung und Transparenz von Prozessen müssen Unternehmen auf Bundesebene, aber auch in Europa neue Vorgaben erfüllen. Die Erfüllung dieser Vorgaben ist durch das komplexe Zusammenspiel zahlreicher Stakeholder (Ministerien, Behörden, Unternehmen, Verbände) für einzelne Unternehmen kaum zu erreichen. Diese Rahmenbedingungen bringen gemeinschaftliche Open Source-Ansätze ins Spiel, die eine einheitliche Lösung für alle Unternehmen ermöglichen und die Basis für einen breiten Konsens legen.

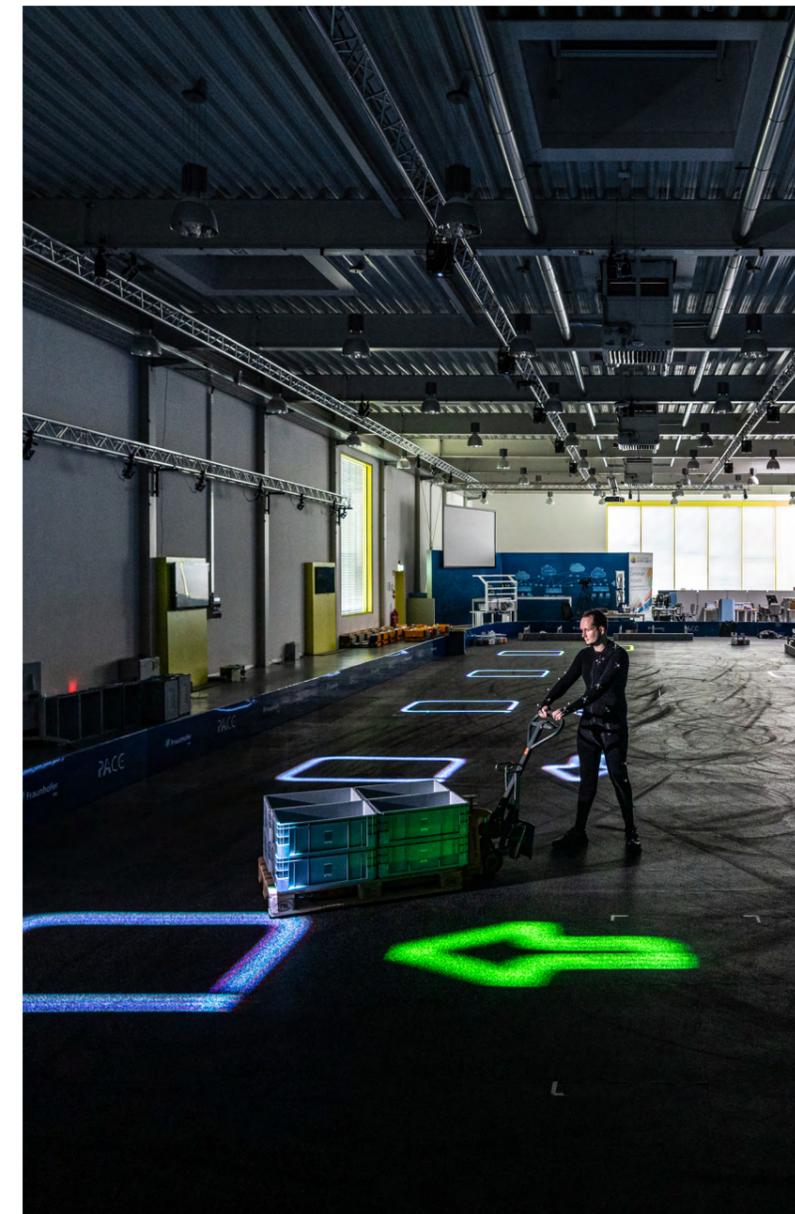
Ergebnisse

Die gemeinschaftliche Umsetzung des digitalen Frachtbriefs eCMR hat gezeigt, dass mit der Implementierung der Anforderungen eines digitalen Transportdokuments auf Basis von Open Source ein guter und sinnvoller De-facto-Standard geschaffen werden kann, der die Interoperabilität über Landes- und Unternehmensgrenzen sicherstellt. Im Rahmen des Projekts ist es gelungen, den Dialog zwischen Behörden, Verbänden, Gremien, Unternehmen und Forschungsstellen, auch über Landesgrenzen hinweg, in Bezug auf Open Source-Lösungen (insbesondere für logistische Prozesse) zu intensivieren. Das Projekt wird durch die Industrie kontinuierlich weiterentwickelt.

Erkenntnisse

- » Unternehmen engagieren sich nicht nur für Open Source, wenn ein finanzieller Nutzen abbildbar ist, sondern auch wenn bei ihnen Handlungsdruck durch neue Richtlinien, Verordnungen oder Gesetze entsteht.
- » Werden Unternehmen frühzeitig auf neue Richtlinien, Verordnungen oder Gesetze aufmerksam gemacht, besteht eine große Chance, dass sie in die Entwicklung gemeinschaftlicher Open Source-Lösungen eingebunden werden können. Als Beispiel aus der Silicon Economy-Forschung ist hier das Projekt eFTI zu sehen, in dem Komponenten zur Umsetzung der EU-Richtlinie zu elektronischen Frachtbeförderungsinformationen (englisch: Electronic Freight Transport Information, kurz eFTI) entwickelt wurden. Weitere Projekte und Vorhaben rund um eFTI sind in Vorbereitung und sehen eine enge Integration von Anwendern aus der Industrie vor.
- » Auch die Pflicht des Nachhaltigkeitsreportings, sozusagen eine „gesetzliche Commodity“, bietet das Potenzial für eine Umsetzung auf Basis von Open Source.

Schlussfolgerungen und Empfehlungen



© Fraunhofer IML – Michael Neuhaus

Die Forscher:innen der Silicon Economy konnten mit den von ihnen entwickelten Open Source-Hardware- und Softwarekomponenten eine solide Basis für die B2B-Plattformökonomie schaffen. Mit der Open Logistics Foundation besteht eine Organisation, die eine starke Community mit Logistik- und IT-Unternehmen unterschiedlichster Größe aufgebaut hat, in der diese Unternehmen gemeinschaftlich Open Source-Projekte vorantreiben – auch auf Basis der vorhandenen Komponenten aus dem Silicon Economy-Projekt. Wie in Forschungsprojekten üblich und erwartbar, sind Erkenntnisse zu weiteren Forschungs- und Handlungsbedarfen entstanden.

Im Forschungsprojekt sind wertvolle, initiale Schritte für die Realisierung der Vision einer Silicon Economy mit dezentralen, aber vernetzten digitalen Plattformen in der Logistik unternommen worden. Doch hier gibt es aufgrund der mangelnden digitalen Reife der Logistikunternehmen in Summe noch weiße Flecken. Rückblickend muss festgestellt werden, dass der Reifegrad der klassischen Logistikbranche in Bezug auf Digitalisierung, die potenzielle fehlende Vision für B2B-Plattformanwendungen und die aktive (Mit-) Entwicklung von Open Source-Lösungen als De-facto-Standard (und als Kooperationsmodell) bei Projektstart unterschätzt wurde. So stellt beispielsweise der Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Logistik als Treiber für neue Geschäftsmodelle viele Unternehmen immer noch vor große Herausforderungen. Es mangelt an (kuratierten) Daten, auf denen KI-Algorithmen angewandt werden können, um zum Beispiel Prozesse zu automatisieren oder Anomalien zu erkennen.

Aus den fünf Handlungsfeldern, den Ergebnissen des Projekts und den (daraus resultierenden) Erkenntnissen können folgende Schlussfolgerungen gezogen und entsprechende Forschungs- und Handlungsbedarfe bzw. -empfehlungen abgeleitet werden:



Technologie

Ein erfolgreicher Einsatz und eine Entfaltung der Potenziale gelingen nur, wenn für die vollständige Digitalisierung der Logistik eine einheitliche Basis mit gemeinsamen digitalen Standards geschaffen wurde. **Die Erarbeitung von Open APIs, Datenmodellen und Prozessdefinitionen** bilden hierzu eine unerlässliche Grundlage für eine erste minimale Vernetzungsebene. Entwicklungen sollten als Toolkits und nicht als große Lösungen gedacht werden, um eine niederschwellige Umsetzung für Unternehmen zu ermöglichen. Beispielhafte Themen, die sich für eine Entwicklung in Open Source-Projekten eignen, sind:

- die Batchbildung mit Künstlicher Intelligenz zur Zusammenfassung von Aufträgen unter Berücksichtigung von Ähnlichkeitsmerkmalen und Zielvorgaben,
- die Nutzung von Computer Vision zur Automatisierung von Asset-Tracking und Logistikprozessen oder
- die Erarbeitung eines offenen Modells für digitale Zwillinge.

So werden aus Einzellösungen Standards, aus Code Geschäftsmodelle und Künstliche Intelligenz wird als Werkzeug der Digitalisierung gedacht. Um diese Ziele zu erreichen, sollten in einem weiteren Förderprojekt **gemeinsam digitale Standards für die Logistik identifiziert, weiterentwickelt und geschaffen werden**, um eine Grundlage zur erfolgreichen Digitalisierung zu ermöglichen.

Prozesse

Daran anschließen muss sich die Orchestrierung von Diensten bzw. Services im Sinne einer Abbildung der Business-Logik der Prozesse über digitale Plattformen. Jedoch fehlen heute noch die notwendigen Tools zur Modellierung und Orchestrierung unternehmensübergreifender Prozesse und Unterstützung der zugehörigen Geschäftsmodelle. Darüber hinaus verstehen viele Logistikunternehmen nicht, welche Rolle das eigene Unternehmen in der neuen Wertschöpfung einnehmen kann und sollte. Dazu ist die **Vermittlung von Geschäftsmodell-Know-how und Plattformlogiken** von großer Bedeutung. Ist diese Voraussetzung erfüllt, bietet sich ein großes Potenzial für den Einsatz von Künstlicher Intelligenz. Im nächsten Schritt müssen die benötigten Tools zur Orchestrierung von Diensten bzw. Services entwickelt und den Unternehmen als Open Source zur Verfügung gestellt werden.

Methoden

Heute fehlt es noch an wissenschaftlich anerkannten Methoden, um die Wirtschaftlichkeit bzw. den Nutzen von aktiven Beteiligungen von Unternehmen an der Entwicklung von Open Source-Software zu quantifizieren. Um geeignete Methoden wie beispielsweise zur Berechnung des Return on Invest (ROI) von Entwicklerkapazitäten für Open Source-Projekte zu erarbeiten, bedarf es eines interdisziplinären Forschungsprojektes oder der Initialisierung einer **geförderten Studie, um den Nutzen insbesondere für Unternehmen der Logistikbranche klar quantifizieren** zu können.

Incentivierung

Neben Entscheidungsgrundlagen fehlt es Unternehmen momentan an Incentivierung. Deshalb sollte eruiert werden, wie staatliche Förderung helfen kann, Unternehmen zu mehr aktiver Entwicklung im Sinne der Silicon Economy zu motivieren. Dies könnte beispielsweise im Rahmen **einer Studie geschehen, die unterschiedliche Anreizmechanismen** (wie z. B. finanzielle Erleichterungen unter Berücksichtigung geltender Rechtsrahmen für Unternehmen) den daraus resultierenden gesamtwirtschaftlichen Mehrwerten gegenüberstellt. Darüber hinaus sollte bei Forschungsprojekten mit Softwareanteil eine Open Source-Stellung der Ergebnisse verbindlich geprüft werden.

Regulatorik

Neben der Etablierung von De-facto-Standards über Open Source-Projekte sollte angestrebt werden, Ergebnisse aus Forschungsprojekten sukzessive sowohl mittelfristig als auch langfristig in Standardisierungsverfahren zu überführen. So können Beiträge zu neuen Standards strukturiert verwertet werden. Bei zukünftigen Umsetzungen von neuen Gesetzen und Verordnungen zur Digitalisierung sollte eine **gemeinsame Implementierung von Behörden, Unternehmen und Forschungsstellen** mitgedacht werden. Dazu bedarf es einer Blaupause für die (mindestens europäische) gemeinschaftliche Umsetzung von Regulatorien auf Basis von Open Source, die es zu entwickeln gilt. Ein positives Beispiel hierfür ist die (modifizierte) Weiterführung der eFTI4EU-Initiative.



© Fraunhofer IML – Michael Neuhaus

"Die wichtigste strukturelle Maßnahme ist die Investition der öffentlichen Hand in das Open-Source-Ökosystem."

Peter H. Ganten

Vorstandsvorsitzender, Open Source Business Alliance

Sport Information



Über die Zusammenarbeit von Fraunhofer IML und Deloitte

Von 2020 bis 2024 hat das Fraunhofer IML das Unternehmen Deloitte als Berater im Forschungsprojekts Silicon Economy hinzugezogen. Ziel der gemeinsamen Arbeit war der Aufbau und die Weiterentwicklung eines geeigneten Ökosystems zur Verwertung der Projektergebnisse mit einer klaren Fokussierung auf eine langfristige Skalierbarkeit. Die Stärke in der Zusammenarbeit lag in der Kombination aus Forschungs- und Beratungs-Know-how. Das breite Netzwerk und die Reichweite beider Organisationen in Wirtschaft und Wissenschaft erhöhen den Wert der Zusammenarbeit für alle Beteiligten. Gemeinsam konnten Deloitte und das Fraunhofer IML unterschiedlichste Stakeholder zusammenbringen und so die langfristige und nachhaltige Verwertung der Forschungsergebnisse initiieren.



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Glossar

- 1. Plattformökonomie**
Wirtschaftsmodell, das auf digitalen Plattformen basiert, die verschiedene Marktseiten wie Anbieter und Nachfrager zusammenbringen, um Transaktionen oder Interaktionen zu ermöglichen
- 2. Open Source**
Software, deren Quellcode öffentlich zugänglich ist und von jedem eingesehen, genutzt, verändert und weiterverbreitet werden kann
- 3. Coopetition**
Geschäftsstrategie, bei der Unternehmen gleichzeitig Konkurrenz und Kooperation miteinander eingehen. Diese hybride Beziehung ermöglicht es den Unternehmen, Synergien zu nutzen und gemeinsam an bestimmten Projekten zu arbeiten
- 4. De-facto-Standards**
Informelle Standards, die sich durch weit verbreitete Akzeptanz und Nutzung in der Praxis etabliert haben, ohne von offiziellen Normungsorganisationen anerkannt zu sein
- 5. Commodity**
Nicht marktdifferenzierender Dienst bzw. Prozess, der kein Alleinstellungsmerkmal für das Unternehmen gegenüber der Konkurrenz darstellt
- 6. Open API**
Offene Programmierschnittstelle, welche die Integration und Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Systemen fördert und es Dritten ermöglicht, auf Funktionen und Daten zuzugreifen
- 7. Repository**
Zentralisierte Speicher- oder Archivstelle für (Open Source) Code, um Kollaboration, Überprüfung und Weiterentwicklung des Codes, bspw. durch die Community, zu ermöglichen
- 8. Computer Vision**
Teilbereich der künstlichen Intelligenz, der sich mit der automatischen Verarbeitung und Analyse von Bildern und Videos beschäftigt
- 9. Digitaler Zwilling**
Virtuelles Abbild eines physischen Objekts oder Systems, das dessen Eigenschaften, Zustände und Verhaltensweisen in Echtzeit simuliert

Ansprechpartner:innen und Autor:innen

Ansprechpartner:innen



Prof. Dr. habil. Dr. h. c. Michael Henke
Fraunhofer IML
Institutsleiter
michael.henke@iml.fraunhofer.de



Prof. Dr.-Ing. Alice Kirchheim
Fraunhofer IML
Institutsleiterin
alice.kirchheim@iml.fraunhofer.de

Autor:innen



Jo Graff
Deloitte Consulting
Leiterin Inkubation
jograff@deloitte.de



Dr.-Ing. Benedikt Mättig
Fraunhofer IML
Scientific Board
benedikt.maettig@iml.fraunhofer.de



Christian Prasse
Fraunhofer IML
Strategy Development
christian.prasse@iml.fraunhofer.de



Jens Leveling
Fraunhofer IML
Software and Information Engineering
jens.leveling@iml.fraunhofer.de



Ellen Sünkeler
Fraunhofer IML
Corporate Development and Digital Media
ellen.suenkeler@iml.fraunhofer.de



Carina Culotta
Fraunhofer IML
Supply Chain Development & Strategy
carina.culotta@iml.fraunhofer.de

Deloitte.

Deloitte bezieht sich auf Deloitte Touche Tohmatsu Limited (DTTL), ihr weltweites Netzwerk von Mitgliedsunternehmen und ihre verbundenen Unternehmen (zusammen die „Deloitte-Organisation“). DTTL (auch „Deloitte Global“ genannt) und jedes ihrer Mitgliedsunternehmen sowie ihre verbundenen Unternehmen sind rechtlich selbstständige und unabhängige Unternehmen, die sich gegenüber Dritten nicht gegenseitig verpflichten oder binden können. DTTL, jedes DTTL-Mitgliedsunternehmen und verbundene Unternehmen haften nur für ihre eigenen Handlungen und Unterlassungen und nicht für die der anderen. DTTL erbringt selbst keine Leistungen gegenüber Kunden. Weitere Informationen finden Sie unter www.deloitte.com/de/ueberUns.

Deloitte bietet branchenführende Leistungen in den Bereichen Audit und Assurance, Steuerberatung, Consulting, Financial Advisory und Risk Advisory für nahezu 90% der Fortune Global 500®-Unternehmen und Tausende von privaten Unternehmen an. Rechtsberatung wird in Deutschland von Deloitte Legal erbracht. Unsere Mitarbeitenden liefern messbare und langfristig wirkende Ergebnisse, die dazu beitragen, das öffentliche Vertrauen in die Kapitalmärkte zu stärken, die unsere Kunden bei Wandel und Wachstum unterstützen und den Weg zu einer stärkeren Wirtschaft, einer gerechteren Gesellschaft und einer nachhaltigen Welt weisen. Deloitte baut auf eine über 175-jährige Geschichte auf und ist in mehr als 150 Ländern tätig. Erfahren Sie mehr darüber, wie die rund 457.000 Mitarbeitenden von Deloitte das Leitbild „making an impact that matters“ täglich leben: www.deloitte.com/de.

Diese Veröffentlichung enthält ausschließlich allgemeine Informationen. Weder die Deloitte GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft noch Deloitte Touche Tohmatsu Limited (DTTL), ihr weltweites Netzwerk von Mitgliedsunternehmen noch deren verbundene Unternehmen (insgesamt die „Deloitte Organisation“) erbringen mit dieser Veröffentlichung eine professionelle Dienstleistung. Diese Veröffentlichung ist nicht geeignet, um geschäftliche oder finanzielle Entscheidungen zu treffen oder Handlungen vorzunehmen. Hierzu sollten Sie sich von einem qualifizierten Berater in Bezug auf den Einzelfall beraten lassen.

Es werden keine (ausdrücklichen oder stillschweigenden) Aussagen, Garantien oder Zusicherungen hinsichtlich der Richtigkeit oder Vollständigkeit der Informationen in dieser Veröffentlichung gemacht, und weder DTTL noch ihre Mitgliedsunternehmen, verbundene Unternehmen, Mitarbeitenden oder Bevollmächtigten haften oder sind verantwortlich für Verluste oder Schäden jeglicher Art, die direkt oder indirekt im Zusammenhang mit Personen entstehen, die sich auf diese Veröffentlichung verlassen. DTTL und jede ihrer Mitgliedsunternehmen sowie ihre verbundenen Unternehmen sind rechtlich selbstständige und unabhängige Unternehmen.