

POSITIONSPAPIER

ÖKOSYSTEME FÜR DATEN UND KÜNSTLICHE INTELLIGENZ



AUTOREN

Dominik Lis | Fraunhofer ISST

Dr. Nektaria Tagalidou | Fraunhofer IAO

Katharina Lingelbach | Fraunhofer IAO

Markus Spiekermann | Fraunhofer ISST

MITWIRKENDE INSTITUTE

Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC

Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML

Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST

Im Auftrag der Prioritären Strategischen Initiative

**»Kognitive Systeme, Künstliche Intelligenz und Datensouveränität«
der Fraunhofer-Gesellschaft**

Prof. Dr.-Ing Boris Otto | Fraunhofer ISST

Prof. Dr. Stefan Wrobel | Fraunhofer IAIS

HERAUSGEBER

Fraunhofer-Institut für
Software und Systemtechnik
ISST

Fraunhofer-Institut für
Arbeitswirtschaft und
Organisation IAO

KOORDINATION

Redaktion: Dominik Lis

Konzeption: Fraunhofer ISST

Satz und Layout: Eleni Mihailidis

Die Originalfassung der Publikation ist
verfügbar unter

<http://publica.fraunhofer.de>

BILDQUELLEN

Cover: zapp2photo - stock.adobe.com

Alle übrigen Abbildungen:

siehe Abbildungsverzeichnis

© Fraunhofer-Gesellschaft,
München 2019

ISBN 978-3-00-064163-3

DOI 10.24406/ISST-N-543753

Hinweis: Die Nutzung der männlichen Form bei der Nennung von Rollen oder Personen stellt keine geschlechtsspezifische Festlegung dar. Es werden Angehörige aller Geschlechter gleichberechtigt angesprochen.

ÖKOSYSTEME FÜR DATEN UND KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Konzeption einer souveränen Dateninfrastruktur und Analyse von Potenzialen durch Ökosysteme in KI-Anwendungsfällen unterschiedlicher Domänen



VORWORT

Die Natur gilt häufig als Wegweiser und Ideengeber für clevere Lösungen und neue Technologien. So führten Beobachtungen des Flugverhaltens von Vögeln beispielsweise zu wichtigen Erkenntnissen der Aerodynamik in der Luftfahrt. Auch aus der Betrachtung von komplexen Wechselbeziehungen zwischen Tieren, Pflanzen und weiteren Einflussfaktoren wie Licht und Wasser lassen sich aus biologischen Ökosystemen Schlüsse im Hinblick auf das heutige digitale Zeitalter ziehen.

Am Beispiel des Ökosystems »Wald« existieren verschiedenartige Akteure aus der Pflanzen- und Tierwelt, welche erst durch ihr Zusammenspiel ein gesundes Ökosystem bilden. Doch wie können Ökosysteme auf die digitale Welt angewandt werden? Das Beispiel des natürlichen Ökosystems Wald ist ein passendes Vorbild für komplexe Wertschöpfungsstrukturen in digitalisierten Wirtschaftsräumen, von denen alle profitieren. So wie es in der Natur gelingen muss, einen Ausgleich zwischen den Interessen aller Teilnehmer des Ökosystems zu schaffen, gilt es auch in einer vernetzten Welt, die Interessen aller Akteure bestmöglich zu wahren.

Der Rohstoff der Digitalisierung und der Künstlichen Intelligenz (KI) sind Daten. Damit diese Daten ihr Potenzial für den Einsatz von KI entfalten können, müssen sie verfügbar gemacht werden. Durch den unternehmensübergreifenden Austausch von Daten lassen sich innovative KI-basierte Dienste realisieren, die erst durch die Vernetzung mehrerer Akteure ermöglicht werden. Es entsteht ein digitales Geschäftsökosystem, in dem kein einziges Mitglied des Systems in der Lage ist, sein Wohl alleine zu optimieren. Vielmehr profitiert das Ökosystem erst durch die Beteiligung jedes einzelnen Mitglieds am Austausch der Ressource »Daten«.

Während sich traditionelle Geschäftsmodelle auf konkrete, handfeste Güter stützen, sind Daten ein wertvolles Rohmaterial nicht nur für Information und Wissen, sondern auch für innovative Services und Kundenerfahrungen. Die Zunahme an digitalen Technologien und KI-Lösungen beschleunigt Geschäftsmodelle, die durch immer mehr Datenaufkommen cha-

rakterisiert sind. Daten als Rohstoff der Künstlichen Intelligenz sind eine der strategischen Ressourcen unserer Zeit, weshalb die Fraunhofer-Gesellschaft das Ziel unterstützt, eine souveräne digitale Infrastruktur für die Bürger und Unternehmen in Deutschland und Europa zu schaffen.

Entgegen bereits bestehender Konzepte, die mehrheitlich den Prinzipien sogenannter Hyperscaler-Modelle entsprechen, forschen Fraunhofer-Institute seit einigen Jahren an einer Architektur angelehnt an europäischen Werten wie Freiheit und Selbstbestimmung, die Besitzern von Daten Souveränität über ihre digitalen Ressourcen verspricht. Diese Notwendigkeit hat jüngst mit der Initiative GAIA-X der Bundesregierung neue Aufmerksamkeit erfahren, in der eine »leistungs- und wettbewerbsfähige, sichere und vertrauenswürdige Dateninfrastruktur für Europa« als strategisches Ziel ausgerufen wurde.

Gemeinsam können wir mehr erreichen – das gilt nicht nur in der Natur, sondern auch in der digitalisierten Wirtschaft. In der »Prioritären Strategischen Initiative (PSI)« bündeln mehrere Fraunhofer-Institute ihre Kompetenzen und forschen zusammen an den Themen Kognitive Systeme, Künstliche Intelligenz und Datensouveränität. Ein Erfolgsbeispiel ist die Initiative »International Data Spaces«: Hier entsteht ein dezentral organisiertes Datenökosystem, um einen souveränen, unternehmensübergreifenden Datenaustausch zu gewährleisten und eine Basis für innovative KI-Services zu schaffen.

Prof. Dr.-Ing. Boris Otto

Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST

Prof. Dr. Stefan Wrobel

Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS

Leiter der Prioritären Strategischen Initiative »Kognitive Systeme, Künstliche Intelligenz und Datensouveränität« der Fraunhofer-Gesellschaft

Verfahren der KI und vor allem des Maschinellen Lernens (ML) gelten als Schlüsseltechnologien für den zukünftigen wirtschaftlichen Erfolg. Im Bereich der KI-Forschung besitzen wir in Deutschland und Europa hervorragende Voraussetzungen. Dennoch tun wir uns schwer, im globalen Wettlauf mit den KI-Supermächten China und USA Schritt zu halten.

In Deutschland besteht ein erhebliches KI-Umsetzungsdefizit in der wirtschaftlichen Praxis. Eine kürzlich durchgeführte Studie des Fraunhofer IAO mit über 300 deutschen Unternehmen aus Produktion und Dienstleistung stellt fest, dass nur 16 Prozent der befragten Unternehmen bereits eine KI-Anwendung im Einsatz haben. Die Gründe für dieses schlechte Ergebnis scheinen vielfältig. Ein ganz zentrales Hindernis ist jedoch, dass in vielen Fällen die Anforderungen an die notwendigen Datenmengen nicht erfüllbar scheinen.

Tatsächlich erfordern heutige Verfahren des ML große Datenmengen, um verlässliche Einsichten zu gewinnen und Prozesse nachhaltig zu optimieren. Und tatsächlich stellt dies gerade die deutsche Wirtschaft mit ihren hochspezialisierten Anwendungen in der Industrie und den vielen kleinen und mittleren Unternehmen vor besondere Herausforderungen. Vor diesem Hintergrund scheint es geschickt und notwendig, in Wertschöpfungsnetzen zu denken und strategische Kooperationen einzugehen, um Daten über Unternehmensgrenzen hinweg zu teilen und gemeinsam zu nutzen. Hierfür bedarf es einer Infrastruktur, um die technischen Voraussetzungen zu schaffen und Spielregeln, um die Interessen der einzelnen Beteiligten zu wahren.

Die vorliegende Studie zeigt auf, wie ein Ökosystem für Daten und KI aussehen kann, das eine vertrauensvolle Zusammenarbeit verschiedenster Akteure ermöglicht und die Synergiepotenziale der gemeinsamen Datennutzung ausschöpft. Fraunhofer kann in einem derartigen Ökosystem eine wichtige Rolle übernehmen: als neutraler Moderator und als Motor des Forschungs- und Technologietransfers. Sicher aber auch, um Datennutzung und KI-Einsatz verantwortungsvoll zu gestalten. Denn die Datensouveränität ist nur ein Aspekt eines menschenzentrierten und werteorientierten Ansatzes, der im internationalen Wettbewerb zu einem Markenzeichen deutscher und europäischer KI-Lösungen werden soll.

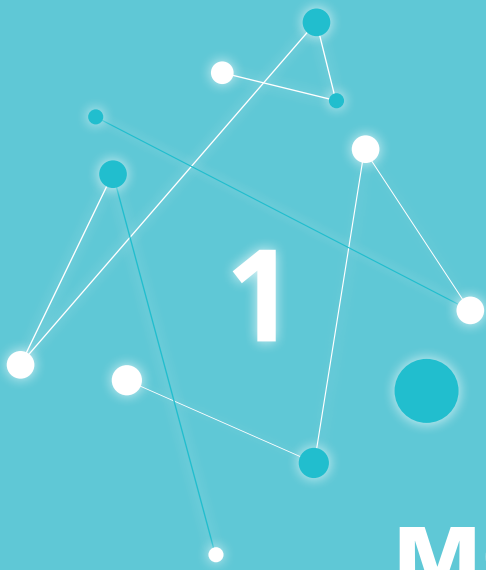
Dr.-Ing. Matthias Peissner

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

INHALT

1. MOTIVATION	10
1.1 Ökosysteme für Daten und Künstliche Intelligenz	12
1.2 KI-Strategie der Bundesregierung	14
1.3 KI-Strategie der Europäischen Kommission	16
1.4 Initiativen der Europäischen Kommission	17
1.5 Vergleich internationaler KI-Strategien	17
1.6 Herausforderungen für den Standort Deutschland und Europa	19
1.7 Chancen für den Standort Deutschland und Europa	20
2. BEGRIFFE, HISTORIE UND ENTWICKLUNGEN	22
2.1 Digitalisierung	23
2.2 Daten	24
2.3 Künstliche Intelligenz	25
2.4 Ökosystem	28
2.5 Datensouveränität	29
3. ÜBERSICHT RELEVANTER INITIATIVEN	30
4. ZIELBILD	38
4.1 Lösungsansatz	39
4.2 Management des Ökosystems	42

5. KI-ANWENDUNGSSZENARIOEN	46
5.1 Sprachassistent im Automobilbereich	48
5.2 Sensorische Anfallsdetektion bei Epilepsie	50
5.3 Analyseplattform für Produktionsoptimierungen	52
5.4 Luftgestütztes Referenzsystem	54
5.5 Dokumentenanalyse	56
5.6 SmartEnergyHub	58
5.7 Automatische Überprüfung auf DSGVO-Konformität	60
5.8 Fahrerlose Transportsysteme in der Intralogistik	62
6. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	64
6.1 Handlungsempfehlungen für die Wirtschaft	65
6.2 Handlungsempfehlungen für die Politik	67
6.3 Handlungsempfehlungen für die Wissenschaft	68
7. QUELLENVERZEICHNIS	70
8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	76



MOTIVATION

Der nachfolgende Teil beschreibt aktuelle Entwicklungsstränge von Daten als Ressource für Verfahren der KI und die zunehmende Vernetzung von Akteuren in sog. Ökosystemen. Im Fokus der Betrachtung stehen Strategien zur Umsetzung von KI auf nationaler und internationaler Ebene sowie Herausforderungen und Chancen für den Standort Deutschland.

Im Jahre 2018 wurden weltweit 33 Zetabyte Daten generiert – Tendenz steigend [1]. Daten bestimmen immer mehr unseren privaten und beruflichen Alltag. Doch gerade für Unternehmen sind die rasanten Fortschritte, Herausforderungen und Chancen zugleich. Datengetriebene Systeme und die darauf basierende KI können die Grundlage für neue und innovative Geschäftsmodelle sein. Allerdings sind Unternehmen im Umgang mit Daten oftmals überfordert, entweder aufgrund mangelnder personeller und technischer Ressourcen oder aufgrund fehlender Datenquellen. Auch die Konkurrenz aus dem Ausland ist groß. Vor allem der asiatische und amerikanische Raum entwickeln sich kontinuierlich im Bereich datengetriebene Anwendungen weiter.

Es werden Lösungen gebraucht, die Herausforderungen zu überwinden, denn nur so kann Deutschland als Innovations- und Wirtschaftsstandort weiterhin leistungsfähig bleiben. Bedingt durch die neuen Möglichkeiten, die Daten und KI mit sich bringen, müssen sich Unternehmen in der heutigen Zeit von der isolierten Arbeitsweise (die bis dato überwiegend vorzufinden ist) zu einem kooperativen und gemeinschaftlichen Austausch mit anderen Unternehmen und Institutionen bewegen. Es werden Netzwerke, Austauschplattformen und Kooperationen gebraucht, in denen verschiedene Akteure ihre Daten-Expertisen teilen und gemeinsame Ziele erarbeitet werden können.

Ziel dieses Positionspapiers ist es einen Ansatz zu präsentieren, der einen Austausch von Akteuren in einem Netzwerk für Daten ermöglicht. Sogenannte Ökosysteme für Daten und KI sind Netzwerke, in denen verschiedene Partner Daten untereinander teilen, gemeinsame Schnittstellen errichten, miteinander arbeiten und dadurch einflussreiche Fusionen schaffen. Ökosysteme für Daten und KI sind noch wenig verbreitet, v.a. im deutschen und europäischen Raum. Und das, obwohl 27 Prozent der Führungskräfte die Notwendigkeit von Ökosystemen sehen [2]. Tatsächlich wird erwartet, dass Ökosysteme bis zum Jahre 2025 30 Prozent des weltweiten Bruttoinlandsprodukts generieren können [3].

Dieses Positionspapier soll die Chancen und Stärken von Ökosystemen für Daten und KI beschreiben. Um die Notwendigkeit und den Nutzen eines solchen Datenökosystems verständlicher zu präsentieren, werden Fraunhofer-Projekte aus unterschiedlichen Geschäftsfeldern vorgestellt und der Mehrwert eines Ökosystems in dem jeweiligen Projekt herausgearbeitet. Basierend auf den Ergebnissen werden Handlungsempfehlungen für die Zukunft abgeleitet.

1.1 Ökosysteme für Daten und Künstliche Intelligenz

Daten und die darauf basierende KI sind eine Schlüsseltechnologie für volkswirtschaftliche Prosperität und gesellschaftlichen Wohlstand. Im Jahre 2019 wurden 220 Milliarden Euro Umsatz durch KI-Anwendungen beeinflusst [4].

Künstliche Intelligenz: Teilgebiet der Informatik mit dem Ziel, Maschinen zu befähigen, Aufgaben selbstständig auszuführen [5].

Durch die Verwendung von KI im beruflichen Alltag können die Einnahmen von Unternehmen um bis zu 38 Prozent erhöht werden [6]. KI und datengetriebene Systeme sind die Zukunftstechnologien der nächsten Generationen. Das deutsche Bruttoinlandsprodukt (BIP) soll allein wegen KI in den nächsten Jahren um 11 Prozent steigen [7]. Trotz der vielversprechenden Prognosen scheinen deutsche Unternehmen KI in ihren Geschäftstätigkeiten wenig zu nutzen [8].

Viele fühlen sich überfordert, das große Potenzial der Daten auszuschöpfen. Unternehmen fehlen häufig Ressourcen zur Entwicklung bzw. zur Nutzung von KI. Eine Lösung für das Problem wäre, dass Unternehmen Kooperationen stärker forcieren und in Netzwerke eintreten, in denen gemeinsam an Daten gearbeitet wird. Dabei trägt jede Partnerin und jeder Partner mit seiner Expertise bei, sodass gegenseitige Wechselbeziehungen entstehen. Solche kooperativen Netzwerke würden dabei unterstützen, Ressourcenlücken in den einzelnen Unternehmen zu schließen. Zusätzlich können durch den Austausch mit anderen Einrichtungen (auch branchenfremder Bereiche) kreative Geschäftsmodelle entstehen, die alleine nicht umsetzbar wären.

Ökosysteme für Daten und KI eignen sich hervorragend, um einen solchen Austausch zu fördern.

Der Begriff Ökosystem stammt aus der Biologie, wo er als Beziehungsgefüge verschiedener Lebewesen und ihres Lebensraumes definiert wird [10].

Ökosystem: Organisations- und Koordinationsform zwischen Organisationen und Individuen, die ein gemeinschaftliches Ziel verfolgen (oftmals umfassende Leistungsangebote für Kundengruppen) und dabei komplementäre Fähigkeiten und Kompetenzen insgesamt verstärken [9].

Ein Ökosystem für Daten und KI zeichnet sich ebenfalls durch ein Gefüge verschiedener Akteure in einem dafür vorgesehenen Netzwerk aus. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Netzwerks verfolgen alle dieselben Ziele:

1. Datenaustausch
2. Schnittstellen für den einfachen Datenaustausch
3. Fachlicher Austausch für die Entwicklung neuer KI-basierter Geschäftsmodelle

Die Abbildung 1 zeigt den Aufbau eines beispielhaften Ökosystems mit seinen verschiedenen Akteuren. Diese besetzen unterschiedliche Rollen, wie z. B. den Anbieter von Speicherplatz oder Rechenleistung (infrastructure provider), den Lieferanten der Daten (data provider), Weiterverarbeiter der Daten (service provider) oder Forscher an Daten (research, education and development).

Auf den genauen Aufbau und die konkreten Rollen der Akteure eines Ökosystems wird in Abschnitt 2.4 und 4.2 genauer eingegangen.

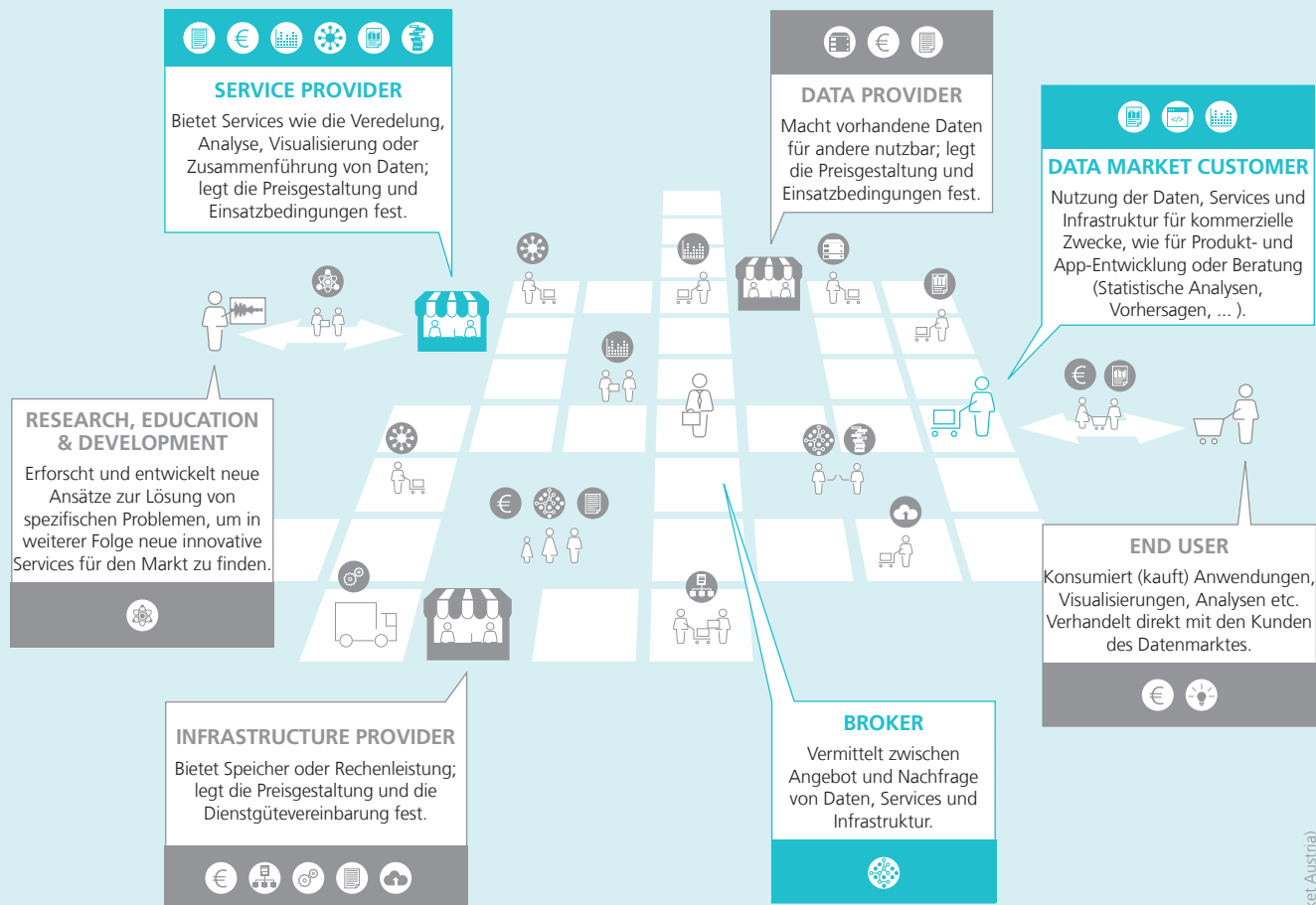


Abbildung 1: Rollen und Akteure in einem potenziellen Ökosystem

© Data Market Austria

Das Ökosystem ist ein dezentrales Netzwerk, in dem Beteiligte wechselseitige Beziehungen aufbauen. Sie richten Schnittstellen für den Zugriff auf eigene Daten ein, teilen diese und erlauben den anderen Akteuren damit zu arbeiten. Es werden gemeinsame Geschäftsmodelle entwickelt, an Prototypen experimentiert und kreative Kooperationen eingegangen. Dieses Netzwerk ermöglicht den Akteuren einen fachlichen Austausch mit anderen Teilnehmern des Ökosystems. Es werden in einem Ökosystem rechtliche Rahmenbedingungen definiert, die die Akteure vor missbräuchlichen Umgang ihrer Daten schützen. Ökosysteme werden bereits heute von den Global Playern genutzt. Die besten Beispiele hierfür sind Google oder Apple, die immense Datenquellen (auch von externen Anbietern) nutzen,

um ihre Produkte ständig neu zu erfinden. Im deutschsprachigen Raum finden sich Ökosysteme mit derartigen Dimensionen eher selten. SAP hat zusammen mit dem Deutschen Krebsforschungszentrum und der Berliner Charité ein Ökosystem geschaffen, welches zur besseren dezentralen Patientenversorgung beitragen soll. Die Siemens Plattform Mindsphere verbindet unterschiedliche Maschinen und Anlagen, um Analysen durchzuführen. Die Beispiele zeigen deutlich, wie branchenunabhängig Ökosysteme entstehen können. Trotzdem sind deutsche Unternehmen zögerlich Netzwerke stärker zu nutzen. Obwohl 63 Prozent der Unternehmen Ökosysteme als Chance für Geschäftsinnovationen sehen [11], wagt nur ein Bruchteil den Schritt zu machen [12].

1.2 KI-Strategie der Bundesregierung

2018 wurde auf dem Digital-Gipfel in Nürnberg eine nationale KI-Strategie bekannt gegeben, um Deutschland sowie Europa zu einer weltweit führenden Hochburg in der KI-Entwicklung und -Anwendung zu machen. Durch die Förderung von KI-Knowhow und -Lösungen soll die künftige Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands gesichert werden, um sich insbesondere gegen Vorreiter in diesem Gebiet wie USA und China behaupten zu können. Mit 500 Millionen Euro in 2019 und den Folgejahren soll die Umsetzung der KI-Strategie gefördert werden. Insgesamt plant der Bund eine Förderung in Höhe von etwa 3 Milliarden Euro bis einschließlich 2025 [13]. Abbildung 2 bietet einen Überblick über die Hauptziele der nationalen KI-Strategie.

Als Gütezeichen der nationalen KI-Strategie sind die Datensicherheit und der Schutz der Persönlichkeitsrechte definiert. Die eigene Datensouveränität von Individuen im Umgang mit KI soll in Weiterbildungs- und Kompetenzförderungsprogrammen aber auch durch eine adäquate Dateninfrastruktur gestärkt werden [13]. Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten in Form von Lernlaboren, betrieblichen Experimentierräumen oder beispielsweise die Initiative Fraunhofer Academy erlauben eine partizipative KI-Entwicklung [14]. Weitere geförderte Initiativen zur aktiven Mitgestaltung und für einen multidisziplinären Austausch zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik mit der Zivilgesellschaft sind unter anderem »Zukunftsfonds Digitale Arbeit und Gesellschaft« oder die Plattform »Lernende Systeme« [13, 15].

Wirtschaftlicher Fokus

Ziel 1: Deutschland wird ein weltweit führender KI-Standort für Entwicklung und Anwendung und sichert sich somit die künftige Wettbewerbsfähigkeit.

Nationale KI Strategie

Ziel 2: Die Entwicklung und das Entstehen eines starken und international wettbewerbsfähigen Ökosystems für KI und Daten in Deutschland und Europa.

Gesellschaftlicher Fokus

Ziel 3: Die KI-Entwicklung und -Anwendung zeichnen sich durch eine verantwortungsvolle Nutzung und Orientierung am Gemeinwohl aus.

Ziel 4: KI-Technologien sollen aktiv in die Gesellschaft eingebettet werden.



Ökosystemperspektive

Ein Datenökosystem ermöglicht das optimale Ausschöpfen von Ressourcen, die Integration verschiedener Akteure und das Überwinden von bestehenden Barrieren für KI-Technologien. Ein international breit aufgestelltes, dezentrales Ökosystem ist somit für die Umsetzung der nationalen KI-Strategie und die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung von Deutschland von größter Bedeutung. Anreizsysteme und verbesserte Rahmenbedingungen für das »freiwillige, datenschutzkonforme Teilen von Daten« sowie eine vertrauenswürdige Daten- und Analyseinfrastruktur und zugrundeliegende »Cloud-Plattform mit skalierbarer Speicher- und Rechenkapazität« sind aus diesem Grund in der nationalen KI-Strategie verankert [13].

Initiativen der Fraunhofer-Gesellschaft

Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz

Experten des Fraunhofers unterstützen Unternehmen darin, KI-Lösungen und Big-Data-Plattformen zu entwickeln und umzusetzen. Zudem bietet die Fraunhofer-Allianz Big Data und KI, Möglichkeiten zur Ausbildung von Fach- und Führungskräften zu »Data Scientists« [16].

International Data Space (IDS)

Der IDS ist ein virtueller Datenraum, der es Unternehmen grenzüberschreitend (im europäischen bzw. internationalen Raum) ermöglicht, Daten sicher zu teilen und bei gleichzeitiger Wahrung der Interessen und digitalen Souveränität des Eigentümers auszutauschen [9].

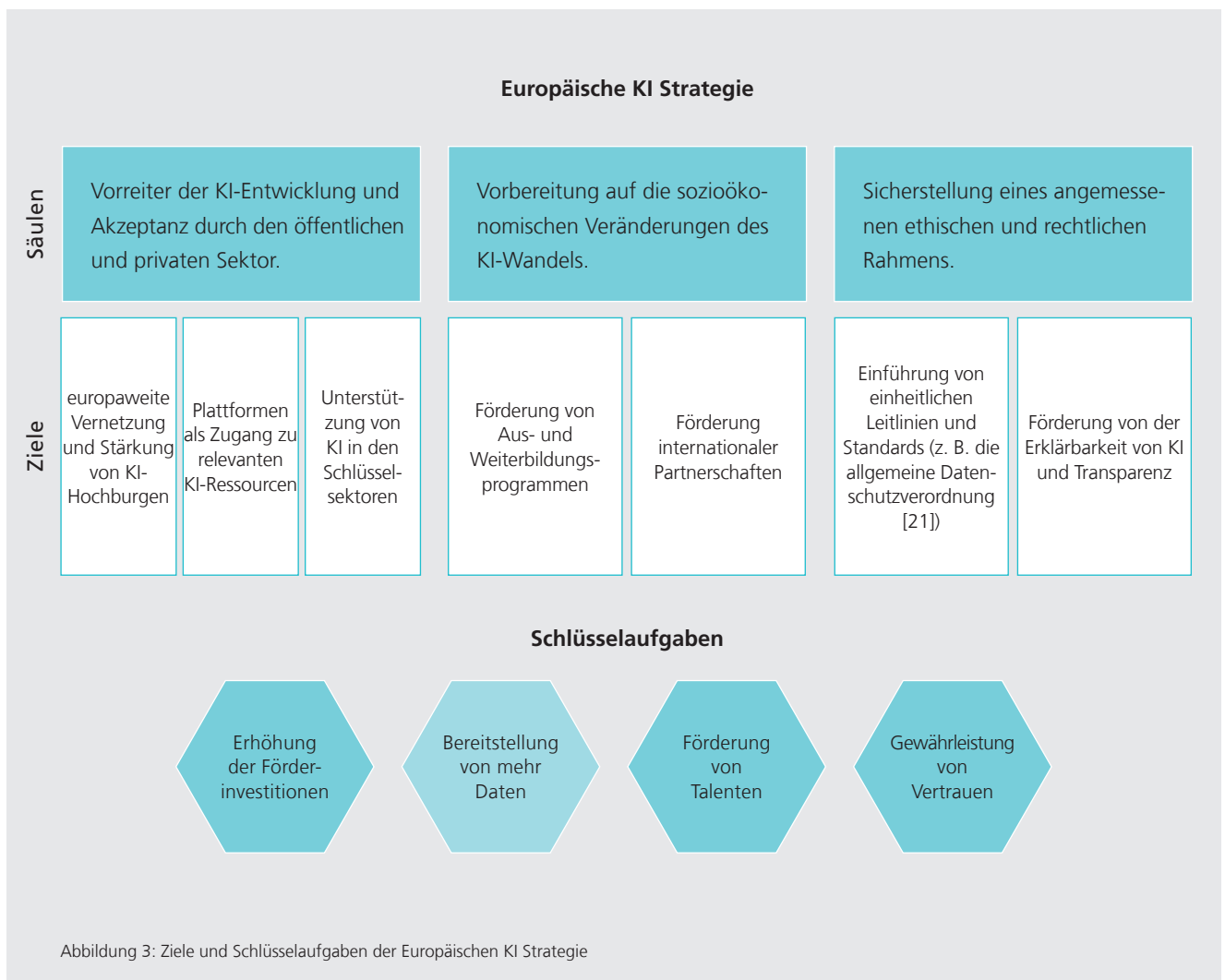
Prüfkatalog zur technischen, ethischen und rechtlichen Vertretbarkeit von KI

Das Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS) erarbeitete in Kooperation mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) und den Universitäten Bonn und Köln einen Prüfkatalog zur Zertifizierung von KI-Anwendungen [17].

1.3 KI-Strategie der Europäischen Kommission

In der KI-Strategie der Europäischen Kommission liegt ein deutlicher Schwerpunkt auf der Bündelung von KI-Potenzial in der Industrie, um sich international wettbewerbsfähig und einheitlich zu positionieren [18]. Die Strategie steht im Zusammenhang mit der Digital Single Market Strategie von 2015 zur europaweiten Förderung digitaler Möglichkeiten für die Gesellschaft und umfasst u. a. die Förderung der Verfügbarkeit von Daten und die Schaffung einer

EU-Cybersicherheitsagentur mit europäischem Zertifizierungssystem für digitale Produkte [19]. Die Förderungssumme beläuft sich auf 9,2 Milliarden Euro, wobei 2,5 Milliarden Euro für die Stärkung von KI-Entwicklung, -Anwendung und -Wissen in der europäischen Wirtschaft und Gesellschaft vorgesehen sind [20]. Für die Umsetzung wurde im April 2018 eine KI-Strategie mit drei thematischen Säulen mit jeweiligen Zielen sowie Schlüsselaufgaben verkündet [20], welche in Abbildung 3 dargestellt sind.



1.4 Initiativen der Europäischen Kommission

Die seit März 2018 bestehende **High-Level Expert Group on Artificial Intelligence (HLEG)** setzt sich aus KI-Experten verschiedener Disziplinen zusammen mit dem Ziel die Umsetzung der Europäischen Strategie mit Hilfe von Empfehlungen und Leitrichtlinien zu unterstützen. Die KI HLEG bildet zudem ein steuerndes Element der European AI Alliance, einer breiten Multi-Stakeholder-Plattform zur offenen Diskussion zu KI-Entwicklungen und deren Konsequenzen sowie damit verbundenen Herausforderungen für Wirtschaft und Gesellschaft [22].

Die **Confederation of Laboratories for Artificial Intelligence (CLAIRE)** ist ein Zusammenschluss der zuvor fragmentierten europäischen KI-Gemeinschaft mit dem Ziel europäische Exzellenz in der KI-Forschung und -Innovationen, z. B. mittels Zusammenschlüsse von Forschungslaboren, zu fördern. Durch den Aufbau eines europaweiten Netzwerkes von Exzellenzzentren sollen KI-Talente weiter ausgebildet und gefördert sowie Möglichkeiten zum Austausch mit Forscherinnen und Forschern angeboten werden [23].

Die KI-Initiative **European Laboratory for Learning Intelligent Systems (ELLIS)** konzentriert sich stark auf die KI-Forschung und Vernetzung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, wobei davon auszugehen ist, dass eine strikte Einteilung in akademische Grundlagen- und angewandte Industrieforschung nach und nach aufgelöst wird und sich Industrielabore für KI und ML etablieren [24].

Das von der Europäischen Union mit 20 Millionen Euro geförderte Projekt **AI4EU** zielt konkret auf die Entwicklung eines europäischen KI-Ökosystems ab. Entsprechend der Idee einer »European AI on demand platform«, um gesammeltes KI-Wissen, Algorithmen, Werkzeuge und Ressourcen in einer kollaborativen Plattform für die Nutzerinnen und Nutzer verfügbar zu machen, den Austausch zwischen Forschung und Anwendung zu stärken und somit das Wirtschaftswachstum zu fördern. Das Projekt startete Januar 2019 mit 80 Partnern aus 21 Ländern und ist auf 3 Jahre ausgelegt [25].

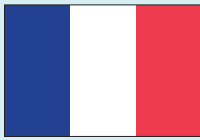
Eine weitere, von der Europäischen Union im Rahmen von Horizon 2020 geförderte Initiative, ist die **HumanAI** – ein einjähriges Projekt zur Bündelung und Vereinigung der europäischen KI-Gemeinschaft. Auch hier steht die europäische Wettbewerbsfähigkeit und Führung in KI-basierenden Technologien im Mittelpunkt. Das Projekt steht in enger Verbindung mit den zuvor genannten Initiativen und Programmen CLAIRE, ELLIS und der Plattform AI4EU [26].

1.5 Vergleich internationaler KI-Strategien

Im Folgenden werden verschiedene Länder in Hinblick auf KI und Digitalisierung beleuchtet. Die Auswahl der Länder wurde anhand folgender Kriterien getroffen:

1. ein besonderer Bezug zu Deutschlands KI-Strategie, bspw. aufgrund einer bi- oder multilateralen Kooperation (Frankreich und Japan);
2. eine besonders erfolgreiche Strategiejumsetzung mit dem Schwerpunkt Ökosystem (Estland) oder
3. die Position einer KI-Supermacht (Vereinigte Staaten von Amerika und China).

Frankreich



Mit dem deutsch-französischen Forschungs- und Innovationsnetzwerk (»virtuelles Zentrum«) zu KI werden die Stärken beider Länder gebündelt. Dabei stehen diese Herausforderungen im Mittelpunkt der französischen Strategie: (a) das KI-Ökosystem zu stärken, (b) eine offene Datenpolitik zu entwickeln, (c) regulative Rahmenbedingungen anzupassen und (d) Normen und ethische Aspekte der KI zu reflektieren [27, 28].

Japan



In dem DWIH (Deutsche Wissenschafts- und Innovationshaus Tokyo) Symposium im November 2018 wurde das erste Fundament einer triangulären Kooperation der Länder Japan, Deutschland und Frankreich gelegt [29]. Besonders vorteilhaft für eine Kooperation zwischen Deutschland und Japan ist hierbei ein gemeinsamer Fokus auf Produktion und Industrie 4.0 [30] sowie das Augenmerk auf eine menschenzentrierte KI [31, 32]. Das in der japanischen Strategie formulierte Ziel, einheitliche Datenformate und Standards für Big Data sowie die öffentliche Nutzung von KI und Daten zu entwickeln, ist für Daten-ökosysteme besonders relevant.

Estland



Estland wird mit einem etablierten KI-gestützten E-Gouvernement-System als Datenökosystem des privaten und öffentlichen Sektors als »Spitzenreiter in der KI-Einsatzfähigkeit« [33] beschrieben (siehe auch [34]).

Mögliche Erfolgsfaktoren der KI-Strategie sind sektorübergreifende, ganzheitliche Lösungen, welche Zeiteinsparungen in der Umsetzung ermöglichen, und die erfolgreiche Schaffung von KI-förderlichen Rechtsbedingungen und einer Cybersicherheit.

Vereinigte Staaten von Amerika (USA)



Als Global Player zeichnet sich die USA durch etablierte Kooperationsstrukturen zwischen Regierung, Privatsektor und Hochschulen aus, wobei der öffentliche Förderschwerpunkt auf der Grundlagenforschung und der private Förderschwerpunkt auf der Anwendungsforschung liegt. Ein verfolgtes Ziel ist der Abbau von Regularien für mehr Flexibilität und Wachstum sowie die Entwicklung und öffentliche Bereitstellung hochqualitativer Daten zum Trainieren und Testen von KI-Algorithmen. Zudem soll die Messung und Evaluation von KI-Technologien anhand technischer Standards und Benchmarks ermöglicht werden [28, 35].

China



Die KI-Strategie Chinas zeichnet sich durch ein Stufenprogramm mit messbaren volkswirtschaftlichen Meilensteinen und Benchmarks aus. Initiativen zur Talentförderung, zum Ausbau der Infrastruktur und Zusammenarbeit des öffentlichen und privaten Sektors wie auch der Aufbau von KI-Innovationsplattformen zur Förderung der Entwicklung vernetzter Produkte und intelligente Support-Systeme tragen zu Chinas Stellung als Global Player bei [36].

1.6 Herausforderungen für den Standort Deutschland und Europa

Deutschland hat großes Potenzial eine Vorreiterrolle in den Bereichen Daten und KI einzunehmen. Allerdings steht Deutschland auch im Wettbewerb mit anderen Wirtschaftsräumen, die bereits große Fortschritte machen. Laut dem VDE Verlag [37] beurteilen nur 1 Prozent der befragten Unternehmen und Hochschulen Deutschland als Vorreiter in KI. Im Vergleich dazu schätzen Experten China und Nordamerika deutlich stärker in der Vorreiterrolle ein (ca. 37 Prozent).

Die größten Hindernisse Daten und KI vermehrt einzusetzen, sind für Unternehmen vor allem fehlende Qualifikation der Mitarbeiter, fehlende Potenzialanalysen, fehlende Kompetenzen, fehlende externe Experten, Fachkräftemangel und fehlende datenschutzrechtliche Regelungen. Trotz der Schwierigkeiten KI zu etablieren sehen jedoch 91 Prozent der Befragten großes Potenzial in ihrer Nutzung [38]. Die fehlenden Kenntnisse entstehen demnach nicht aufgrund mangelndem Interesse oder Resignation gegenüber neuen Entwicklungen. Es sind andere Gründe, wie z. B. zeitliche Einschränkungen. Der täglich laufende Betrieb hindert Unternehmen nach neuen Lösungen zu suchen, Wissen anzueignen oder geeignete Personen einzustellen. 37 Prozent der Unternehmen sind nicht in der Lage das tägliche Geschäft zu betreiben, während sie neue Ansätze und Lösungen suchen [11].

Obwohl viele Unternehmen KI zögerlich anwenden, gibt es auch vielversprechende Gegenbeispiele (auch bei KMUs), sogenannte »hidden champions«. Diese Unternehmen entwickeln bereits fortschrittliche, datengetriebene Lösungen. Hidden champions sollten gezielt unterstützt werden, damit sie einerseits wachsen können, andererseits aber auch weitere Unternehmen motivieren können. Der Eintritt in ein Ökosystem könnte hidden champions dabei helfen, sich mit anderen Vorreitern zu vernetzen und gemeinsame Leistungen zu erstellen. Außerdem ist es denkbar, dass Vorreiter mit Unternehmen kooperieren, die gerade erst am Anfang stehen und sich so gegenseitig unterstützen.

Eine weitere Herausforderung, die Unternehmen (vor allem kleine und mittelgroße) haben, ist ihre technische Ausstattung für fundierte Datenanalysen. Für eine funktionierende KI ist es notwendig, sowohl eine große Datenbasis als auch eine leistungsstarke Infrastruktur (z. B. Server und Prozessoren) zu besitzen bzw. zu nutzen. Allerdings haben gerade kleinere Unternehmen nicht die finanzielle Kapazität, für eine ausreichende Hardware zu sorgen und auch nicht die Ressourcen, große Datenmengen im Alltag zu generieren. Im Gegenzug dazu haben weiterentwickelte Unternehmen oftmals das Problem, dass sie über ausreichend technische Anforderungen verfügen und täglich enorme Mengen an Daten generieren, allerdings nicht die Möglichkeit haben diese sorgfältig auszuwerten. Die Flut an Daten überfordern sie und die vorhandenen Ressourcen reichen nicht aus, um effizient mit ihnen umzugehen. Auch hier ist das Ökosystem eine Chance die Hindernisse zu überwinden. Die Wechselbeziehungen untereinander tragen dazu bei, sich gegenseitig zu unterstützen.

Eine weitere und essenzielle Herausforderung stellt der Datenschutz dar. Bis zum heutigen Zeitpunkt gibt es keine einheitlichen Regulierungen hinsichtlich Datensouveränität in Ökosystemen. Das ist vor allem bei sensiblen Unternehmensdaten kritisch. Auf einer Plattform mit verschiedenen Akteuren muss es Reglements geben, die vor Datenmissbrauch schützen. 44 Prozent der Unternehmen machen sich Sorgen, dass in einem Ökosystem unternehmensinterne Geheimnisse veröffentlicht werden [11].

Diese Sorge muss durch eine souveräne rechtliche Reglementierung hinfällig werden. Vor allem bei grenzüberschreitenden Kooperationen werden Entscheidungen auf internationaler Ebene benötigt. Denkbar wären europäische Reglementierungen. Zusätzlich zu den Regulierungen wird ein hohes Niveau an IT-Sicherheit in den Systemen verlangt. Die Voraussetzungen und Anforderungen an die IT-Sicherheit sollten ebenfalls vorab durch rechtliche Regulierungen gestärkt werden. Gerade die Global Player aus dem amerikanischen und chinesischen Raum setzen bei ihrer Arbeit keinen Schwerpunkt auf die Datensouveränität der Akteure und den Schutz sensibler Daten. Dieser Aspekt könnte das Alleinstellungsmerkmal deutscher und europäischer Ökosysteme werden. Erst wenn die Sicherheit und die Souveränität der eigenen Daten gewährleistet sind, kann der Anreiz für einen Beitritt in ein Ökosystem geschaffen werden.

1.7 Chancen für den Standort Deutschland und Europa Forschungshochburgen der Künstlichen Intelligenz in Deutschland

Europa und insbesondere Deutschland verfügen über eine differenzierte und leistungsfähige Forschungslandschaft mit Hochburgen der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens.

Maschinelles Lernen benutzt Lernalgorithmen, die »Wissen« aus »Erfahrung« generieren, indem sie Parameter für komplexe Modelle optimieren. Das Modell kann anschließend auf neue, potenziell unbekannte Daten derselben Art und Struktur angewendet werden. Somit bedarf Maschinelles Lernen weder manueller Wissensangabe noch expliziter Programmierung eines Lösungswegs [5].

Herausragende Beispiele sind das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz in Saarbrücken, das Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme in Tübingen, die Universität des Saarlandes, die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, die Ludwig-Maximilians-Universität München und Technische Universität München sowie zahlreiche Fraunhofer-Institute wie das Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS) in Kooperation mit der Universität Bonn. Allerdings besteht die Gefahr einer Abwanderung von gut ausgebildeten Studenten und Spitzenkräften. Um dem entgegen zu wirken, müssen attraktive Rahmenbedingungen für Experten in Europa und Deutschland geschaffen werden. Beispielsweise durch die Schaffung der in der nationalen KI-Strategie angekündigten 100 Professuren. Darüber hinaus bedarf es der Förderung und Sicherstellung des Transfers aktueller Forschungsergebnisse in die Anwendung über bilaterale Kooperationen und systematische Spin-off-Prozesse.

Datenökosysteme für die Potenzialausschöpfung deutscher Datenbestände

Deutsche Unternehmen aus verschiedenen Branchen investieren zunehmend in eigene KI-Forschung und intelligente Robotersysteme. Für deutsche und europäische Unternehmen bieten sich enorme Geschäftspotenziale, da sie über einen umfangreichen »Datenschatz« verfügen [39]. Dieser setzt sich aus einer hohen Zahl von Produktinstallationen (»Installed Base«), aus automatisierten und verbundenen Geschäfts- und Produktionsprozessen, sowie aus wohl dokumentierten Produktinformationen zusammen. Jedoch weisen kleinere und mittlere Unternehmen – eine starke Säule der deutschen Wirtschaft – oft Nachholbedarf in der Digitalisierung von Prozessen und Zurückhaltung in der Forschung und im Einsatz von KI-Lösungen auf [40]. Um das Datenpotenzial ausschöpfen zu können, müssen verschiedene Herausforderungen überwunden werden. Beim Aufbau von Geschäftsökosystemen sollte schnell eine kritische Masse erreicht werden, damit Netzwerkeffekte greifen können und der Nutzen der Teilnahme am Ökosystem – und damit an der Innovation – für den Einzelnen steigt. Juristische Herausforderungen ergeben sich einerseits aus der Übertragung des Eigentums- und Besitzbegriffs auf Daten sowie andererseits aus ethischen Überlegungen zur Nutzung von Daten. Aus technischer Sicht sind Forderungen nach der Interoperabilität von Daten über Plattformen hinweg, der Nachverfolgbarkeit von Daten über die gesamte Datenwertschöpfungskette (also von der Erzeugung der Daten in Sensorik bis zu ihrer Nutzung in KI-Verfahren), sowie nach Datensicherheit und Datensouveränität zu adressieren [39].

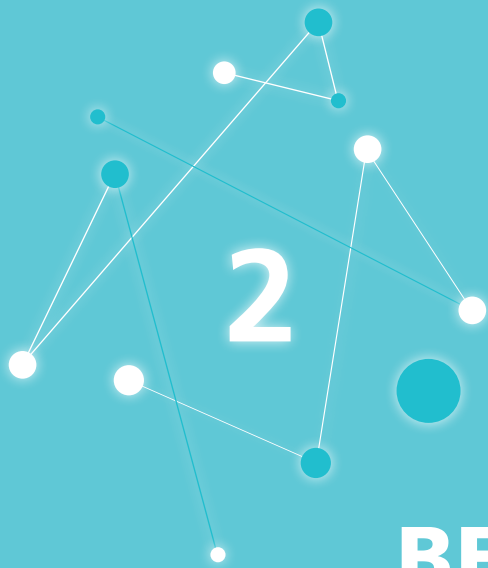
Digitale Souveränität, Interessenwahrung und ethische und rechtliche Rahmenbedingungen

Im globalen Daten- und KI-Wettstreit dominieren derzeit monopolistisch bzw. staatskapitalistisch wirkende »Hyper-Scaler«-Strategien vornehmlich US-amerikanischer bzw. chinesischer Anbieter. Beide Ansätze berücksichtigen weder die Souveränität des Datenerzeugers und -besitzers, noch seine Interessen in Bezug auf Datenschutz und Privatheit.

Sie stellen somit sowohl für die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft, als auch für liberale Gesellschaftsordnungen eine Bedrohung dar. Um diesen Bedrohungen und Abhängigkeiten zu internationalen Anbietern entgegenzuwirken ist eine Dateninfrastruktur für KI erforderlich [13], die einerseits die o. a. Herausforderungen adressiert und andererseits auf europäischen Werten wie Selbstbestimmung, Mitwirkung, Föderalismus und Offenheit basiert [40]. Die von der Bundesregierung vorangetriebene Dateninfrastruktur GAIA-X soll eine deutsche Alternative zu internationalen Modellen bieten, die den Werten und Sicherheitsstandards Europas entspricht, Datenverfügbarkeit verspricht und die Angst vor dem Verlust der Datensouveränität und der Gefahr der Ausbeutung beseitigt. Dafür ist geplant, dass GAIA-X in Kooperation mit der Initiative International Data Spaces (IDS) aufgebaut wird, um eine interoperable, souveräne und sichere digitale Infrastruktur in Europa zu etablieren [41, 42]. Besonders für kleine und mittlere Unternehmen können einheitlichen Normen und Standards in Datenökosystemen eine Unterstützung in der Forschung und Anwendung von KI-Technologien darstellen; da Best Practices kommuniziert und die Einhaltung von Regularien mittels klarer Vorgehensweisen erleichtert werden können.

Datenökosysteme als Befähiger von Netzwerkeffekten

Ziel für Deutschland sollte es sein, Datenökosysteme als »Enabling Factor« zu etablieren, welche die Vernetzung von Forschungseinrichtungen und Unternehmen stärken, die Interessen der Eigentümer von Daten und Datensouveränität wahren und die gemeinsame Nutzung von Daten und KI-Ressourcen ermöglichen. Die Validierung von eigenen und fremden Algorithmen mit größeren, teils-kombinierten Datensätzen, die proprietär unterschiedlichen Akteuren des Ökosystems zuzuordnen sind, erlauben zudem die Förderung hoher Qualität von Daten und Algorithmen.



BEGRIFFE, HISTORIE UND ENTWICKLUNGEN

Um das konzeptionelle Verständnis von Daten im Kontext von Ökosystemen und der Künstlichen Intelligenz zu schärfen, beschreibt der folgende Abschnitt zentrale Begrifflichkeiten der Digitalisierung. Aufgrund der Neuartigkeit in der Kombination der Konzepte wird sowohl auf die Historie als auch auf zukünftige Trends eingegangen. Ein wesentlicher Bestandteil stellt dabei die digitale Souveränität von Daten dar, welche die Nutzung von KI in komplexen Wechselbeziehungen zwischen Akteuren in Ökosystemen befähigt.

2.1 Digitalisierung

Durch die immer kürzeren Lebenszyklen von Informations- und Kommunikationstechnologien ist die Durchdringung der Digitalisierung sowohl im privaten als auch im betrieblichen Bereich allgegenwärtig zu spüren. Die Digitalisierung beinhaltet eine Vielzahl an technischen Treibern, die zu einer neuen Dimension der Datenverfügbarkeit und Vernetzung der virtuellen und physischen Welt in Echtzeit vorstoßen. Technische Innovationen in den Bereichen intelligenter Sensorik mit Cyber-physischen Systemen (CPS), Big Data und KI sowie Cloud Computing beschleunigen das Wachstum im Internet der Dinge [43].

Digitalisierung im Kontext dieses Positionspapiers steht für die Veränderung von Geschäftsmodellen und unternehmensinternen Kernprozessen durch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) [44].

Digitalisierung steht auch für die umfassende Vernetzung von physischen und digitalen Objekten mittels neuartiger Sensor- und Kommunikationstechnologien. Diese Entwicklung lässt eine rapide und massenhafte Ansammlung von Daten erkennen, womit das Wachstum im Internet der Dinge kontinuierlich beschleunigt wird [45]. Im unternehmerischen Kontext ermöglicht die Digitalisierung durch die Vernetzung von intelligenten Objekten innovative und hybride Leistungsbündel. Objekte stehen in diesem Zusammenhang für physische Komponenten wie Betriebsmittel, Produkte, Maschinen oder Produktionsanlagen. Objekte werden intelligent bzw. »smart«, wenn diese mit zusätzliche Eigenschaften wie Rechenleistung, Sensorik, Kommunikationsmodulen oder digitalen Dienstleistungen ausgestattet werden und die Fähigkeit besitzen, Informationen und Daten zu verarbeiten und zu versenden. Physische Objekte wie z. B. Geräte, Maschinen oder Produkte können zusätzlich als virtuelles digitales Abbild und mit Diensten aus dem Internet verbunden oder ausgewertet werden. Bestehende Infrastrukturen in Produktionsanlagen wie Maschinen oder Produkte lassen sich digital nachrüsten und finden Anwendung im Internet der Dinge.

Viele Unternehmen befinden sich derzeit im Prozess der Digitalisierung. Insbesondere im industriellen Kontext ist eine fortschreitende Entwicklung der Digitalisierung durch den Einzug autonomer Systeme zu beobachten. Aus Sicht eines einzelnen Unternehmens verändert die Digitalisierung traditionelle Branchen und Wertschöpfungsprozesse, sowie existierende Strukturen und die Gestaltung von Geschäftsmodellen [46]. Unternehmen sind bestrebt, in diesem digitalen Wettlauf nicht zurückzufallen und fördern zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit Investitionen in die IT und Reorganisation ihrer digitalen Agenda. Der Paradigmenwechsel ist durch den Anstieg innovativer Technologien, einer vielfältigen und dynamischen Datenlandschaft sowie der Entstehung komplexer digitaler Ökosysteme gekennzeichnet. Der Weg zu innovativen und datengetriebenen Geschäftsmodellen stellt Unternehmen zusätzlich vor neuen Herausforderungen und macht es erforderlich, Daten als Wirtschaftsgut zu verstehen [47].

Wie fortgeschritten ist die Digitalisierung von Unternehmen in Deutschland?

Mit dieser Frage beschäftigt sich das BMWi-geförderte Leuchtturmprojekt »DEMAND«. Das Fraunhofer Institut für Software- und Systemtechnik hat in Zusammenarbeit mit dem Institut der deutschen Wirtschaft (IW) in einer repräsentativen Studie herausgefunden, dass sich 84 Prozent der befragten Unternehmen auf der Stufe »Digitaler Einsteiger« befinden [48].



DEMAND

Die Digitalisierung umfasst Entwicklungskonzepte für eine ganzheitliche Vernetzung von Menschen, intelligenten Objekten und autonomen Systemen. Diese Art der Vernetzung ist nicht domänenspezifisch und gilt über viele Branchen hinaus. Weitere vielversprechende Anwendungsgebiete umfassen intelligente Fabriken (Smart Factory), die Energieversorgung (Smart Grid), intelligente Gebäude (Smart Building) und Häuser (Smart Home) sowie komplette städtische Infrastrukturen (Smart City) [49].

Die Digitalisierung trägt damit dazu bei, vorher nichtexistierende Zusammenschlüsse von unterschiedlichen Bereichen aus Infrastruktur, Gesellschaft und Wirtschaft miteinander zu verknüpfen. Der Trend zur weiteren Vernetzung wird auch in Zukunft anhalten. Dadurch erfordert die Digitalisierung von allen Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik neuartige Denkansätze und die Initiierung geeigneter Maßnahmen zum Aufbau einer Dateninfrastruktur. Im Hinblick auf die digitale Transformation von Unternehmen wird es erforderlich sein, eine zukunftsfähige und moderne IKT-Landschaft auf nationaler und europäischer Ebene voranzutreiben.

2.2 Daten

Alle technologischen Entwicklungen der Digitalisierung sorgen für einen immensen Bedeutungszuwachs von Daten. Das immer größer werdende Interesse an Daten, ihrer Verarbeitung und Analyse z. B. für neue Geschäftsmodelle führt gleichzeitig zu einem breiten Spektrum der Begrifflichkeiten rundum Daten. Daten beschreiben die Eigenschaften von Geschäftsobjekten, d. h. materielle oder immaterielle Objekte, welche in der realen Welt vorkommen. Zwar gibt es viele Arbeiten zur Unterscheidung von Daten und Information, aber ein eindeutiges und akzeptiertes Verständnis dazu hat sich bisher noch nicht durchgesetzt. Nach ISO/IEC 2382-1 [50] sind Daten die formalisierte, d. h. für die weiterführende Verarbeitung, Interpretation und Kommunikation geeignete Repräsentation der Eigenschaften von Geschäftsobjekten [46]. Im Zuge der Digitalisierung werden Daten häufig als Rohstoff gesehen, der zunächst verarbeitet werden muss, um wertvolle Informationen zu extrahieren. Erst durch die Interpretation von Daten und die Herstellung eines Zusammenhangs im relevanten Kontext werden Daten zu Informationen und Wissen verarbeitet [51].

Wie entwickelte sich der »Daten-Rohstoff« im Laufe der Zeit?

Dem Trend liegt eine Entwicklung zugrunde, die mit der Verbreitung datengestützter Planungssysteme in den 1980er und insbesondere Enterprise Resource Planning (ERP) 1990er Jahren einen starken Bedeutungsanstieg von Daten angestoßen haben. Daten fungierten als Befähiger von standardisierten Geschäftsprozessen und ermöglichten eine bedarfsgerechte und unternehmensweite Planung von Ressourcen. Im Zuge der Digitalisierung haben sich die Rollen, Eigenschaften und Merkmale sowie das Wertversprechen von Daten verändert. Dadurch entwickelte sich die Betrachtung von Daten im Zeitverlauf von einem Nebenprodukt von Prozessen und Transaktionen zu einem potenziell wertvollem Gut (engl. Asset), das auch eigenständig als Produkt agieren kann. Mit dem globalen exponentiellen Datenwachstum und den technologischen Möglichkeiten große Datenmengen für weitere Analysen zu speichern, zu verarbeiten und für die unternehmerische Leistungserbringung einzusetzen, stellen Daten für Unternehmen eine schätzenswerte, wertvolle und strategische Ressource dar.

Die Entwicklung von Daten als Ressource bzw. zu einem eigenständigen Wirtschaftsgut kann als Paradigmenwechsel für die Bewirtschaftung von Daten gesehen werden. Sowohl aus Forschungssicht als auch aus wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Perspektive nehmen Daten daher einen großen Stellenwert ein [48].

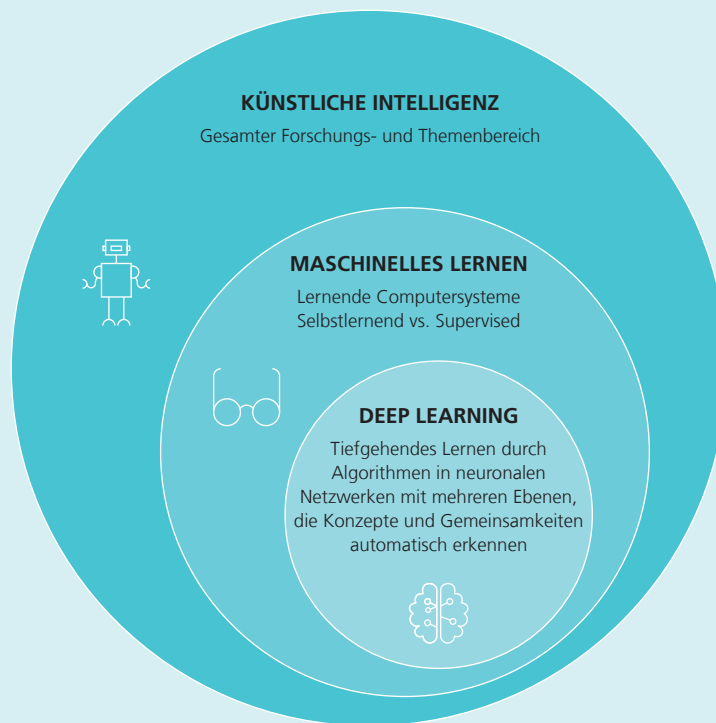


Abbildung 4: Wichtige Begrifflichkeiten der Künstlichen Intelligenz (eigene Darstellung in Anlehnung an [52])

Was bedeuten Daten im Kontext der Digitalisierung und der Künstlichen Intelligenz?

Mit der rapiden Fortschreitung der Digitalisierung können mit Hilfe von neuartigen Konzepten der Informations- und Kommunikationstechnologien vielfältige Anwendungsszenarien verwirklicht werden. Daten werden dadurch zu einem grundlegenden Kernelement der Digitalisierung, da sie nicht nur neue Technologien wie KI oder Big Data antreiben, sondern auch innovative Geschäftsmodelle zum Beispiel in digitalen Plattformen ermöglichen. Durch die steigende Verfügbarkeit von Daten und digitalen Services können neue wirtschaftliche Verwertungsmöglichkeiten genutzt werden.

Innovative Geschäftsmodelle, welche erst durch die Verwendung von großen und qualitativ hochwertigen Datenmengen realisiert werden können, stärken die Rolle der Daten als grundlegendes Element der Digitalisierung.

2.3 Künstliche Intelligenz

Der Begriff »Künstliche Intelligenz« steht für eine Vielzahl von Technologien mit dem Ziel, Systeme zu entwickeln, welche durch kontinuierliche Erfahrungszyklen in der Lage sind, komplexe Anwendungsprobleme zu lösen [53]. Die ursprüngliche Vision von KI-Systemen visierte insbesondere die Nachbildung intellektueller und menschlicher Fähigkeiten an. Eine einheitliche Definition des Begriffs Künstliche Intelligenz ist noch nicht festgelegt, sodass zum jetzigen Zeitpunkt noch eine Vielzahl an existierenden Definitionen eine konsistente und allgemeingültige Begriffsbestimmung von KI beeinträchtigt. Eine konzeptionelle Annäherung des Begriffs erfolgt über die Unterscheidung einer »schwachen« bzw. einer »starken« KI. Eine schwache KI orientiert sich an Ansätzen zur Lösung eines spezifischen Anwendungsproblems. Dabei folgt der dahinterliegende Algorithmus mathematischen Funktionen, welcher in der Lage ist, formal beschriebene Prozesse ähnlich der menschlichen Intelligenz zu bewältigen. Bekannte Werkzeuge dieser Art der KI sind z. B. Sprachassistenzen, die nach einem Input in Form eines sprachlichen Befehls oder einer Frage, entsprechend reagieren. Eine »starke« KI dagegen geht über die reine Klassifizierung hinaus und verwendet weitere Methoden der Datenverarbeitung zur Nachbildung menschlicher Intelligenz, z. B. durch Clustering oder Assoziierung. Diese Form der KI wäre in der Lage, die kognitiven und intellektuellen Fähigkeiten von Menschen zu erzielen bzw. zu übertreffen [54].

Historisch betrachtet blickt die KI bereits auf Jahrzehnte lange Erfahrungswerte, welche sich mit der Fortschreitung der Informationstechnologie kontinuierlich verbessert haben. Ein erster Höhepunkt wurde im Rahmen der Kybernetik bereits in den 1940er bis 1960er Jahren, mit der Entwicklung und Implementierung erster Theorien und Modelle zum Lernen von Perzeptronen, also künstlicher Neuronen, erreicht [54]. In diesen Zeitraum fällt auch der Vorschlag des sogenannten »Turing-Test« von Alan Turing, der sich mit einem Test für die Identifikation einer menschlichen Person bzw. einer Maschine innerhalb eines Chats befasste [16]. Ein weiterer Höhepunkt fand in den 1980er bis Mitte der 1990er statt, initiiert durch einen konnektionistischen Ansatz [55]. Die Aufgabenbereiche fokussierten sich dabei auf eng definierte und strukturierte Bereiche wie beispielsweise Schach, mathematische Beweise oder Fehlerdiagnosen. Erste heuristische Suchen basierten auf manuell eingegebenem Wissen (Klassenhierarchien mit vererbten Eigenschaften, Wenn-Dann-Regeln, logische Formeln und Konsistenzbedingungen). Aufgrund von mäßigen Erfolgen endete dieser Zyklus in einem sogenannten »KI-Winter«. Dennoch haben einige, in dieser Periode entwickelten Konzepte, in der aktuellen Entwicklung von KI eine Renaissance erlebt und bilden relevante Grundbausteine, wie beispielsweise die Backpropagation [55]. Die aktuellen Entwicklungen im Bereich KI basieren auf dem Durchbruch neuronaler Netze; spezifischer dem mehrschichtigen Aufbau von künstlichen Neuronen in einem Netzwerk.

Einerseits können mehrschichtige Neuronennetze trainiert werden bzw. sind in der Lage eigenständig zu lernen. Dieser Prozess wird als »Deep Learning« bezeichnet. Andererseits hängt die aktuelle Entwicklung stark mit Synergieeffekten zusammen wie z. B. der Zunahme an Rechenleistung, insbesondere von Grafikprozessoren. In Kombination konnten beeindruckende Erfolge aufgezeigt werden, wobei die Domänen der Bild- und Sprachverarbeitung signifikant auffallen. Beispielsweise konnte Google mittels Umstellung der Spracherkennung in Smartphones auf Deep Learning, die Fehlerrate um 25 Prozent reduzieren.

Zusammenfassend kann retrospektiv ein Zusammenhang zwischen zunehmend komplexen und exakten KI-Modellen und einer verbesserten Computerinfrastruktur sowie Verfügbarkeit, sowohl in Bezug auf Hardware als auch Software, identifiziert werden. Der Zugriff auf Wissen zu KI-Modellen und Lernalgorithmen folgt aktuell in weiten Teilen einem Open Source Ansatz. Die großen KI treibenden Internetkonzerne stellen zusätzlich Code und Lernplattformen zur Verfügung. Dadurch wird eine Partizipation an Weiterentwicklungen unternehmensunabhängiger Personen ermöglicht und die Attraktivität der eigenen Technologien und Frameworks verbreitet. Der Wissenszugriff im Bereich KI und deren Implementierung und Anwendung war damit historisch betrachtet noch nie leichter [16].

HYBRIDE KI-TECHNOLOGIEN BEI FRAUNHOFER

Mehrere Fraunhofer-Institute forschen in verschiedenen Branchen an hybriden KI-Technologien der nächsten Generation, die Lernalgorithmen mit abstraktem Expertenwissen in Systemen kombinieren, die nachvollziehbar funktionieren und deshalb besonders für die Kooperation mit Menschen geeignet sind. Durch die Medien gehen nun die zusätzlichen Risiken lernender KI-Systeme: Wer verantwortlich und haftet für mögliche Schäden, wenn nicht nachvollziehbar ist, was sie gelernt, hinzugelernt und was sie nicht gelernt haben? Wer kann sie rechtzeitig stoppen und wie soll das gehen? Fraunhofer forscht speziell an der Entwicklung von physikalisch und digital sicheren Systemen, die unfallfrei betrieben werden können und schwer zu manipulieren sind.

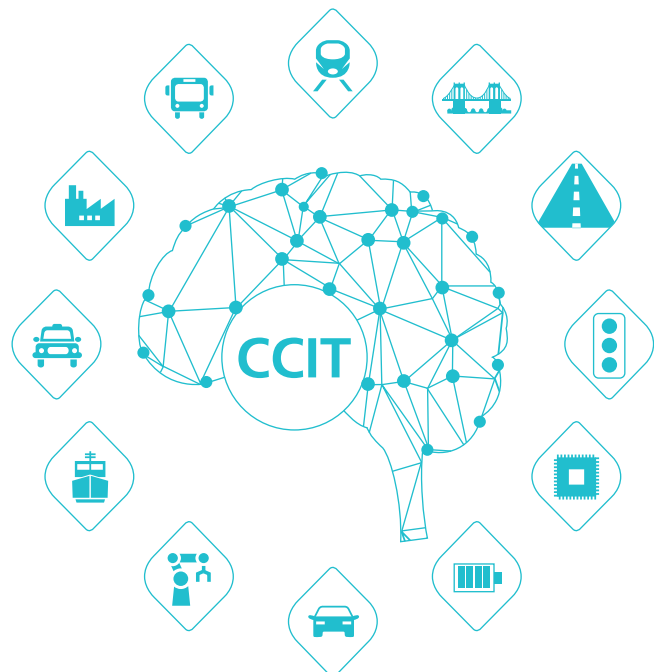
Die Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz unterstützt Unternehmen dabei, tragfähige Strategien zur digitalen Transformation zu entwickeln und umzusetzen. Das technologische Angebot beinhaltet innovative Datenanalyse-Tools, ML-Verfahren sowie Big-Data-Plattformen. Cloud-Dienste ermöglichen ein agiles Experimentieren mit verschiedenen Technologien. Schulungen für Data Scientists qualifizieren Mitarbeiter unterschiedlicher Fachrichtungen, damit Unternehmen in gemischten Teams KI-Technologien erfolgreich einsetzen und entscheidende Wettbewerbsvorteile nutzen können.

Weitere Informationen: bigdata.fraunhofer.de

Neben der Erforschung und Entwicklung von KI-Modellen und der vereinfachten Anwendbarkeit durch verschiedene Rahmenwerke, hat sich ein weiterer Trend herauskristallisiert. Der Erfolg und die Nützlichkeit von KI-Modellen ist mit der Anzahl verfügbarer Trainingsdaten gestiegen. Tatsächlich ist der Unterschied zwischen den Lernalgorithmen heutiger KI-Modelle und der des letzten KI-Zyklus eher inkrementell. Die Verfügbarkeit von notwendigen Ressourcen und Datensätzen ist dagegen stark gestiegen. Die Entwicklung von Big Data und der Digitalisierung im Allgemeinen wirkt hier unter anderem als Enabler für die Verfügbarkeit von notwendigen Datensätzen [55].

Ian Goodfellow [55] definierte 2016 als Richtlinie, dass für das Erreichen menschlicher Leistung ein KI-Algorithmus mit mindestens 10 Millionen beschrifteten Datensätze pro zu identifizierender Kategorie trainiert werden muss.

Die aktuelle Forschung beschäftigt sich mit KI-Systemen, die autonom abstrahieren und abstraktes Expertenwissen nutzen können, mit dem Ziel die Anpassungsfähigkeit und den Anwendungsbereich zu erweitern. Andererseits gibt es für viele Fragestellungen zu wenig brauchbare Daten. Häufig ist die Datenverfügbarkeit durch verteilte Datensilos nicht gegeben oder es mangelt an der notwendigen Datenqualität. Mit diesen aus Forschungs- und Praxissicht relevanten Problemstellungen beschäftigen sich unter anderem Fraunhofer-Wissenschaftler im Forschungs-Cluster »Cognitive Internet Technologies«.



2.4 Ökosystem

Im Zuge der Digitalisierung werden verschiedene Konzepte rund um den »Ökosystem«-Begriff beleuchtet, wie bspw. »Geschäftsökosystem« [56, 57], »Plattformökosystem« [58, 59], »digitales Ökosystem« [60]. Das kontinuierliche Wachstum verschiedener Konzepte führt zu einem hohen Maß an Mehrdeutigkeit und Unschärfe um diese zentralen Begriffe [61]. Die verschiedenen Analogien besitzen ähnliche Prinzipien, da sie sich alle auf das ursprüngliche Konzept von biologischen Ökosystemen beziehen. Biologische Ökosysteme beschreiben natürliche und sich stetig entwickelnde Systeme, die von einer Dynamik geprägt sind, sich ständig neuformieren, auf natürliche Störungen reagieren und wo sich Spezies im Wettbewerb befinden [62]. In diesem Kontext applizierte Moore [63] das Konzept von Ökosystemen auf die Geschäftswelt. Dadurch popularisierte er den Begriff der »Business Ecosystems«, um Formen wirtschaftlicher Aktivitäten zwischen Unternehmen zu beschreiben, die darauf abzielen, Waren und Dienstleistungen von Wert für Kunden zu produzieren. Das Geschäftsumfeld der beteiligten Akteure umfasst klassischerweise Lieferanten, Kunden oder sonstige Geschäftspartner, die hinsichtlich der gemeinsamen Wertschöpfung stark voneinander abhängig sind [63]. Durch steigende Investitionen in die Informationstechnologien, nimmt die Durchdringung digitaler Technologien in Unternehmen und allen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens zu. Diese Entwicklung spiegelt das ganzheitliche Konzept eines digitalen Ökosystems wider und ermöglicht eine Umgebung, wo »digitale Spezies« wie z. B. Software, Smarte Services und digital affine Akteure mit der Unterstützung der notwendigen IT-Infrastruktur ein kollaboratives Netzwerk bilden [58]. Durch die Zunahme von Daten als erfolgskritische Ressource für digitale Produkte bzw. digitale Dienstleistungen (engl. Smart Services) wird auch häufig von »Datenökosystemen« gesprochen [64, 65].

Datenökosysteme zeichnen sich durch vielfältige Wechselbeziehungen in einem Netzwerk aus mehreren Akteuren wie z. B. Organisationen, Unternehmen, Individuen, Software, Hardware etc. aus, welche durch ihre Interaktion in Form eines Datenaustauschs zum Leistungs- und Wertversprechen beitragen. Die miteinander interagierenden Akteure tragen dazu bei Ressourcen in Form von Daten einzubringen. Dadurch kann ein Mehrwert für alle beteiligten Akteure im Ökosystem geschaffen werden. Der verstärkte Einsatz von interagierenden IT-Systemen wird nicht nur vertikal auf allen Unternehmensebenen intensiviert. Auch horizontal wird die Vernetzung unternehmensübergreifend angestrebt. Durch die Anbindung mit anderen Produktionsanlagen, Lieferanten oder Kunden entstehen komplexe Verbindungen zwischen Menschen, IT-Systemen und Maschinen. Diese schließen sich zu Geschäftsökosystemen zusammen, um Informationen und Daten über die Wertschöpfungskette hinweg miteinander zu kommunizieren und ein gemeinsames Leistungsversprechen zu verwirklichen.

Wie ändert sich die Wertschöpfung durch Ökosysteme?

In einem Ökosystem bringt idealerweise jeder Akteur Ressourcen z. B. in Form von Daten ein. So kann das Verhalten eines einzelnen Akteurs auch Auswirkungen auf alle anderen Akteure haben. Die vormals isolierte Produktionslandschaft entwickelt sich zunehmend über Kommunikationsnetzwerke mit an der Wertschöpfung beteiligten Partnern zu einer dezentral organisierten Struktur. Bisher wurde das Konzept von Ökosystemen vor allem aus einer unternehmensinternen Perspektive diskutiert und bezieht sich auf das Ökosystem als die Gesamtheit der internen Akteure, die an der Nutzung von Daten beteiligt sind.

Welche Akteure interagieren in einem Ökosystem?

In einem Ökosystem sind verschiedenartige Akteure beteiligt, die durch ihre Beteiligung und Mitwirkung eine bestimmte Funktion bzw. eine Rolle einnehmen. Für Akteure fallen zur Erreichung gemeinschaftlicher Wertschöpfungsprozesse in ihrer Funktion im Ökosystem Aktivitäten bzw. Aufgaben an. Die Auslegung der Rollenbesetzung unterscheidet sich sowohl in wissenschaftlichen Publikationen und praxisorientierten Initiativen. Eine allgemeine Betrachtung lässt sich allerdings durch die Ableitung von Rollen ermöglichen, welche zur Ermöglichung eines Ökosystems erforderlich sind [66]. Dazu gehören unter anderem Akteure, die Daten zur Verfügung stellen (»Data Provider«) und auf der Gegenseite Akteure, die Daten nutzen (»Data Consumer«). Häufig werden je nach Anwendungsfall weitere Akteure genannt, die für eine ganzheitliche Netzwerkorganisation benötigt werden. Beispielsweise wird eine Instanz notwendig sein, welche die Vernetzung zwischen Datenanbietern und Datennutzer vorantreibt, ein sog. »Broker«, oder Anbieter zur Bereitstellung der technischen Infrastruktur oder zur Realisierung von datengetriebenen Dienstleistungen wie z. B. die Aufbereitung, Analyse und Visualisierung von Daten. Alle Akteure sind je nach Rolle und Betrachtungswinkel auf das Szenario in irgendeiner Form z. B. durch das Einbringen von Daten oder Bereitstellung von Services am Ökosystem beteiligt. Im Kern steht der Endkunde im Fokus, welcher von dem Datenaustausch durch die Bereitstellung neuartiger und individualisierter datengetriebener Produkte und Dienstleistungen profitiert [48, 68].

2.5 Datensouveränität

Die Rolle von Daten als strategische Ressource und die Entstehung von Ökosystemen führt zu einem Zielkonflikt für Unternehmen. Denn einerseits verfolgen Unternehmen das Ziel, in vielen Fällen sind sie aufgrund externer Einflüsse geradezu dazu gezwungen, Daten in Ökosystemen auszutauschen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Aber andererseits zielen Unternehmen – gerade aufgrund der wachsenden Bedeutung der Daten – in zunehmendem Maße darauf ab, ihre Daten zu schützen. Dieser Zielkonflikt verstärkt sich, je mehr sich Unter-

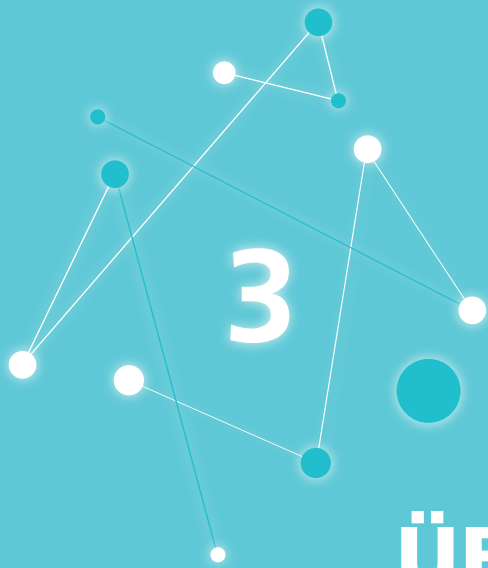
nehmen in Ökosystemen engagieren und je stärker dadurch der Wertbeitrag der Daten für den Erfolg steigt.

Dieser Zielkonflikt lässt sich nur auflösen, wenn es Unternehmen gelingt, ihre digitale Souveränität zu wahren. Es erfordert auch, dass Unternehmen ein Gleichgewicht zwischen den gegensätzlichen Interessen der Kontrolle über ihre Datenbestände und der Bereitschaft, Daten auszutauschen, finden, um gemeinsame Wertangebote zu entwerfen [67].

Damit Daten ihr volles Potenzial für die Verfahren der Künstlichen Intelligenz entfalten können, müssen sie verfügbar gemacht werden, denn KI-basierte Innovation findet vielerorts unternehmensübergreifend in Geschäftsökosystemen statt. Gleichzeitig muss sichergestellt sein, dass die Interessen der Erzeuger und Besitzer der Daten, also der einzelnen Mitglieder des Ökosystems, gewahrt bleiben. Souveränität über Daten und Algorithmen sind also eine Grundvoraussetzung dafür, dass Innovation in Geschäftsökosystemen gelingt und gleichzeitig einzelne Unternehmen nicht in Bezug auf ihre Daten vernachlässigt werden.

Datensouveränität ist die Fähigkeit einer natürlichen oder juristischen Person zur ausschließlichen Selbstbestimmung hinsichtlich des Wirtschaftsgutes Daten [67].

Datensouveränität äußert sich dadurch in der Balance zwischen Schutzbedürfnis an Daten und ihrer gemeinsamen Nutzung in Ökosystemen. Sie ist eine Schlüsselfähigkeit für den Erfolg in der Datenökonomie. Von besonderer Bedeutung für diese Balance ist die genaue Betrachtung der Daten selbst. Denn nicht alle Daten haben den gleichen Schutzbedarf, und nicht alle Daten liefern den gleichen Wertbeitrag für digitale Dienste in Ökosystemen.



ÜBERSICHT RELEVANTER INITIATIVEN

Im Zuge der Digitalisierung wurden eine Reihe von Initiativen ins Leben gerufen, die als Wegweiser für eine vernetzte und digitale Welt dienen. Der folgende Abschnitt gibt eine Übersicht zu relevanten Entwicklungen bestehend aus nationalen und internationalen Initiativen. Zur Identifikation von relevanten Partnern im intra-organisationalen Datenaustausch fördern domänenspezifische Verbände den Wissensaustausch.

Im Zuge der Digitalisierung wurden eine Reihe von Initiativen ins Leben gerufen, die als Wegweiser für eine vernetzte und digitale Welt erste Referenzmodelle entwickeln. Diese sollen Unternehmen beim Wissensaustausch zu technologischen Entwicklungen und der Berücksichtigung von Handlungsempfehlungen unterstützen. Allerdings ist die Menge an Informationen, Publikationen und Domänenausrichtungen durch unterschiedliche Gestaltungsprinzipien und Ansichten geprägt. Die inkonsistente Verwendung von Terminologie Architekturprägungen erschwert sowohl Einsteigern als auch Experten die passende Ausrichtung für sich zu beanspruchen. Unternehmen stehen dadurch zunehmend vor der Herausforderung, geeignete Rahmenwerke in ihrer richtigen Domäne und geeignete Rahmenwerke für die eigene digitale Transformation des Unternehmens zu identifizieren.

Im Hinblick auf die Anbindung des eigenen Netzwerks im unmittelbaren Geschäftsumfeld sind insbesondere Aspekte technologischer Interoperabilität, z. B. beim Datenaustausch, sowie der Datensouveränität zu berücksichtigen. Dieser Aspekt wird nur vereinzelt und unterschiedlich stark in den Fokus der Initiativen gerückt. Ferner sind domänenspezifische- und übergreifende Standards zur Beschreibung von Entitäten zu beachten [69].

Initiativen der Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft deckt ein breites Spektrum an Initiativen in den Bereichen des Datenmanagements in Ökosystemen und der Künstlichen Intelligenz ab. Neben der technologischen Entwicklung gesellschaftsrelevanter Technologien steht auch der Wissensaustausch zwischen den relevanten Akteuren aus Industrie, Forschung und Politik im Fokus.

Zusätzlich werden im Forschungsprojekt InDaSpacePlus, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), anwendungsnahe Technologien zur Schaffung sicherer Datenökosysteme entwickelt.

Fraunhofer-Cluster of Excellence Cognitive Internet Technologie (CCIT)

Der CCIT erforscht kognitive Technologien für das industrielle Internet und entwickelt aktiv Kernkomponenten, welche unter anderem im International Data Spaces Anwendung finden. Forscher aus unterschiedlichen Disziplinen entwickeln Schlüsseltechnologien entlang der Wertschöpfungskette vom Sensor über intelligente Lernverfahren bei der Datenverarbeitung bis hin zur Cloud-Umgebung. Der CCIT befähigt Unternehmen zur zukunftssicheren Gestaltung ihres Geschäfts, indem es Marktzugänge mit kognitiven Lösungsangeboten und Produkten eröffnet. Durch diese hochintelligenten Lösungen und Produkte soll die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Unternehmen bewahrt, deren Innovationskraft gestärkt und die digitale Souveränität gesichert werden.

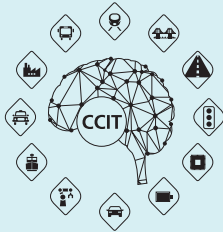
Fraunhofer-Allianz Big Data und Künstliche Intelligenz

Die Fraunhofer-Allianz Big Data und KI bündelt die Kompetenzen von mehr als 30 Fraunhofer-Instituten und ermöglicht einen interdisziplinären und branchenübergreifenden Wissensaustausch in den verschiedensten Facetten der Datenökonomie. Die Fraunhofer-Allianz unterstützt Unternehmen dabei, tragfähige Strategien zur digitalen Transformation zu entwickeln und umzusetzen. Das technologische Angebot beinhaltet innovative Werkzeuge zur Datenanalyse, KI-Verfahren sowie Plattformen.

Domänenspezifische Ausprägungen von Data Spaces im Kontext von International Data Spaces

Die Fraunhofer-Gesellschaft unterstützt im Kontext der International Data Spaces-Initiative (IDS) den Aufbau und die Entwicklung sogenannter Vertikalisierungsinitiativen. Diese domänenspezifischen Ausprägungen führen die relevanten Akteure eines potenziellen Ökosystems in der jeweiligen Branche zusammen, identifizieren Potenziale für den Datenaustausch und entwickeln Anwendungen für die Referenzarchitektur des International Data Space. Es existieren bereits neun Vertikalisierungsinitiativen als Communities zur Vernetzung und Produktisierung des IDS in den jeweiligen spezifischen Domänen. Über die Vertikalisierungsinitiativen ergibt sich für Unternehmen so die Möglichkeit, die relevanten Akteure im Netzwerk zu identifizieren und Synergien durch Wechselbeziehungen mit dem Austausch von Daten zu fördern. Zu den Vertikalisierungsinitiativen zählen derzeit:

- Agricultural Data Space
- Building Data Space
- Energy Data Space
- Maritime Data Space
- Materials Data Space
- Medical Data Space
- Mobility Data Space
- IDS-Industrial Community
- IDS-Logistics Community



Agricultural Data Space

Die digitale Transformation betrifft ebenfalls den Bereich der Landwirtschaft. Der Agricultural Data Space beschäftigt sich daher mit dem potenziellen Einsatz der IDS-Architektur in der Agrarindustrie. Hierdurch soll u. a. ein sicherer Datenaustausch zwischen den bereits vorhandenen Plattformen verschiedener Hersteller ermöglicht werden, um somit den Nutzern (insbes. Landwirten) Souveränität über ihre Daten zu geben. Im Fokus stehen zukünftige Anwendungsszenarien in der Landwirtschaft, welche durch eine einfache und sichere Verfügbarkeit von Daten auf bspw. digitalen Plattformen ermöglicht werden können (z. B. Agrarrobotik, Entscheidungsunterstützung durch umfassende, aufbereitete Informationen oder Sensordatenerfassung).

Building Data Space

Der Building Data Space beschäftigt sich mit der Branche des Bauwesens, welche momentan von dem Paradigma Big Data geprägt wird. Neben dem Hosting und der Analyse gilt die Datensicherheit bzw. die Datensouveränität als Schlüsselkriterium für eine Skalierung über Gebäudebestände, aber auch für die Anwendung von IoT-Lösungen, wie Smart Building und Smart Home. Ziel ist es, den IDS als Technologie zu nutzen, um einen Zusammenschluss unterschiedlicher Domänen, Informationssilos und Beteiligten zu ermöglichen.

Energy Data Space

Die durch die Digitalisierung der Energiebranche entstehende große Menge an Daten führt unter anderem zu Fragen in den Bereichen der Datenspeicherung, der Datensicherheit, des Datenschutzes, dem Eigentum an Daten und damit verbundenen Geschäftsmodellen und -möglichkeiten. Der Energy Data Space stellt für diese domänenspezifischen Fragen ein Lösungskonzept für eine Infrastruktur im Energiesektor dar.

Maritime Data Space

Im Bereich des Maritime Data Space existieren derzeit, neben einer Bündelung zahlreicher im Aufbau befindlicher Initiativen zur Digitalisierung von Teilaspekten der maritimen Branche (wie Schiffbau, Schiffsbetrieb, Hafenwirtschaft, etc.), zwei Anwendungsfälle: Digital life-cycle record for efficient docking und Fleet Performance Management mit Komponenten der IDS-Architektur. Außerdem wird eine Zusammenarbeit mit europäischen Initiativen angestrebt.

Materials Data Space

Der Materials Data Space fokussiert sich auf den Bereich von Werkstoffen, Materialien und daraus entstehende Bauteile. Dabei steht eine ganzheitliche digitale Beschreibung von Materialien entlang des gesamten Lebenszyklus unter Einschluss der Prozessparameter im Fokus. Die Realisierung orientiert sich an konkreten Anwendungsfällen wie bspw. Faserverbundwerkstoffe, Kupfer- und Aluminiumlegierungen, Implantatwerkstoffe und sensorierten Materialien. Der Datenaustausch von Kollaborationen bei Modellierung und Simulation soll mit Hilfe von IDS-Technologien ermöglicht werden.

Medical Data Space

Im Medical Data Space liegt der Fokus auf der Datensouveränität des einzelnen Bürgers in seiner Rolle als Patient, dessen Relevanz sich aus der Kombination kritischer Daten mit hohem Maß an Personenbezug ergibt. Im Vordergrund stehen Anwendungsfälle, die Entwicklung von Referenzmodellen und insbesondere disruptive Anwendungen im Gesundheitswesen. Zielgruppen sind alle Akteure des Gesundheitswesens mit großen Unternehmen, aber auch der Mittelstand und Start-ups.

Mobility Data Space

Für den Bereich der Mobilität existiert der Mobility Data Space. Daten wie Floating Car Data und Sensordaten von Flottenbetreibern beinhalten sensible Personendaten, welche mithilfe von ID-Lösungskonzepten für Datensouveränität ausgetauscht werden sollen. Ausgangspunkt ist ein aufzusetzendes Data-App Ökosystem für die Aufbereitung und Verarbeitung von Daten im Verkehrs- und Mobilitätsanwendungskontext.

IDS-Industrial Community

Die Vertikalisierung Industrial Data Space konzentriert sich auf den Einsatz des IDS im Bereich der (Produktions-) Industrie. Die Möglichkeit eines sicheren Austauschs und eine einfache Verknüpfung von Daten in industriellen Ökosystemen unter Gewährleistung von Datensouveränität war und ist eine der Hauptmotivationen für den IDS. Da sich jedoch im Laufe des Projektes herausgestellt hat, dass diese Kernprobleme domänenübergreifend auftreten, wurde diese Vertikalisierungsinitiative gegründet, um die speziellen Anforderungen von Produktionsunternehmen zu berücksichtigen. Die Arbeiten dieser Community finden im engen Austausch mit der Plattform Industrie 4.0 sowie dem Industrial Internet Consortium statt.

IDS-Logistics Community

Neben der Industrie wird ebenfalls die Logistikbranche zunehmend digitalisiert. Auch hier ergeben sich potenzielle Einsatzgebiete für den IDS, welche in der IDS-Logistics Community identifiziert und analysiert werden. Aktuelle Anwendungsfälle beinhalten die Optimierung von Lieferketten hinsichtlich Kosten und Lieferzeiten sowie Supply-Chain-Risk-Szenarien.

Industrial Internet Consortium (IIC)

Das IIC ist eine US-amerikanische Organisation, welche die technologische Entwicklung und den Einsatz von vernetzten Maschinen und intelligenter Analytik fördert. Dazu veröffentlichte das IIC die Industrial Internet Reference Architecture (IIRA); ein Referenzmodell mit dem Fokus eines branchenübergreifenden Referenzmodells für digitale Anwendungsszenarien. Durch den breiten Umfang von Anwendungsbereichen und Themen mangelt es jedoch teilweise an konkreten Umsetzungsleitfäden. Die Kategorisierungen der IIRA basiert auf den vier Gesichtspunkten oder Viewpoints Business, Usage, Functional und Implementation in Anlehnung an ISO/IEC 42010 [70].

Die Viewpoint-Beschreibungen beinhalten allgemeine Hinweise und Implikationen im Hinblick auf ihren Einsatz, jedoch fehlen konkrete Anforderungen und Handlungsanweisungen für eine potenzielle Implementierung. Dies ermöglicht, dass verschiedene IoT-Architekturen den generellen IIRA-Anforderungen entsprechen können, allerdings werden die Aspekte der Interoperabilität oder des Datenaustauschs aufgrund heterogener implementierter Muster schwer realisierbar. Eine Schlüsselkomponente der Architektur stellt der Bereich des Functional Viewpoints dar, welcher sich auf fast alle anderen Teilbereiche bezieht. Dadurch werden wichtige Teilbereiche wie z. B. Konnektivität oder Sicherheit in separaten Teilbereichen adressiert.

International Data Spaces Association (IDSA)

Die gemeinsam von Bundesforschungsministerium, Fraunhofer-Gesellschaft und Industrie ins Leben gerufene Initiative International Data Spaces (IDS) schafft einen internationalen Standard für Datensouveränität. Der Initiative haben sich mittlerweile 100 Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus 19 Ländern angeschlossen. Die Architektur des IDS konzentriert sich auf einen sicheren und vertrauenswürdigen Datenaustausch mit dem Kernaspekt der souveränen Datenwertschöpfung. Das IDS-Referenzarchitekturmodell [68] (IDS-RAM) besteht aus fünf Schichten zur Etablierung der Interoperabilität und drei Querschnittsperspektiven zur Erreichung des Hauptziels, nämlich der Sicherstellung der End-to-End-Datenhoheit des Dateneigners und der Schaffung eines internationalen Standards. Die syntaktische Interoperabilität wird durch den sog. IDS Connector mit standardisierten Schnittstellen und Austauschprotokollen erreicht. Gebündelt werden alle technischen Entwicklungen und Anwendungen der Referenzarchitektur in der International Data Spaces Association (IDSA).

FIWARE

Die FIWARE Foundation fördert einen Open-Source-Software-Stack, um die Interoperabilität über die IoT-Anwendungsfälle hinaus zu gewährleisten. Das Next Generation Service Interface (NGSI) ist eine standardisierte Web-API für das IoT, die auf RESTful-Interaktionen beschränkt ist. Jedes IoT-Protokoll kann durch geeignete Agenten oder Wrapper verbunden werden. Die aktuell spezifizierte NGSI-LD [71] bietet eine semantisch annotierte JSON-Syntax für die Kontextmodellierung und Richtlinien für die Interaktion mit den jeweiligen Ressourcen.

Internet of Things-Architecture

Das EU-Flaggschiffprojekt »Internet of Things-Architecture« (IoT-A) lieferte eine einheitliche Vision und Anleitung für die Transformation bestehender Insellösungen in ein integriertes IoT. Das skizzierte Architektur-Referenzmodell stellt eine umfangreiche Liste von Anforderungen zu vielen Aspekten von IoT-Architekturen dar und ermöglicht eine strukturierte Kategorisierung von Technologien, Protokollen und Best Practices nach den definierten Schichten und Perspektiven. Mit seinem Fokus auf die Erreichung der Interoperabilität in den Bereichen Kommunikation und Informationsaustausch ist das IoT-A Architektur-Referenzmodell ein wichtiger Schritt zur internet-basierten technischen Integration heterogener Systeme. Das IoT-A-Projekt zielt darauf ab, den Weg für ein gemeinsames Verständnis von IoT-Architekturen zu ebnen. Das IoT Referenzarchitekturmodell (IoT ARM) stellt generische Begriffe und Beziehungen für das IoT zur Verfügung. Abstrakte Konzepte wie Physical Entities, Service oder User bilden die Grundlage für eine einheitliche Beschreibung von IoT-Architekturen [72].

BDVA

Die Big Data Value Association (BDVA) [73] hat es sich zum Ziel gesetzt, im Rahmen einer europäischen Big-Data-Initiative Rahmenbedingungen und Werkzeuge für datengesteuerte Anwendungen bereitzustellen. Im Rahmen der Strategic Research and Innovation Agenda (BDV SRIA) wurde eine Referenzarchitektur für Big Data-Anwendungen veröffentlicht, die einige Teilbereiche von IoT abdeckt [73].

Die Themen im BDVA-Referenzmodell sind nach einer vertikalen und einer horizontalen Dimension gegliedert. Während die letztere einen Datenmanagement-Stack bildet, enthält die erstere Querschnittsaspekte und Herausforderungen. Die genannten Themen und Anliegen werden auf einer geschäfts- und prozessorientierten Ebene kurz definiert. Die Zielgruppe sind Entscheidungsträger in Unternehmen und Politik, daher beschränken sich technische Definitionen auf die Erwähnung entsprechender Initiativen und Organisationen.

Der große Datenumfang des BDVA führt zu einer Konzentration auf die Bereiche Datenbereitstellung, -verarbeitung und -hosting. Interoperabilität, Sicherheit oder das Zusammenwirken werden nur eingeschränkt beleuchtet. Das BDVA-Referenzmodell bietet einen klaren und umfassenden Überblick über die Anliegen an der Schnittstelle von großen Daten- und Cloud-Plattformen [69].

Edgecross

Das 2017 gegründete Japanese Edgecross Consortium [74] schlägt Richtlinien und eine Referenzarchitektur an der Schnittstelle von IoT und Cloud Computing vor. Das Konsortium erklärt, dass die Berechnung und Aggregation von IoT-Daten in der Nähe der Komponente bzw. der Datenquelle erfolgen muss. Daher konzentriert sich Edgecross auf Richtlinien und Spezifikationen für die Datenverarbeitung und -aggregation für Cloud-basierte Anwendungen aus der Sicht von IoT.

Die skizzierten Herausforderungen und beschriebenen Strategien zielen auf die Aspekte Integration- und Interoperabilität ab. Neben dem Hauptthema »edge« mit Berechnungen und Aggregation von Daten nahe der Datenquelle am Rande des Netzwerks, stehen die Datenmodellierung, deren Validierung

und die Vorverarbeitung von Informationen zu übergeordneten Diensten im Vordergrund. Die Untersuchungen des Edgexcross-Konsortiums zeigen die Relevanz der Integrationsherausforderung auf, liefern aber nur begrenzte Erkenntnisse, wie man damit umgeht, zumal die meisten Dokumente nur auf japanisch verfügbar sind [69].

Arrowhead Framework

Das EU Arrowhead Project startete 2013 und ist in Form des Nachfolgeprojekts Productive4.0 noch im Aufbau. Das daraus resultierende Framework besteht, ähnlich wie FIWARE, aus mehreren zentralen Rollen (Service Registry, Orchestrator, Autorisierung). Die Open-Source-Komponenten bilden eine SOA-basierte Architektur in fünf Beispieldomänen: Produktion (Prozess und Fertigung), Smart Buildings und Infrastrukturen, E-Mobilität, Energieerzeugung und virtuelle Energiemärkte [75].

Industrie du Futur

Die französische Alliance Industrie du Futur [76] hat zum Ziel, das Erscheinungsbild der nächsten Generation der Produktionsdomäne zu entwickeln und zu definieren. Ähnlich wie die Plattform Industrie 4.0 soll die Alliance Industrie du Futur industrielle, wissenschaftliche und staatliche Akteure zusammenbringen. Trotz des Bestrebens, internationale Wirkung zu erzielen [77], sind die meisten Publikationen jedoch nur auf französisch verfügbar. Bemerkenswert sind die internationalen Aktivitäten in Zusammenarbeit mit der deutschen Plattform Industrie 4.0 und der italienischen Piano Industria 4.0, um die jeweiligen Anforderungen aufeinander abzustimmen und mehrere Anwendungsfälle für alle Frameworks zu definieren.

Piano Industria 4.0

Das Piano Industria 4.0 [78] ist stark von der deutschen Plattform Industrie 4.0 beeinflusst. Die Initiative ist Teil der Zusammenarbeit zwischen der Alliance Industrie du Futur und der Plattform Industrie 4.0. Analog zu ihrem französischen Gegenstück sind die Hauptzielgruppen von Piano Industria 4.0 die nationalen industriellen und staatlichen Akteure, was erklärt, warum der Großteil der existierenden Publikationen lediglich auf italienisch zur Verfügung steht.

Alliance of Industrial Internet

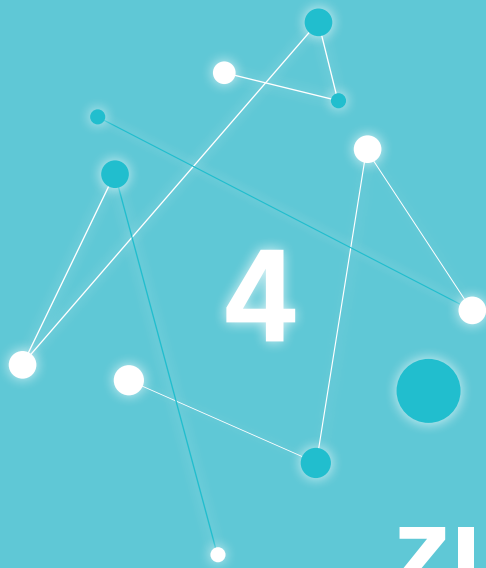
Ein Teil des Programms der chinesischen Regierung »Made in China 2025« ist die Alliance of Industrial Internet (AII) [79]. Während die prominenteren Ankündigungen über »Made in China 2025« in den internationalen Medien auf sich aufmerksam gemacht haben, ist die Reichweite in der wissenschaftlichen Community als gering einzustufen. Ein Grund für die geringere Sichtbarkeit, als z. B. im Vergleich zu IIC-Aktivitäten, ist die mangelnde Präsenz auf englischsprachigen Veranstaltungen und Publikationskanälen. Das AAI-Referenzmodell ist vor allem durch den Fokus auf datengetriebene Interaktionen auf Sensor-, Aktuatoren- und Analyse-Ebene sowie den Austausch von Produktions- und Unternehmensdaten charakterisiert. Es beschreibt die verschiedenen notwendigen Kommunikationskanäle zwischen der nächsten Generation von IT-Systemen für die vertikale Integration [69].

OpenFog Consortium

Das amerikanische OpenFog Consortium [80] fokussiert sich auf den Bereich zwischen Cloud und Edge Computing. Fog Computing ist ein Konzept, das klassische Cloud-Computing-Fähigkeiten wie Rechenleistung und Intelligenz noch näher an die Datenerzeugung bzw. an den Rand des Netzwerks bringt, um bessere Latenz- und Verarbeitungszeiten zu ermöglichen. Die OpenFog Referenzarchitektur hat eine domänenübergreifende Ausrichtung.

Plattform Industrie 4.0

Das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0) der deutschen Plattform Industrie 4.0 bietet einen Rahmen für die Interoperabilität im Fertigungsbereich. Der Schwerpunkt liegt auf der Integration von physischen Assets aus der Fertigung mit Services und Anwendungen auf administrativer Ebene. Es dient als strategischer Rahmen, der relevante Aspekte hervorhebt und ein gemeinsames Verständnis von Anforderungen, Abhängigkeiten und Beziehungen vermittelt. Das Modell schlägt keine detaillierten technischen Implementierungsmuster vor, sondern skizziert Standards für den Fertigungsbereich. Die Kernspezifikation wird als DIN SPEC 91345 [81] veröffentlicht und in Richtung Linked-Data-Anwendungen [82] erweitert. IIC und die Plattform Industrie 4.0 verglichen ihre Referenzarchitekturen und veröffentlichten die Ergebnisse als Whitepaper [83].



ZIELBILD

Um den beschriebenen Entwicklungsdefiziten sowohl aus technologischer und organisatorischer als auch aus gesellschaftlicher Sicht entgegenzuwirken, ist eine Dateninfrastruktur zur effektiven Nutzung von KI erforderlich. Die im folgenden Abschnitt beschriebene Dateninfrastruktur adressiert identifizierte Herausforderungen insbesondere im Hinblick auf die Datensouveränität.

Die Entwicklung einer solchen Dateninfrastruktur mit dem Fokus souveräner Datenwertschöpfung aus Deutschland und Europa für eine weltweite Nutzung befähigt sowohl kleine, mittlere als auch große Unternehmen, Datenerzeuger und -besitzer als auch Datennutzer aus Wirtschaft und Gesellschaft, sowie Behörden und öffentliche Einrichtungen zum Einsatz und zur Nutzung von KI. Dadurch werden die Verbreitung und Nutzung offener Daten für innovative Dienste befördert und innovative Geschäftsmodelle ermöglicht.

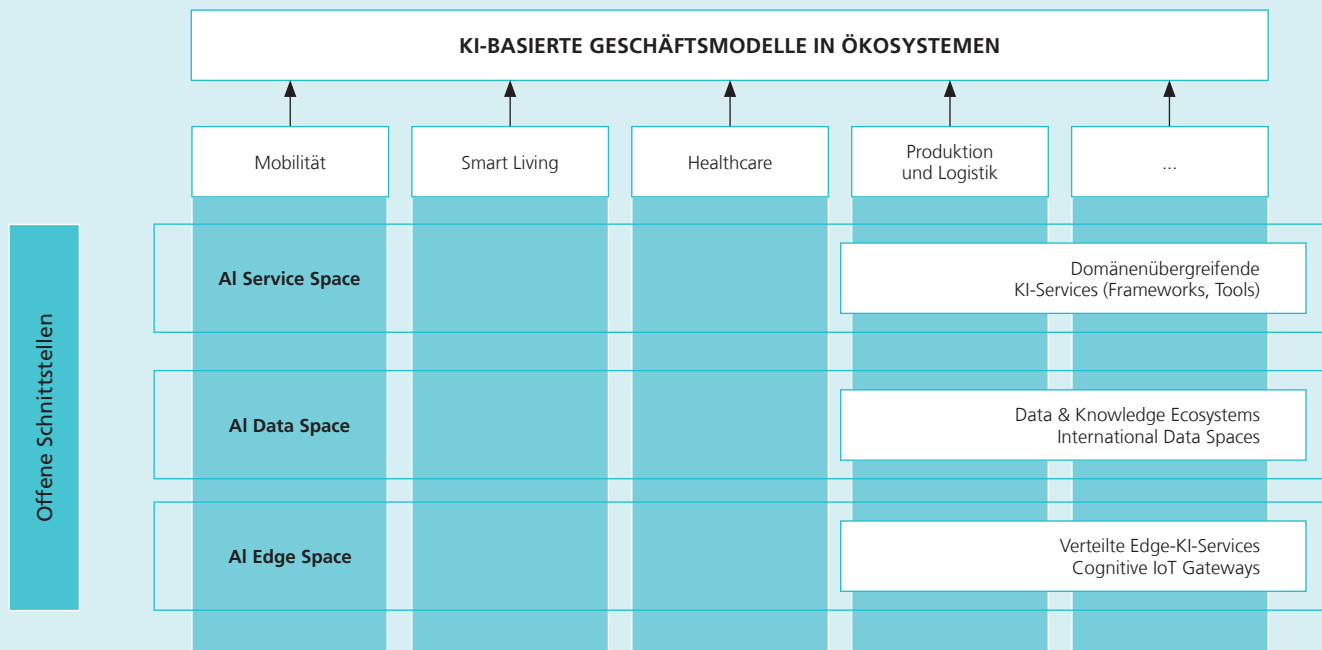


Abbildung 5: Aufbau einer Dateninfrastruktur für KI

4.1 Lösungsansatz

Ein potenzieller Lösungsansatz zur Schaffung einer strategischen Forschungs- und Entwicklungs-Roadmap für eine Daten- und Wissensinfrastruktur mit dem Fokus auf KI wird derzeit von der Fraunhofer-Gesellschaft und weiteren Partnern ausgearbeitet und orientiert sich an drei Architekturschichten. Im folgenden Abschnitt wird auf die einzelnen Ebenen und Schichten der Architektur eingegangen.

Die vertikalen Säulen (Mobilität, Smart Living, Healthcare, Produktion und Logistik) stellen beispielhafte Anwendungsszenarien und Domänen dar. Die Teilnehmer dieser Domänen können dabei nicht nur zukünftige Nutzer und Nutznießer einer Daten- und Wissensinfrastruktur sein, sondern zudem wertvolle Anforderungen an das Ökosystem definieren. Sie entsprechen zudem den wichtigsten Anwendungsbereichen von KI in Deutschland, in denen generell ein hohes Engagement von Unternehmen zu erwarten ist.

Ausschlaggebend ist an dieser Stelle eine enge Verzahnung zwischen Politik, Wirtschafts- und Industrievertretern in einer frühen Phase der Entwicklung. Alle Domänen können von einer Dateninfrastruktur für KI profitieren, deren Alleinstellungsmerkmal der vertrauenswürdige Austausch und Nutzen von Daten und Wissen ist. Diese Dateninfrastruktur wird durch die horizontalen Ebenen in Abbildung 5 repräsentiert. Es handelt sich um eine 3-Schichten-Architektur, in der die Bereitstellung von Daten und Wissen (KI Data Space) unterfüttert wird von einer Ebene der Daten- und Wissenserfassung (KI Edge Space) und ergänzt wird um eine Ebene von KI-Diensten und -Werkzeugen (KI Service Space), die als Werkbank zur Erstellung von Fachanwendungen und Fachdiensten in den Anwendungsbereichen der Domänen dient.

Infrastrukturebene – KI Edge Space

Die unterste Ebene – KI Edge Space – bildet eine Infrastruktur zur Daten- und Wissenserfassung. Der KI Edge Space wird von einer Vielzahl von Rohdatenzulieferern gespeist. Dazu zählen Daten existierender Zuliefersysteme und sonstiger Drittsysteme, insbesondere aber smarte und kognitive Sensoren, die aus dem Internet der Dinge heraus Datenströme erzeugen. Um den Zugang für alle Akteure am Ökosystem zu ermöglichen, müssten zur vereinheitlichten Weiterverarbeitung der Datenströme spezielle Konnektoren, welche als »Türöffner« bzw. Gateway zum Ökosystem konzipiert werden. Die Konnektoren beinhalten eine Vielzahl unterschiedlicher, aber weit verbreiteter Datenprotokolle (z. B. MQTT, OneM2M, OPC-UA) unter Nutzung einheitlicher Datenmodelle und überführen diese in einen gemeinsamen, übergreifenden und semantischen Datenstandard. Zur Schaffung eines Ökosystems müssen für die erforderlichen Komponenten Referenzarchitekturen entwickelt und in Referenzimplementierungen umgesetzt werden.

Kognitive Sensoren und Edge Computing bringen Intelligenz in die Geräte oder in die unmittelbare Nähe der Geräte. So wird es möglich, KI-Modelle dezentral aus lokalen Daten zu gewinnen. Das geht heute bereits ohne nennenswerten Verlust an Genauigkeit, wenn die lokalen Modelle geteilt, kombiniert und wieder verteilt werden können. Eine Dateninfrastruktur für KI muss ein derartiges dezentrales Lernen von KI-Modellen unterstützen, weil es gewichtige Gründe gegen einen Austausch von Daten geben kann: So könnte die auch in Zukunft verfügbare Bandbreite nicht ausreichen, die Übertragungskosten und Anforderungen an Latenzzeiten zu hoch oder die Verbindung nicht verlässlich genug sein. In etlichen Industriesektoren betrachten Unternehmen die generierten, nicht verdichteten Rohdaten als proprietär und sind nicht bereit, sie außerhalb ihres eigenen Netzwerkes zu teilen. Auch können Vorgaben des Datenschutzes oder der Geheimhaltung die Weitergabe von Daten verhindern. Beispielsweise sammeln medizinische Geräte persönliche Daten über den Gesundheitszustand eines Patienten, wodurch die Weitergabe und Verwendung dieser Rohdaten stark eingeschränkt werden muss.

Für den Austausch und das kontinuierliche Update dezentral generierter Modelle durch KI Edge Dienste müssen ganz neue Arten von Konnektoren zur Anbindung an die Dateninfrastruktur entwickelt werden, um den hohen Anforderungen aktueller und zukünftiger KI-Anwendungen gerecht zu werden.

Datenebene – KI Data Space

Die mittlere Ebene der KI-Infrastruktur bildet der KI Data Space. Unter diesem Begriff ist der Ausbau der aus Deutschland heraus gegründeten International Data Spaces-Initiative zu verstehen. Für den International Data Space existieren bereits Konzepte und Referenzimplementierungen für die vertrauenswürdige Bereitstellung und Verarbeitung von Daten durch Konnektor-Komponenten. Für KI-Anwendungen müssen diese für die Übermittlung und das Management von Datenströmen aus kognitiven Sensoren erweitert werden. Zudem werden Komponenten benötigt, die Kontextinformationen verarbeiten und den Entwicklern über Schnittstellen, Daten oder Services einfach zugänglich machen. Neben den Daten ist aber auch das Wissen wertvoll, welche sich in Form von Modellen und Wissensgraphen aus den Daten generieren. In Zukunft werden KI Data Spaces in Ökosystemen den selbstbestimmten Austausch von Daten, Sensordatenströmen und KI-Modellen sichern. Dadurch können insbesondere KMU schnell innovative KI-Anwendungen entwickeln und als Dienstleistungen mit neuen Geschäftsmodellen anbieten.

Serviceebene – KI Service Space

Die oberste Ebene verbindet den KI Data Space mit Werkzeugen zur Erstellung von KI-Fachanwendungen und KI-Fachdiensten in den verschiedenen Anwendungsbereichen der Domänen. Werkzeuge auf der obersten Ebene können KI-Frameworks, -Bibliotheken, -Algorithmen, interaktive Tools und zentrale KI-Dienste sein. Sie nutzen Daten und KI-Modelle aus dem KI Data Space und erzeugen selbst wiederum Daten und KI-Modelle, die sie im KI Data Space verfügbar machen können. So können zentrale und verteilte KI-Dienste z. B. KI-Modelle austauschen und vorhandene KI-Modelle für den Lerntransfer wiederverwenden. Welche KI-Dienste, -Frameworks und -Werkzeuge auf der obersten Ebene angeschlossen werden, sollte nach verschiedenen Gesichtspunkten entschieden werden:

- Anwendungsgetrieben – Orientiert an dem Bedarf der verschiedenen Anwendungsdomänen und der Wirtschaft,
- Systematisch – orientiert an der Beliebtheit der Umgebungen, und forschungsgetrieben, um auch vielversprechende Ergebnisse aus Forschungsprojekten zu verbreiten.

Einmal bereitgestellt, können die Ebenen einzeln oder in Kombination von einer Vielzahl von Organisationen aus Wissenschaft und Wirtschaft genutzt, ergänzt und adaptiert werden. Der Einsatz von Open Source Technologien, semantischen Datenmodellen und offenen Standards erhöht die Interoperabilität der Daten deutlich und bildet damit eine wichtige Basis für smarte KI-Lösungen über bestehende Grenzen unterschiedlicher Anwendungsszenarien hinaus.

Welcher Mehrwert ergibt sich für Interessens- und Nutzergruppen durch die Dateninfrastruktur für KI?

- Unternehmen – sowohl große als auch KMU – können Daten und Wissen souverän teilen und so von innovativen, auch dezentralen KI-basierten Smart Services profitieren, ohne die Kontrolle über die Nutzung ihrer Daten zu verlieren.
- Mit den einfach zu nutzenden Modellen, Frameworks und Best Practices, die entstehen werden, wird jeder Einzelne in die Lage versetzt, auf einfache und intuitive Weise der ungewollten Ausbeutung seiner Daten entgegenzuwirken.
- Anbieter von Software- und Datenplattformen erweitern über die Nutzung der Dateninfrastruktur ihr Wertversprechen, weil sie nachvollziehbar und vertrauenswürdig mit Daten umgehen können.
- Neue verteilte Service- und Geschäftsmodelle auf Basis einheitlicher Datenmodelle und Schnittstellen ermöglichen auch KMUs Zugriff auf KI-Services, die zurzeit noch meist großen Unternehmen vorbehalten sind.
- Öffentliche Datengeber vergrößern die Nutzung und Verbreitung öffentlicher Daten.

4.2 Management des Ökosystems

Das »Management« im Kontext des Ökosystems liegt nicht in der Verantwortung einzelner dominanter Akteure im Ökosystem, sondern beruht auf organisatorischen und technischen Maßnahmen, welche gesunde Wechselbeziehungen aller Akteure zulassen. Die Entstehung von Ökosystemen und die wirkenden Mechanismen zwischen Akteuren sind noch nicht ausreichend erforscht. Auch fehlen noch praktische Beispiele, wie Verbünde von Unternehmen zur Verwirklichung gemeinsamer Leistungsversprechen zusammenkommen. Aus Sicht der deutschen und europäischen Wirtschaft stecken vor diesem Hintergrund enorme Geschäftspotenziale, da der europäische Waren- und Informationsaustausch in den letzten Jahrzehnten stetig intensiviert wurde. Viele Unternehmen verfügen zudem über einen umfangreichen »Datenschatz« der aufgrund einer intransparenten interorganisationalen technischen Infrastruktur nicht genutzt wird.

Darüber hinaus stellt sich hinsichtlich des Managements eines Ökosystems die Frage, welche Rolle jeder einzelne Akteur in einem potenziellen Ökosystem einnimmt und welche Wechselbeziehungen wie auf das Ökosystem wirken. Der folgende Abschnitt erörtert Bestandteile eines potenziellen Ökosystems und welche Anforderungen erfüllt werden sollten, damit das Management im Sinne einer Verantwortungsteilung betrieben werden kann. Diese Aspekte werden im weiteren Verlauf durch die Konkretisierung der Bestandteile und ihre Besetzung durch potenzielle Akteure im Ökosystem adressiert. Die unterschiedlichen Bestandteile inklusive der notwendigen Services befähigen die Operationalisierung eines Ökosystems. Die Bereitstellung notwendiger Komponenten ermöglicht zudem neue Geschäftsmodelle, die von verschiedenen Akteuren in einem Ökosystem übernommen werden können.

Vertrauensanker eines Ökosystems

Um Datensouveränität und eine Dateninfrastruktur für KI überhaupt erst zu ermöglichen, bedarf es aufeinander abgestimmter Betriebskomponenten basierend auf eindeutigen, digitalen Identitäten. In dem Kontext sind folgende Anker für den Aufbau einer vertrauenswürdigen Infrastruktur zu gewährleisten.

1. Zertifizierung
2. Identitätsmanagement
3. Vertrauensinstanz
4. Vertrauensmanagement

Ein Ökosystem bedarf eine »Zertifizierungsstelle«, um die Einhaltung von Standards für die Teilnehmer und für die technischen Komponenten sicherzustellen. Zudem ist die Zertifizierungsstelle auch für die Auslieferung und Validierung digitaler Zertifikate zuständig. Der »Identitätsanbieter« stellt einen Dienst zur Erstellung, Verwaltung und Überprüfung von Identitätsinformationen bereit. Identitäten und ihr Management sind zur Vermeidung unbefugten Zugriffs auf Daten unerlässlich. Eine »Vertrauensinstanz« mit einem »Vertrauensmanagement« agiert als vertrauenswürdiger Vermittler beim Datenaustausch. Hier werden alle Transaktionen, die im Rahmen eines Datenaustauschs ausgeführt werden, protokolliert. Sie lassen sich im Rahmen des Vertrauensmanagements eindeutig nachvollziehen.

Diese Betriebskomponenten sind essentiell, das heißt ohne diese Komponenten kann keine Datensouveränität etabliert werden. Über diese zwingend erforderlichen Betriebskomponenten wird das souveräne Ökosystem erst durch weitere Serviceangebote für seine Nutzer werthaltig.

Hierzu zählen die »Datenvermittler« (Data Broker), welche die Metadaten zu verfügbaren Datenquellen bereitstellen.

Datenvermittler bieten beispielsweise im Internet eine Plattform als Marktplatz an, auf der ersichtlich wird, welche Daten in welcher Qualität, Güte, Quantität, Zeitraum etc. und zu welchen Konditionen (Nutzungsbedingungen) und ggf. Preis diese angeboten werden. Dabei können mehrere Märkte und Vermittlungsplattformen existieren, die z. B. domänenspezifisch ausgeprägt sind (Behördendaten, Mobilitätsdaten, Gesundheitsdaten, Produktionsdaten). Zu den weiteren Diensten zählt auch eine »Datennutzungskontrolle« (Data Usage Control) zur Durchsetzung von Nutzungsrechten an Datenressourcen. Damit wird die Art der Nutzung von Daten durch Dritte kontrolliert. Sicherheitsrichtlinien regeln, welcher Umgang mit den Daten erlaubt ist und welcher nicht.

Notwendige Komponenten zur Schaffung einer souveränen Dateninfrastruktur für KI

Vertrauenswürdige Daten und deren sichere Verarbeitung bilden die Basis für ein KI-getriebenes Ökosystem, um neue Anwendungs- und Geschäftsfelder zu erschließen. Deutsche Unternehmen verfügen über wertvolle Daten (z. B. Zustandsdaten aus der Produktion, Daten aus logistischen Netzen, Gesundheitsdaten). Eine zentrale Herausforderung ist deshalb, entsprechende Daten unternehmensübergreifend verfügbar und verknüpfbar zu machen. Dabei müssen Sicherheit, Datensouveränität und eine nachvollziehbare, resiliente KI garantiert werden. Unter der aus Deutschland heraus gegründeten International Data Spaces-Initiative, einer Initiative mit inzwischen mehr als 100 Mitgliedsunternehmen, sind bereits Konzepte, Referenzimplementierungen und Dienste für die vertrauenswürdige Bereitstellung und Verarbeitung von Daten erarbeitet worden. Für die Bildung eines Konsortiums ist die Einbindung von unterschiedlichen Partnern und Interessensgruppen erfolgskritisch. Zu den Interessensgruppen gehören zum Beispiel:

- Anwenderunternehmen (Datengeber und -nutzer)
- Anbieter von Software für Geschäftsökosysteme
- Betreiber der erforderlichen Infrastruktursysteme
- Communities zur Entwicklung von semantischen Datenmodellen und Ontologien
- Communities zur Entwicklung von Algorithmen und Datendiensten
- Anbieter datengetriebener Geschäftsmodelle und Plattformen
- Einrichtungen der öffentlichen Hand
- Forschungseinrichtungen (z. B. für den Zugang zu Forschungsdaten)
- Wirtschaftsprüfungsgesellschaften und Zertifizierungsinstitutionen
- Standardisierungsorganisationen

Viele der Interessensgruppen sind bereits in der International Data Spaces Association organisiert und arbeiten am Aufbau eines Ökosystems. Unter ihnen sind große IT-Unternehmen und Umsetzungspartner, Anwender aus unterschiedlichen Branchen und innovative KMUs. Die Aktivitäten werden zudem von verschiedenen Fraunhofer-Instituten und Forschungspartnern begleitet. Neben der Fraunhofer-Gesellschaft sind weitere namhafte Forschungseinrichtungen aus ganz Europa wie beispielsweise das Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO) oder das Technical Research Centre of Finland (VTT) Teil der Initiative zum Aufbau eines datensouveränen Ökosystems. Diese und weitere Partner sind nicht nur in der Lage, sondern auch bereit, Konsortien zu bilden und gemeinschaftlich an technischen Lösungen zu arbeiten. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick zu notwendigen technischen Komponenten sowie potenziellen Geschäftsmodellen, die im Rahmen der Entwicklungen zu realisieren sind.

Komponentenbeschreibungen mit potenziellen Geschäftsmodellen

Konnektor

Ein Konnektor ist das Gateway bzw. die technische Schnittstelle als Voraussetzung zur Teilnahme am Ökosystem. Der Konnektor gilt daher als zentraler Baustein und ermöglicht den Datenaustausch zwischen den beteiligten Akteuren im Ökosystem. Die Entwicklung und Bereitstellung von hochsicheren Konnektoren ist ein Spezialgebiet mit technischen Hürden, aber großen Nutzen für die Grundlage eines datensouveränen Austauschs.

Potenzielle Geschäftsmodelle für Akteure

- Entwicklung von Konnektoren als Softwarehersteller
- Lizenzierung von Konnektoren für Datenaustausch
- Konnektor-Dienstleistungen (Wartung, Customizing)
- Integration in die IT-Infrastruktur von Akteuren im Ökosystem
- Schulungen für den Einsatz und Gebrauch von Konnektoren
- Provisionierung sicherer Konnektoren
- Anbieten von Daten oder KI-Services mittels Konnektoren

Broker Service

Der Broker Service ist ein Vermittler, welcher Informationen zu verfügbaren Datenquellen im Ökosystem bereitstellt. Es können mehrere Broker Service Provider existieren und domänenspezifisch ausgeprägt sein (z. B. Mobilitätsdaten, Gesundheitsdaten, Produktionsdaten).

Potenzielle Geschäftsmodelle für Akteure

- Angebot von Broker Dienstleistungen in verschiedenen Anwendungsdomänen

Clearing House

Das Clearing House agiert als vertrauenswürdiger Vermittler beim Datenaustausch zwischen dem Datenanbieter und dem Datennutzer. Die Aufgabe des Clearing House ist es alle Aktivitäten, die im Rahmen des Datenaustauschs ausgeführt werden, zu protokollieren.

Potenzielle Geschäftsmodelle für Akteure

- Data Provenance Tracking
- Dokumentation der Transaktionen als Grundlage für die Monetarisierung
- Transaktionsbasierte Geschäftsmodelle
- Sicherstellung kartellrechtlicher Konformitätsprüfungen

App Store und Apps

App Store stellen Daten-Dienste »Data Apps« zur Verfügung. Data Apps können Anwendungen innerhalb eines Konnektors darstellen und verschiedene Anwendungsszenarien wie bspw. Datenanalyse- oder Visualisierungsdienste auf Basis von KI beinhalten. Der App Store ist die Distributionsplattform für bereitgestellte Data Apps.

Potenzielle Geschäftsmodelle für Akteure

- Entwicklung von datengetriebenen Dienstleistungen
- Lizenzmodelle
- Vertrieb spezifischer Applikationen
- Partizipation an Applikations-Verkäufen
- Bereitstellung einer Distributionsplattform für Data Apps

Zertifizierung

Die Zertifizierungsstelle verantwortet die Einhaltung von Standards für die Teilnehmer und technischen Komponenten im Ökosystem. Die organisatorisch und technisch ausgeprägten Zertifizierungsmaßnahmen stellen sicher, dass nur standardkonforme Organisationen Zugriff auf das vertrauenswürdige Ökosystem erhalten. Etablierte Prüfstellen übernehmen die konkreten Prüfungen auf Organisations- und Komponentenebene.

Potenzielle Geschäftsmodelle für Akteure

- Zertifizierungsverfahren mit Aushändigung von Zertifikaten
- Kontinuierliche Durchführung von Audits zur Teilnehmer- bzw. technischen Komponenten-Zertifizierung

Data Usage Control

Dienste im Bereich Data Usage Control beschreiben Lösungen zur Durchsetzung von Nutzungsrechten an Datenressourcen. Dateneigentümer erhalten Möglichkeiten zur Kontrolle ihrer Daten und können die Art der Nutzung durch Dritte kontrollieren und durchsetzen. Sicherheitsrichtlinien regeln, welcher Umgang mit den Daten erlaubt ist und welcher nicht.

Potenzielle Geschäftsmodelle für Akteure

- Entwicklung von Software-Lösungen zur Datennutzungskontrolle
- Bereitstellung von Mechanismen zur Datennutzungskontrolle als Service
- Anpassung bestehender Backend-Komponenten an Usage-Control-Konzepte

Identitätsmanagement

Der Identity Provider stellt einen Dienst zur Erstellung, Verwaltung und Überprüfung von Identitätsinformationen von und für Teilnehmer im Ökosystem. Dies ist für den Betrieb eines sicheren Ökosystems und zur Vermeidung unbefugten Zugriffs auf Daten unerlässlich. Dazu gehören klassische Tätigkeiten wie der Betrieb einer Certification Authority (CA), die hohe Anforderungen an den Betreiber stellen, und den Betrieb weiterer sicherheitskritischer Dienste.

Potenzielle Geschäftsmodelle für Akteure

- Anbieter von Services zur Identitätsprüfung im Ökosystem
- Ausstellen von digitalen Identitäten in Form von Zertifikaten
- Validierung der Zertifikate mittels Onlinestatusabfrage
- Beglaubigung von flüchtigen Identitätsattributen

Anbindung offener Datenquellen

Dienste im Bereich Data Usage Control beschreiben Lösungen zur Durchsetzung von Nutzungsrechten an Datenressourcen. Dateneigentümer erhalten Möglichkeiten zur Kontrolle ihrer Daten und können die Art der Nutzung durch Dritte kontrollieren und durchsetzen. Sicherheitsrichtlinien regeln, welcher Umgang mit den Daten erlaubt ist und welcher nicht.

Potenzielle Geschäftsmodelle für Akteure

- Entwicklung und Bereitstellung der notwendigen technischen Infrastruktur
- Hosting technischer Infrastruktur
- Lizenzmodell zur Nutzung von Services
- Service Agreement



KI-ANWENDUNGS- SZENARIEN

Das folgende Kapitel beschreibt Anwendungsszenarien aus unterschiedlichen Branchen, die Daten und verschiedene KI-Verfahren nutzen. Ziel der Auswertung ist es, existierende Szenarien im Hinblick auf die Potenziale eines Ökosystems zu analysieren. Die Anwendungsszenarien decken unterschiedlichste Domänen ab, sodass eine branchenunabhängige Betrachtung hinsichtlich der Ökosysteme möglich sein wird. Der gemeinsame Nenner jedes Anwendungsszenarios ist die Verwendung von Daten und KI zur Lösung eines spezifischen Problems. Die Ökosystem-Betrachtung ermöglicht die Identifikation und Aufnahme weiterer Potenziale für Lösungsfindung und Leistungserbringung.

#	ANWENDUNGSSZENARIO	DOMÄNE
1	Sprachassistent im Automobilbereich	Automotive
2	Sensorische Anfallsdetektion bei Epilepsie	Gesundheit
3	Analyseplattform für Produktionsoptimierungen	Produktion
4	Luftgestütztes Referenzsystem	Bildverarbeitung
5	Dokumentenanalyse	Business
6	SmartEnergyHub	Energie
7	Automatische Überprüfung auf DSGVO-Konformität	Sicherheit
8	Fahrerlose Transportsysteme in der Intralogistik	Logistik

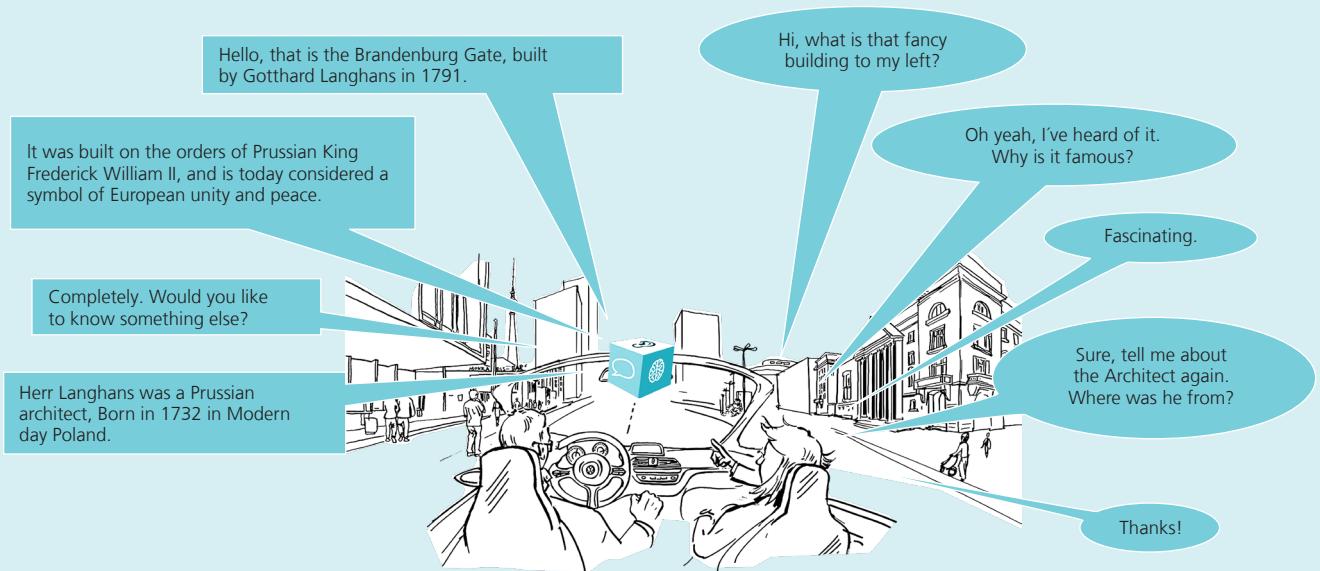


Abbildung 6: Sprachassistent im Automobilbereich

5.1 Sprachassistent im Automobilbereich

Basisinformationen zum Anwendungsfall

Domäne: Automobil
Partner: VW Konzernforschung
Kontakt: Hagen Jaeger
 Fraunhofer-Institut für
 Intelligente Analyse- und Informationssysteme
 IAIS
www.iais.fraunhofer.de

Kurzbeschreibung des Anwendungsfalls

Die Verwendung von Spracheingabe hat in der Automobilbranche bereits Einzug gefunden (z. B. Navigationseingabe, Bedienung des Entertainmentsystems, etc.). Dieser Anwendungsfall verfolgt das Ziel, Wissen über einen natürlichen Dialog zugänglich zu machen. Die Herausforderung dabei ist es, eine robuste Spracherkennung, eine intuitive textbasierte Dialog-Engine, sowie eine natürlich klingende Sprachsynthese miteinander zu verknüpfen und mit domänenspezifischem Wissen zu trainieren. Softwarekomponenten werden so entwickelt, dass branchenspezifische Adaptierung und lokale Installation für den Offlinebetrieb möglich werden. Alle Komponenten werden dabei selbst entwickelt.

Es werden Technologien aus dem Bereich des Maschinellen Lernens, wie im Folgenden beschrieben, verwendet: Ein zweistufiges Sprache-zu-Text-Verfahren mit festem akustischen und adaptiven Sprachmodell wandelt gesprochene Worte in Text um, welcher in eine Dialog-Engine weitergeleitet wird, die u. a. auf Wissensgraphen und natürlicher Sprachverarbeitung basiert.

Die Antwort der Dialog-Engine wird in Form von synthetisierter Sprache ausgegeben. Es wurde ein interaktiver sprachbasierter Virtual Reality Demonstrator entwickelt. In diesem erleben die Nutzer/innen eine Städtetour durch Berlin als Beifahrer im Auto. Dabei werden Sehenswürdigkeiten wie das Reichstagsgebäude angefahren. Die Nutzer/innen können dazu sowohl Fragen zum Gebäude selbst, beispielsweise »Was ist das?« oder »Wer war der Architekt?«, als auch über verknüpfte Relationen »Wo wurde er (der Architekt) geboren?« stellen. Dabei brauchen die entsprechenden Referenzen (Gebäude, Architekt) nicht genannt werden. Das Dialogsystem kann zusätzlich allgemeine Fragen beantworten, die über die jeweiligen Sehenswürdigkeiten hinausgehen, beispielsweise »Wo wurde Paul Wallot geboren?«, »Wo liegt Oppenheim?«. Zudem kann es auf Small-Talk reagieren.

Akteure: Automobilbranche (Automobilkonzerne, Lieferanten) und Endanwender/innen; generell ist die entwickelte Technologie aber auch auf viele andere Anwendungsfälle und Branchen übertragbar.
Services: interaktive virtuelle Stadtrundfahrt mit Informationsabfrage über die angefahrenen Points of Interest (POI) aus verschiedenen Themenbereichen (z. B. Geschichte, Architektur).
Daten: Allgemeine Sprachdaten und Daten über spezifisches Wissen (in Form von Wissensgraphen) der POI einer Stadt.

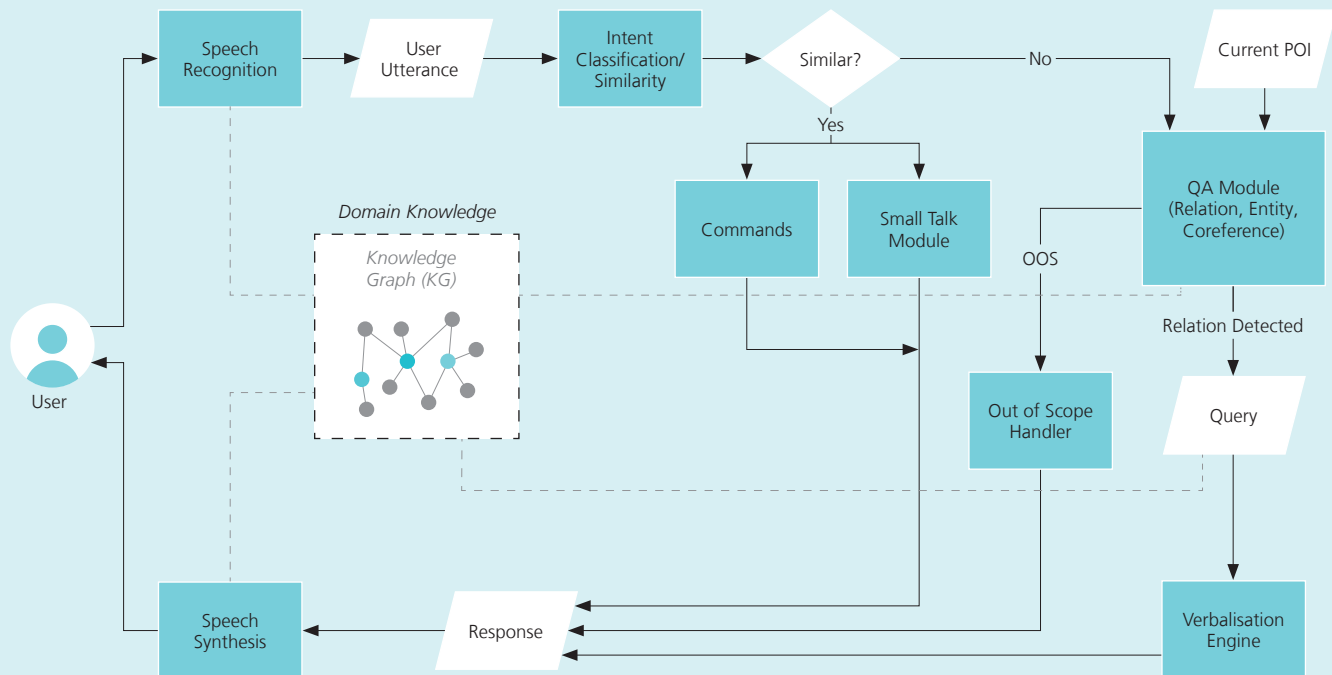


Abbildung 7: Prozess der Spracherkennung mit Verfahren des Deep Learning

Bezug zu KI bzw. KI-Kompetenzen

Die Spracherkennung, die textbasierte Dialog-Engine und die Sprachsynthese nutzen Verfahren des Deep Learning. Für die Spracherkennung werden zeitverzögerte und rekurrente neuronale Netze benutzt. Der Intent-Classifier erkennt die Anfragen der Nutzer/innen mittels einer Ähnlichkeitsanalyse der Benutzeräußerung zu vordefinierten Äußerungen durch Word-Embeddings. Die Dialog-Engine bezieht Informationen aus Wissensgraphen, die einen Zugriff auf diverse Datenquellen ermöglichen. Eine Benutzerfrage in natürlich verfasster Sprache stellt dabei eine Möglichkeit des Datenabrufs aus den Wissensgraphen dar. Hierbei werden LSTM-Netze benutzt, um Eigennamen von einer Entität (z. B. der Architekt) zu erkennen und dessen nachgefragte Eigenschaft (z. B. sein Name) zu klassifizieren und um die passenden Fakten (z. B. Paul Wallot ist der Architekt) abzufragen. Das gleiche LSTM-Netz wird auch benutzt, um Fragen zu erkennen, die das System nicht beantworten kann. Um eine Co-Referenz in einer Nutzeranfrage zu erkennen, wird ein zweistufiger Prozess ausgeführt: Erst werden die Nominalphrasen mit Hilfe eines Convolutional Neural Network (CNN) erkannt, anschließend wird ein Deep Neural Network (DNN) benutzt, um die relevante Verbindung im Satz zu erkennen. Zur Sprachsynthese von den templatebasierten, gespeicherten Äußerungen werden CNNs eingesetzt.

Ökosystem-Betrachtung

Das vorgestellte Dialogsystem ist vorrangig für die Industrie entwickelt und lässt sich domänenspezifisch anpassen. Dafür werden branchenspezifische Trainingsdaten benötigt. Eine Verknüpfung mit Daten aus verschiedenen Geschäftsbereichen (z. B. Produktdaten im Handel) ermöglicht Akteuren aus unterschiedlichen Branchen von dem Dialogsystem zu profitieren, u. a. können Kosten und Zeit eingespart werden. Ziel ist es, eine digitale Plattform für Sprachdialogsysteme aufzubauen, damit Spracherkennung, Dialog-Engine, und Sprachsynthese für Unternehmen zugänglich gemacht werden. Dabei können zum einen die funktionell disjunkten Teile eines digitalen Ökosystems von den Technologien dieser Anwendung profitieren, zum anderen können die domänenspezifischen Daten der verschiedenen Akteure in einer einheitlichen Datenbasis verfügbar gemacht werden.

Experimental Environment

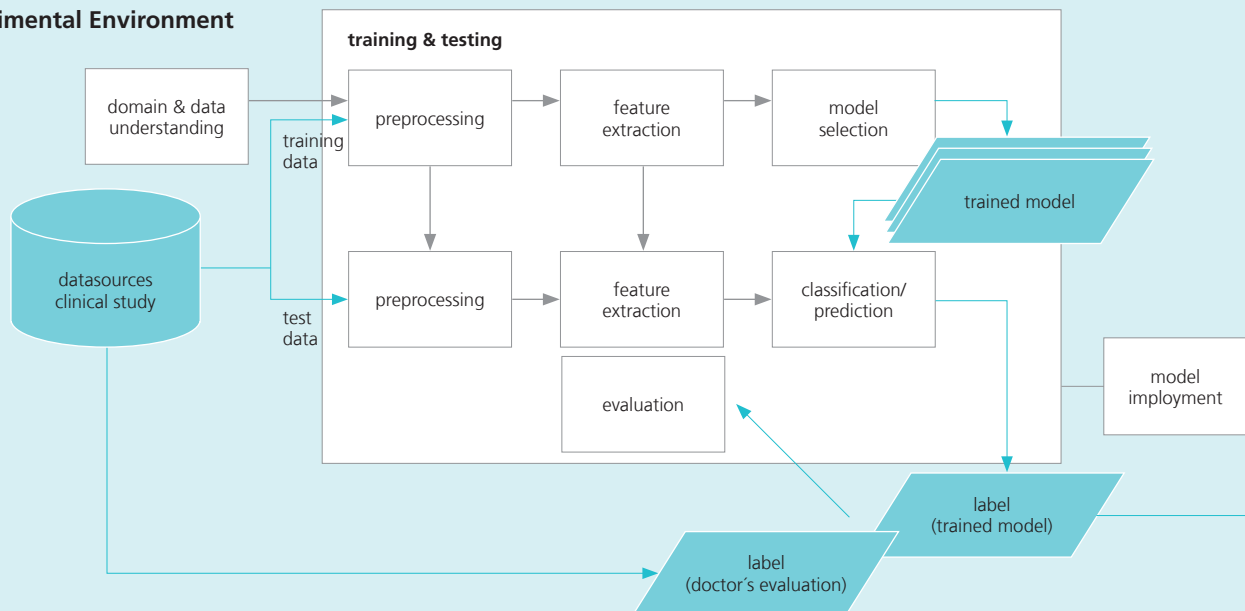


Abbildung 8: Machine Learning Framework für die Anfallsdetektion bei Epilepsie

5.2 Sensorische Anfallsdetektion bei Epilepsie Basisinformationen zum Anwendungsfall

Domäne: Gesundheitswesen

Partner: Konsortialpartner

- Uniklinik für Epileptologie Bonn
- cosinuss° GmbH, München
- Klinik für Neuropädiatrie der Universität Kiel
- Norddeutsches Epilepsiezentrum in Schwentinental-Raisdorf

Assoziierte Partner

- Hochschule für Gesundheit Bochum
- Epilepsie Bundes-Elternverband e.V. Wuppertal
- Landesverband für Epilepsie + Selbsthilfe Nordrhein-Westfalen e.V.

Kontakt: Salima Houta
Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST
www.isst.fraunhofer.de

Kurzbeschreibung des Anwendungsfalls

Charakteristisches Symptom der Epilepsie sind wiederkehrende epileptische Anfälle. Eine rechtzeitige Erkennung der Anfälle kann Pflegende unterstützen und dabei helfen, entsprechende Sicherheitsmaßnahmen für den Patienten zu ergreifen. Neben einer solchen Früherkennung hilft zudem eine genaue Aufzeichnung der Anfälle bei der individuellen Abstimmung der Therapie. Der Lösungsansatz des Projektes umfasst die Entwicklung eines nicht-invasiven Sensorsystems (am Ohr getragen), das für die Prognose epileptischer Anfälle relevante Biosignalmuster detektiert. Durch diese speziell entwickelte

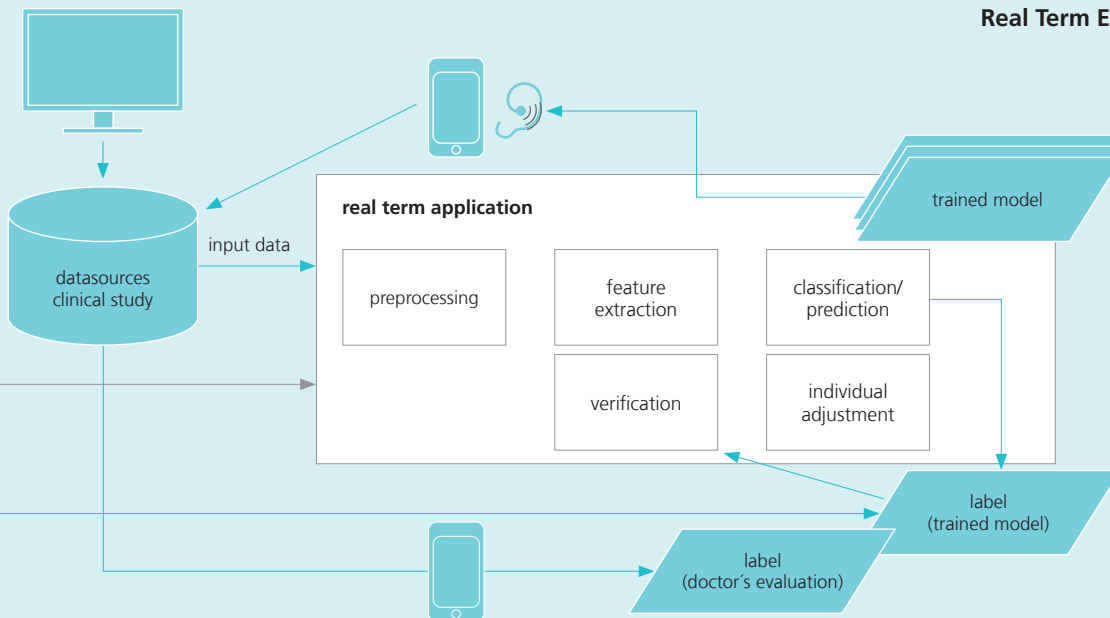
In-Ohr-Sensorik und eine Vernetzungsinfrastruktur, die sowohl über eine App als auch über ein Internetportal funktioniert, soll die Basis für verschiedene technische Innovationen gebildet werden. Im Rahmen des Projekts wurden Methoden für die alltagstaugliche multimodale Erfassung von epileptischen Anfällen entwickelt. Darüber hinaus wurden eine sichere und standardisierte Vernetzungsinfrastruktur, eine App und ein Portal für den Austausch zwischen Patienten sowie informell und professionell Pflegenden konzipiert und entwickelt.

- Akteure:** Patienten, informell Pflegende (z. B. Angehörige), professionell Pflegende (Pflegekräfte in medizinischen Einrichtungen)
- Services:** Erkennung und Dokumentation von epileptischen Anfällen; Unterstützung bei der Medikationseinnahme
- Daten:** Patientendaten, Anfallsereignisse und -dokumentationen, Befinden des Patienten, Medikationsplan und Medikationseinnahmen, Nebenwirkungen, Diagnosen, Daten des In-Ohr-Sensors: Beschleunigungsdaten, PPG-Rohsignal, Herzfrequenz, Temperatur

KI-Kompetenzen im Anwendungsfall

Für die Entwicklung, Testung und Implementierung von Algorithmen zur Anfallsdetektion wurde ein Vorgehensmodell entwickelt. Das Vorgehensmodell umfasst (a) experimentelle Umgebung zur Entwicklung von Detektionsalgorithmen und (b) reale Umgebung zur Anwendung und patientenspezifischen Individualisierung von Algorithmen.

In der experimentellen Umgebung werden Verfahren der KI unter kontrollierten Bedingungen im Rahmen von klinischen Studien entwickelt und optimiert. Wesentliche Schritte sind:



- Analyse der Domäne sowie der Daten (z. B. Verstehen der Symptome eines epileptischen Anfalls)
- Datenintegration und Datenvorverarbeitung
- Merkmalsextraktion sowie Modellauswahl und Modellbewertung.

Trainierte Modelle werden in der realen Umgebung auf mobilen Geräten bzw. Sensoren bereitgestellt. Aktivitäten im Alltag (z. B. Sport, Beruf) können große Einflüsse auf die Sensordaten haben, die in das im Rahmen der experimentellen Umgebung trainierte Modell einfließen. Die Modelle müssen daher alltags- und patientenspezifisch weiter trainiert werden. Hierbei ist es wichtig KI-fähige Geräte zu nutzen.

Das Machine Learning Framework bildet die Grundlage für die folgenden Teilprojekte zur Entwicklung von Algorithmen zur Anfallsdetektion:

- Erkennung von tonisch-klonischen Anfällen mit Hilfe von Beschleunigungsdaten sowie Herzrate und Temperatur (Methoden: k-Nearest Neighbors und Stützvektormaschinen)
- Erkennung von epileptischen Anfällen auf Basis von aus EKG- und PPG-Daten ermittelten Blutdruckschwankungen (Methode: Random Forest)

Potenziale durch Ökosysteme

Für die Entwicklung und Optimierung von Detektionsalgorithmen ist eine große Patienten- und Datenmenge wesentlich. Eine Integration von mehreren medizinischen Einrichtungen über ein Ökosystem ermöglicht den klinischen Datenaustausch für die Erforschung von Detektionsalgorithmen.

Ein besserer Wertbeitrag wird einerseits durch die Integration von Datenquellen verschiedener medizinischer Einrichtungen erreicht. Andererseits kann durch einen multimodalen Sensorenansatz die Anfallsdetektion verbessert werden. Das Ökosystem kann durch die Bereitstellung einer Integrationsmöglichkeit verschiedener Sensoren sowie mobiler Applikationen einen wichtigen Beitrag leisten.

Ein Patientenorientierter Prozess kann folgendermaßen gestaltet werden: Patient und explizit benannte Notfallmanager (z. B. Eltern) werden über einen Anfallsdetektor und einer mobilen Anwendung über epileptische Anfälle informiert. Professionell Pflegenden (z. B. behandelnde Ärzte) erhalten erfasste Anfallsereignisse und können darauf basierend Therapieentscheidungen treffen (z. B. Abstimmung der medikamentösen Therapie).

Welche Geschäftsmodelle sind realisierbar?

Durch die engere Verzahnung relevanter Akteure könnte zukünftig eine Finanzierung des Anfallsdetektors (vorher MPG Zertifizierung sowie gesundheitsökonomische Bewertung erforderlich) oder der telemedizinischen Betreuung (vorher gesundheitsökonomische Bewertung erforderlich) durch die Krankenversicherung erfolgen.

5.3 Analyseplattform für Produktionsoptimierungen

Basisinformationen zum Anwendungsfall

Domäne:	Automotive Produktionsdaten
Partner:	<ul style="list-style-type: none">• DSA Daten- und Systemtechnik GmbH (Konsortialführung)• AUDI AG• camLine GmbH• Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH• Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE
Kontakt:	Dr. Jens Heidrich Dr. Henning Barthel Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE www.iese.fraunhofer.de

Kurzbeschreibung des Anwendungsfalls

Kooperationen entlang komplexer Lieferketten in der Produktion werden häufig nicht durch systematische, auf gegenseitigem Datenzugriff aufbauende, unternehmensübergreifende Datenanalysen unterstützt. Stattdessen gibt es – wenn überhaupt – lediglich einzelne Anwendungsfälle, in denen Teilnehmer einer Lieferkette bestimmte Informationen vertraglich fordern bzw. zur Verfügung stellen. Verdeutlicht werden kann dies am Beispiel des Garantiefallmanagements in der Automobilbranche (vgl. Abbildung 9), dem zentralen Anwendungsfall von PRO-OPT.

Tritt im Lebenszyklus eines Produktes ein Garantiefall auf, werden die Kosten in Form von Garantieforderungen von den Vertragswerkstätten an den OEM weitergegeben und von dort ggf. entgegen der Lieferkette weiter propagiert, sollte sich die Ursache in einem Zulieferteil finden. Dieser Prozess ist ausschließlich monetär getrieben, d.h. Ziel ist – je nach Perspektive – die Maximierung bzw. Minimierung des zu erstattenden Betrags. Dementsprechend werden auch nur elementare Infor-

mationen in beiden Richtungen ausgetauscht, meist die Seriennummer des Fahrzeugs, eine oberflächliche Fehlerbeschreibung, ggf. mit einer einfachen Kategorisierung, sowie die zu ersetzenden Beträge aus Arbeitszeit und Materialkosten. Jeder weitere gegenseitige Einblick in Detaildaten gefährdet das kurzfristige Ziel der Minimierung/Maximierung des Betrags. Für die langfristige Optimierung von Produkt und Prozess ist in derartigen Fällen die Root-Cause-Analyse und die Abstimmung häufiger Fehlerursachen jedoch unverzichtbar. Hier könnte die unternehmensübergreifende Analyse aller vorliegenden Daten mittels State-of-the-Art-Verfahren einen sehr wichtigen Beitrag leisten. In der Praxis findet diese jedoch aufgrund des Konflikts mit den kurzfristigen Zielen häufig überhaupt nicht statt oder nur auf Basis unsystematischer manueller Datenbereitstellung ohne geeignete Werkzeugunterstützung.

Lösungsansatz: Hier setzt die PRO-OPT-Plattform an, um die technische Basis dafür zu schaffen, Daten unternehmensübergreifend analysieren zu können, ohne die Interessen der einzelnen Unternehmen unkontrolliert zu gefährden. Die PRO-OPT-Plattform realisiert hierzu eine Technologiebrücke, welche die Insellösungen der einzelnen Unternehmen verbindet und so für die Durchführung unternehmensübergreifender Analysen verwendet werden kann. Die grundlegende Idee: Teilnehmer des Ökosystems fungieren als Dienstanbieter für Analysen, die von diesen eigenständig auf internen Daten realisiert werden. Es werden dabei lediglich Analyseergebnisse an den Dienstanbieter zurückgeliefert. Auch die Bereitstellung von Analysediensten, die nicht nur auf unternehmensinternen Daten basieren, sondern auch Analyseergebnisse anderer Unternehmen (z. B. zur Datenfusion) mitberücksichtigen, ist damit möglich. Im Rahmen von PRO-OPT wurde die Plattform prototypisch implementiert und entlang des zentralen Anwendungsfalls evaluiert. Einzelne Lösungskomponenten der Plattform wurden in kommerziellen Lösungen der Projektpartner integriert.

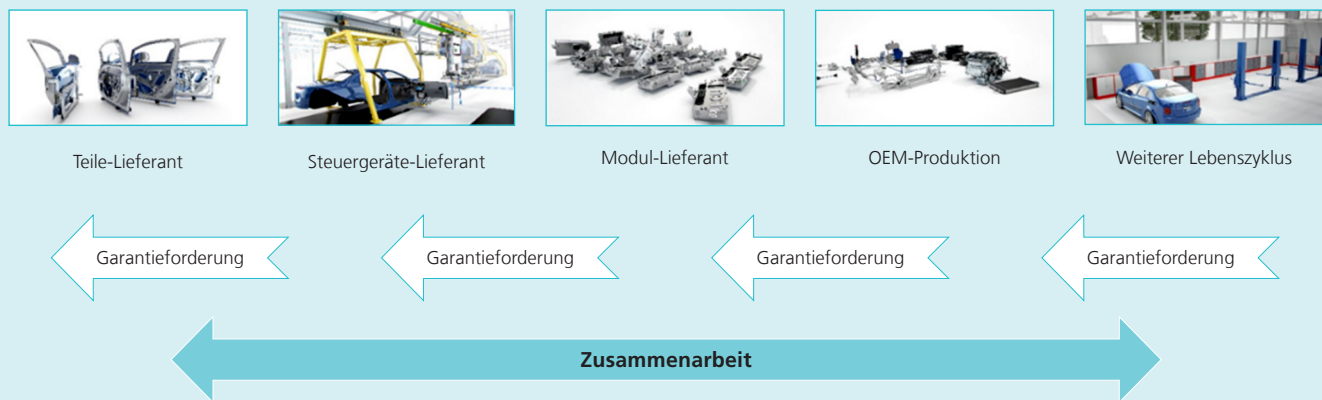


Abbildung 9: Zusammenarbeit in der Lieferkette am Beispiel von Garantieforderungen

KI-Kompetenzen im Anwendungsfall

Beim zentralen PRO-OPT-Anwendungsfall stand der Fahrzeugproduktionsprozess und die Kooperation entlang komplexer Lieferketten über Unternehmensgrenzen hinweg (OEM, Zulieferer, Werkstätten) im Vordergrund. Basierend auf diesem Fall wurden von den Konsortialpartnern Analysedienstleistungen eigenständig realisiert und über die PRO-OPT-Plattform nutzbar gemacht. Hierbei kamen unterschiedlichste Verfahren wie Traceability-Analysen, Binäre Logistische Regression, Naïve Bayes, Random Forrest, Decision Tree, Decision Tree mit Ada-Boost, Pearson-Correlation oder K-means zum Einsatz.

Viele Probleme und Fehler, einschließlich der aus der Produktion stammenden Probleme und der darin verwendeten Teile, treten jedoch erst im Einsatz von Fahrzeugen auf. Das Fraunhofer IESE realisierte daher entsprechende Analysedienstleistungen, um Verbesserungspotenziale im Fahrzeugbetrieb und bei Serviceprozessen erzielen zu können. Mit Hilfe von NLP, Text Mining und Usage Mining wurden Beiträge von Usern eines öffentlichen Forums sowie zusätzlich Log-Daten von Werkstätten analysiert. Zum Einsatz kam hierbei das IESE-Werkzeug CRASP (»Crowd-based Requirements Analysis System für Produktverbesserungen«). Damit können Aussagen im Text mit Mustern in Form regulärer Ausdrücke verglichen werden. Übereinstimmende Aussagen konnten so als positive, negative oder anfragende Aussagen in Bezug auf einen funktionalen Aspekt des Fahrzeugs (z. B. eine Merkmalsanforderung) oder eines nicht-funktionalen bzw. qualitativen Aspekt (z. B. eine Beschwerde über eine unzuverlässige Komponente) identifiziert werden. In einem unternehmensübergreifenden Datenfusionsdienst wurden die Analyseergebnisse der anderen Dienste schließlich zu einem Gesamtergebnis zusammengeführt.

Potenziale durch Ökosysteme

Die PRO-OPT-Plattform stellt ein datenbasiertes Ökosystem dar, bei dem die beteiligten Unternehmen entlang eines unternehmensübergreifenden Prozesses Daten untereinander austauschen können. In einem Datenkatalog beschreibt hierzu jedes teilnehmende Unternehmen seine von ihm angebotenen Daten.

Diese Informationen werden vom anbietenden Unternehmen auf einen lokalen Server (den PRO-OPT-Connector) geladen und über ein Frontend zugänglich gemacht, so dass sich andere Unternehmen über die angebotenen Daten informieren können. Hierbei hat das anbietende Unternehmen die Kontrolle darüber, wer wann auf welche Informationen des Datenkatalogs zugreifen darf. Im Frontend kann der Benutzer schließlich einen gewünschten Datensatz anfordern, woraufhin mittels des PRO-OPT-Connectors des Anbieters lokale Datenanalysen gestartet werden. Sind diese Analysen beendet, wird der Benutzer im Frontend darüber informiert, dass die gewünschten Daten nun bereitstehen und wie auf sie zugegriffen werden kann.

Die PRO-OPT-Plattform kann gemeinschaftlich von den beteiligten Unternehmen betrieben werden, indem Zugriffspunkte auf Datenkataloge sowie ein zentrales Frontend durch die Plattform bereitgestellt werden. Es ist auch eine dezentrale Organisation möglich, bei der sich die beteiligten Unternehmen jedoch bilateral über die Zugangspunkte einigen müssen. Die Plattform selbst dient als Mittler zwischen den von den Unternehmen angebotenen Datendiensten. Darüber hinaus können an der PRO-OPT-Plattform teilnehmende Unternehmen auch Dienstleistungen anbieten, die die Analyseergebnisse anderer Teilnehmer für unternehmensübergreifende Analysen zusammenführen.

Prinzipiell obliegt es den beteiligten Unternehmen, sich über entsprechende Dienstleistungen, Zugriffskontrollen und Verwendungszwecke abzustimmen, um unternehmensübergreifende Szenarien zu realisieren und eine gute Interoperabilität gewährleisten zu können. Ein einheitliches Gateway als Verbindung zu Plattformen ist zur Schaffung und zur Interoperabilität des Ökosystems für alle Akteure von großer Bedeutung. Weitere Potenziale sind durch eine größere und leichter zugängliche Angebotsvielfalt z. B. durch KI-Services möglich.

5.4 Luftgestütztes Referenzsystem

Basisinformationen zum Anwendungsfall

Domäne: Bildverarbeitung
Kontakt: Lars Sommer
Michael Grinberg
Dr.-Ing. Miriam Ruf
Jens Ziehn
Fraunhofer-Institut für Optronik,
Systemtechnik und Bildauswertung IOSB
www.iosb.fraunhofer.de

Kurzbeschreibung des Anwendungsfalls

Akteure: Fraunhofer IOSB (als Anbieter), Lieferanten der hochgenauen Fahrstreifenmodelle (als Anbieter), Automobilhersteller und Zulieferer (als Auftraggeber), Unternehmen im Bereich Verkehrssimulation (als Auftraggeber)
Services: Erhebung von Referenzdaten für die Fahrzeugsensorik, Bereitstellung eines Gesamtsystems zur Ground-Truth-Datengewinnung, Daten und Modelle
Daten: Input: Luftbilddaten mit Metadaten (Zeit, Geokodierung) Fahrstreifen-Daten, Output: Annotationen (Bounding Boxes und Objektklasse)

KI-Kompetenzen im Anwendungsfall

Die Ground-Truth-Datengewinnung umfasst die Lokalisierung, die Klassifikation und das Tracking aller vorkommenden relevanten Objekte (z. B. PKW, LKW, Busse, ...). Eine manuelle Annotation ist aufgrund der großen Datenmenge nicht realisierbar, so dass hierfür automatische Verfahren aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz eingesetzt werden. Herausforderungen an die Verfahren ergeben sich hier zum einen durch die hohen Anforderungen an die Genauigkeit der Ground-Truth-Daten und zum anderen durch die Anforderungen an die Szenenabdeckung. So wird zum Beispiel eine sehr

hohe Positionierungsgenauigkeit der Objekte erwartet, welche jedoch im Trade-Off zur Forderung nach möglichst großflächiger Umfeldabdeckung und sich daraus ergebender niedriger Bodenauflösung der Luftbilder steht.

Zur Adressierung dieser Probleme finden Bildverarbeitungsverfahren zur Detektion und Klassifikation der in den Luftbildern vorkommenden Objekte Anwendung. In der neuesten Zeit kommen dabei vermehrt künstliche neuronale Netze aus dem Bereich des Deep Learning zum Einsatz, die in vielen Bereichen der Bildverarbeitung zu erheblichen Verbesserungen in der Genauigkeit geführt haben. Hier spielt jedoch die Zusammensetzung der Daten, welche zum Trainieren der neuronalen Netze verwendet werden, eine große Rolle. Die zur automatischen Ground-Truth-Datengewinnung verwendeten KI-Verfahren benötigen zum Lernen der Modelle eine Vielzahl annotierter Luftbilddaten.

Die Daten müssen dabei eine entsprechende Vielfalt möglicher Aufnahme- und Witterungsbedingungen sowie der relevanten Objektklassen abdecken, um eine hohe Robustheit der Modelle zu garantieren. Eine geringe Interklassen-Varianz (schlechte Unterscheidbarkeit von beispielsweise PKWs und SUVs in Luftbildern) sowie eine hohe Intra-Klassen-Varianz (Fahrzeugmodelle, Lackierungen, etc.), welche durch unterschiedliche Aufnahme- und Witterungsbedingungen zusätzlich verstärkt wird, stellen eine weitere Herausforderung an die Verfahren dar. Durch die fortlaufende Datenerhebung im Rahmen eines aufzubauenden Ökosystems kann die Datenbasis im Laufe der Zeit iterativ erweitert werden und somit zur Entwicklung robusterer KI-Verfahren beitragen.

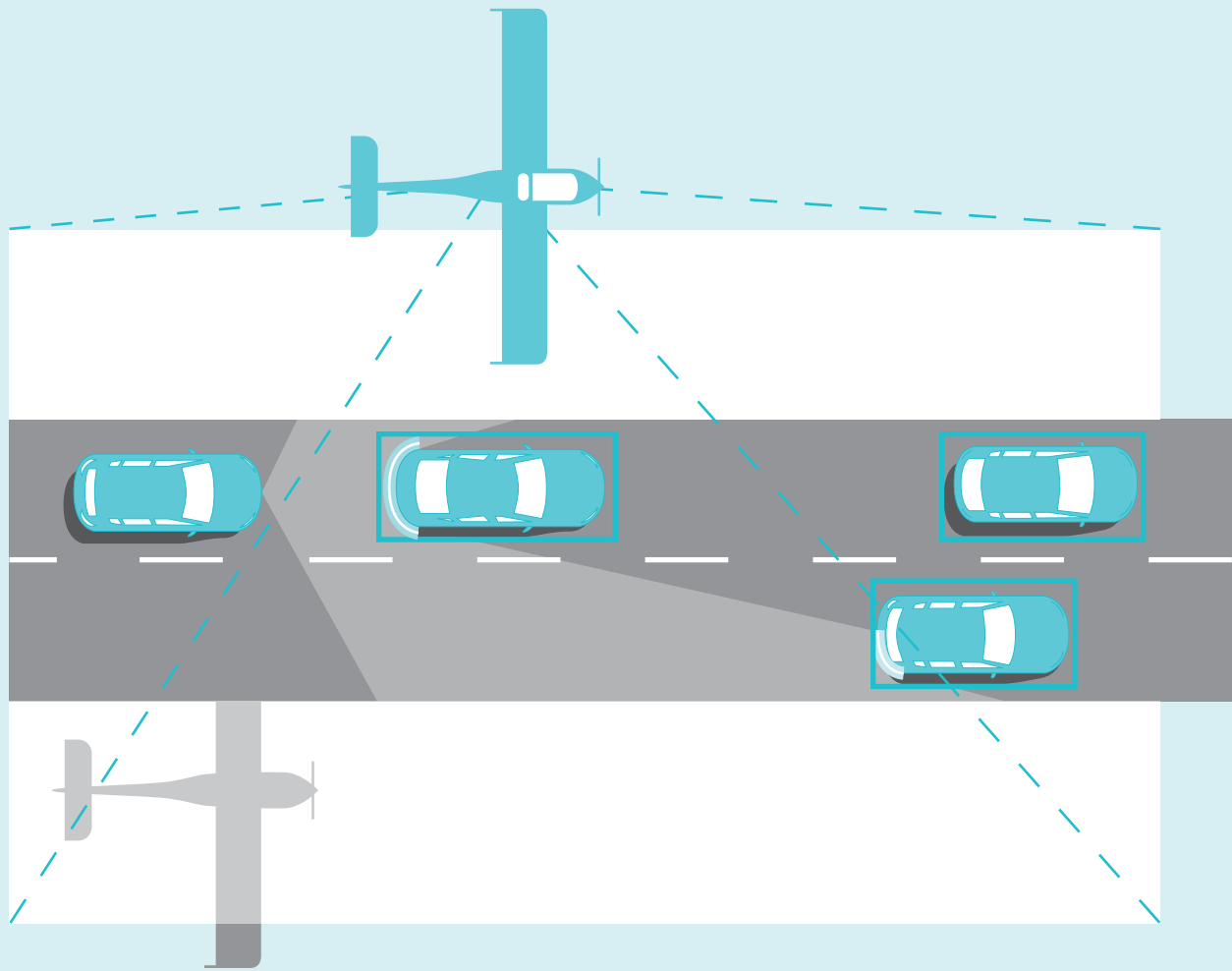


Abbildung 10: Schematische Darstellung der luftgestützten Erfassung der Verkehrssituationen

Potenziale durch Ökosysteme

Die am Ökosystem beteiligten Akteure umfassen neben den Automobilherstellern beziehungsweise Automobilzulieferern, welche die generierten Referenzdaten weiterverarbeiten und je nach Anwendungsfall auch eigene Versuchsfahrzeuge einbringen, das Fraunhofer IOSB, welches ein Gesamtsystem zur Ground-Truth-Datengewinnung bereitstellt und Piloten zur Durchführung der Datenerhebung. Außerdem sind bei Bedarf Lieferanten von Kartendaten einzubeziehen, die hochgenau vermessene Daten der Fahrstreifen liefern. Als potentielle Kunden sind unter anderem auch Hersteller von Simulationssoftware für Fahrsimulatoren zu nennen, die die gewonnenen Daten zur Verbesserung bestehender Fahrdynamik-Modelle verwenden können.

Durch das aktuell sehr hohe Interesse der Automobilhersteller und Zulieferer an einer alternativen Referenzdatenerfassung, welche die Gesamtverkehrssituation mitabdeckt, bestehen hohe Chancen auf die Entstehung eines mächtigen Ökosystems mit vielen Synergien.

5.5 Dokumentenanalyse

Basisinformationen zum Anwendungsfall

Domäne: Business
Kontakt: Dr.-Ing. Joachim Köhler
Fraunhofer-Institut für
Intelligente Analyse- und Informationssysteme
IAIS
www.iais.fraunhofer.de

Kurzbeschreibung des Anwendungsfalls

Akteure: Software-Hersteller, Banken und Versicherungen, Scandienstleister
Services: Qualitätsoptimierung von Dokumenten, Layoutanalyse, optische Zeichenerkennung (OCR), inhaltliche Analyse und Interpretation von Dokumenten
Daten: Originale samt Metadaten, die später automatisiert durch ein lernendes System bestimmt werden sollen, z. B.: Volltext (bei Scans), Dokumententypen, spezifische Informationen wie Personennamen, Orte, Dokument-IDs, Adressen

Viele Unternehmen arbeiten mit großen Dokumentenmengen, können die für sie relevanten Informationen aber nicht automatisiert extrahieren und weiterverarbeiten. Einige Beispiele sind:

1. Lange Vertragstexte müssen komplett gelesen werden, um sie nach einigen wenigen relevanten Passagen zu durchsuchen.
2. Smartphone-Fotos schlechter Qualität bringen konventionelle OCR-Engines (engl. optical character recognition, zur optischen Zeichenerkennung) an ihre Grenzen.
3. Nicht standardisierte Dokumente, wie beispielsweise Rechnungen, müssen manuell übertragen werden, da Kopf- und Fußdaten und insbesondere Tabellen durch Standardsoftware nicht identifiziert werden.

Der Use Case Dokumentenanalyse des Fraunhofer IAIS ermöglicht durch den Einsatz modernster Technologien die automatisierte Erschließung von Dokumentensammlungen.

Im Mittelpunkt steht der Einsatz datengetriebener Algorithmen (ML), welche auch bei nicht standardisierten Daten oder Datensätzen minderer Qualität überzeugen.

Eine eigens entwickelte OCR-Engine beruht beispielsweise auf tiefen neuronalen Netzen (Deep Learning). Außerdem wird ML für die automatische Klassifikation von Dokumenten (z. B. für die Sortierung von Eingangspost) eingesetzt. In naher Zukunft wird insbesondere auch die Erkennung spezifischer Inhalte, wie beispielsweise sensibler, zu anonymisierender Daten eine Rolle spielen. Im Ergebnis werden Informationen leichter zugänglich gemacht, Unternehmensprozesse beschleunigt, stark repetitive Arbeiten automatisiert und Verfahren der intelligenten Wissensextraktion ermöglicht.

KI-Kompetenzen im Anwendungsfall

Im Use Case Dokumentenanalyse werden größtenteils Methoden des ML eingesetzt, sowohl klassische Methoden als auch tiefe neuronale Netze. Die eigens entwickelte OCR-Engine beruht beispielsweise auf tiefen neuronalen Netzen (Deep Learning). In naher Zukunft wird auch die Erkennung spezifischer Inhalte, wie beispielsweise sensibler, zu anonymisierender Daten, auf Basis von Deep-Learning-Technologien eine Rolle spielen. ML-Verfahren werden unter anderem zur automatischen Klassifikation von Dokumenten (bspw. Zeugnis, Lebenslauf etc.) mittels Support Vector Machines eingesetzt oder zur Erkennung von Tabellen mittels statistischer Verfahren.

Potenziale durch Ökosysteme

KI-Verfahren, genauer Methoden des überwachten ML, bedürfen so genannter annotierter Daten. Das heißt üblicherweise Originaldokumente zuzüglich der gewünschten Ergebnisse, die später automatisiert, durch ein lernendes System bestimmt werden sollen – man nennt diese annotierten Daten Trainingsdaten. Die Qualität und Quantität dieser Daten ist neben der Auswahl der passenden Methodik das Hauptkriterium für die Güte der Ergebnisse. Deshalb besteht seitens Fraunhofer Interesse, verschiedene Datenquellen zusammenzuführen, um leistungsfähigere Systeme zu trainieren.

Anwendungsbeispiele sind:

- Informationsextraktion
(z. B. Rechnungen mit Kopf- und Positionsdaten),
- Textdetektion
(z. B. schlechte Scans / Smartphone Fotos mit den zugehörigen Textbereichen),
- Dokumentenklassifikation
(z. B. Dokumenttypen der Eingangspost).

Relevante Daten sind u. a.:

- **annotierte Daten**, d.h. Original samt gewünschtem Ergebnis, das später durch das KI-System erkannt werden soll,
- **anonymisierte annotierte Daten**: Falls die Originaldaten nicht bereitgestellt werden können, kann das Training der KI-Verfahren oftmals auch anhand anonymisierter, numerischer Informationen erfolgen.
- **Informationen zur Anbindung und Schnittstellenspezifikationen**: Im Use Case Dokumentenanalyse existiert eine Vielzahl verschiedener Formate zum Austausch bestimmter Informationen; in einem Ökosystem könnten Formate und Schnittstellen standardisiert werden.

Ein Ökosystem könnte derart gestaltet werden, dass die Unternehmen im Gegenzug für die bereitgestellten Daten Zugriff auf die trainierten Systeme erhalten. Zur Gewährleistung der Datensouveränität sollten die trainierten Systeme keinen Rückschluss auf die Trainingsdaten zulassen. Konkret wäre beispielsweise ein unternehmensübergreifender Data Pool für die automatische Dokumentenklassifikation denkbar.

Die beteiligten Unternehmen profitieren von:

- verbesserten Algorithmen und ML-Systemen,
- stärker anpassbaren, für den Einzelfall konfigurierbaren Verfahren,
- vereinheitlichten Standards und Schnittstellen.

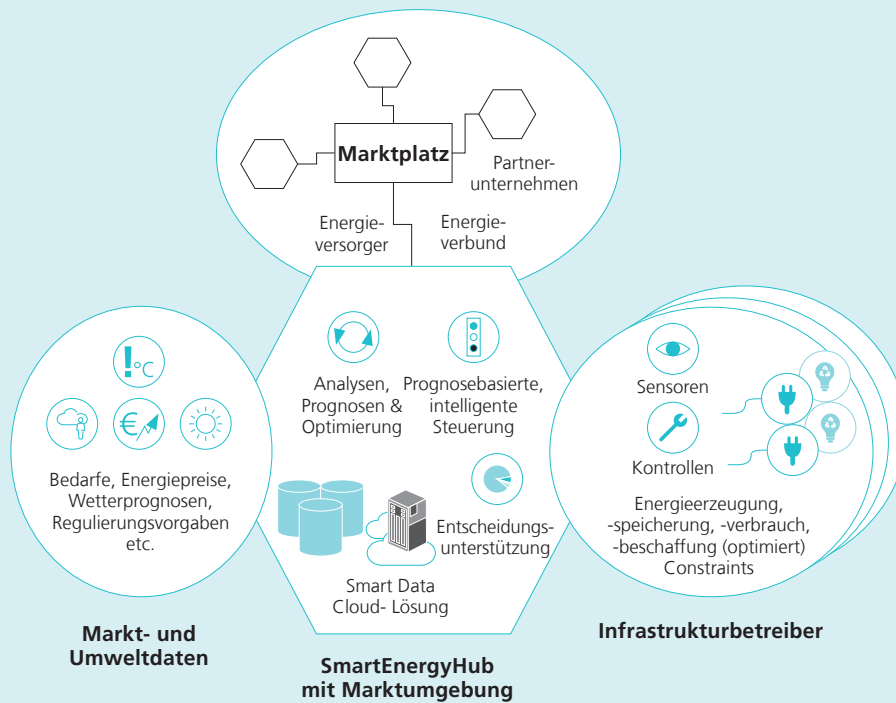


Abbildung 11: Übersicht über die Einbettung des SmartEnergyHub

5.6 SmartEnergyHub

Basisinformationen zum Anwendungsfall

Domäne: Energiewirtschaft

Partner: [Konsortialpartner](#)

Fichtner IT Consulting GmbH, Flughafen Stuttgart GmbH, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, in – integrierte Informationssysteme GmbH, SevenZone Informationssysteme GmbH

[Assoziierte Partner](#)

Daimler AG, Audi AG, ZF Friedrichshafen AG, Stadtwerke Tübingen GmbH

Kontakt: Dr.-Ing. Daniel Stetter

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
www.iao.fraunhofer.de

Kurzbeschreibung des Anwendungsfalls

Betreiber kritischer Infrastrukturen wie Flug- und Seehäfen, Industrie- und Chemieparks, Fabriken und Fertigungsanlagen oder etwa Bürogebäude sind bedeutende Verbraucher und gleichzeitig oftmals Erzeuger von Nutzenergie. Eine wesentliche Herausforderung für die Betreiber dieser Infrastrukturen liegt darin, die Services der technischen Infrastruktur zuverlässig und stabil aufrecht zu erhalten. Informationen aus bisher separaten Managementbereichen wie etwa der Technik, des Finanzwesens oder des Asset Managements müssen in nahezu Echtzeit koordiniert und verarbeitet werden. Aufgrund der sehr dynamischen Entwicklungen im Zuge des Energiewen-

deprozesses müssen die Zielfunktionen, die Restriktionen und Randbedingungen ständig angepasst werden. Dies übersteigt bei weitem das Leistungspotenzial herkömmlicher Energiemanagementsysteme und wird sich mit dem Fortschreiten der Veränderungen in der Energiewirtschaft stetig verschärfen. Der SmartEnergyHub verfügt über diese Kernbausteine als offene, hochskalierbare und aktive Energiemanagementplattform und verspricht durch die Cloudimplementierung für große als auch mittelständische Unternehmen eine einfache und kostengünstige Nutzungsmöglichkeit. Bestehende Sensorsysteme sind dabei einfach und schnell integrierbar. Eine Interaktion mit den Marktpartnern erfolgt in Echtzeit. Es werden Modelle für die unternehmensübergreifende Datennutzung bis hin zu neuen Betriebs- und Geschäftsmodellen für Energieverbünde entwickelt. Der Stuttgarter Flughafen diente als Pilotanwender des Projekts SmartEnergyHub.

Akteure: Energiemanagement großer Liegenschaften mit kritischer Infrastruktur

Services: Konkrete Lösungselemente für das Energiemanagement: Die IT-Plattform SmartEnergyHub unterstützt wichtige und zentrale Themenfelder für den zukünftigen Betrieb des Energiemanagements.

Daten: Energieverbrauchsdaten (Strom, Wärme, Kälte) Temperatur, Sonneneinstrahlung, Wind, Passagieraufkommen Spitzenlastbezug am Netzverknüpfungspunkt Auslastung Blockheizkraftwerke

KI-Kompetenzen im Anwendungsfall

Kernelemente des SmartEnergyHub als intelligentes Energiemanagementsystem sind:

- Verbinden heterogener Dateninseln über ein Master-Datenmodell und weitgehend standardisierte Schnittstellen für Stamm- und Transaktionsdaten (Common Information Model, IEC 61 850)
- Integration der verfügbaren Sensordaten aus unterschiedlichen Systemen und unterschiedlichen Latenzzeiten in eine dynamische Zeitreihenmanagement- und Analyseumgebung
- Erweiterung der Daten durch externe Datenquellen wie Wetterdaten, Preisinformationen etc.
- Analyse-, Entscheidungs- und Optimierungsfunktionen zur proaktiven Steuerung des Systems und zur Realisierung eines integrierten Regelkreises (analog zu »plan, act, supervise«)
- Rollenbasierte Bereitstellung von Echtzeitinformationen, -analysen und -prognosen mit Bedienmöglichkeiten für die Disposition und Entscheidungsunterstützung der Beteiligten
- Verfügbarkeit der Lösung sowohl als Cloudimplementierung als auch vor Ort

Bei allen Komponenten der IT-gestützten Lösungen wurden die Aspekte der Performanz, der Sicherheit, der Skalierbarkeit, der Robustheit und der Wartbarkeit berücksichtigt.

Potenziale durch Ökosysteme

Der im Projekt verfolgte cloudbasierte Ansatz erfordert keine Investitionen der Anwender für die Plattform selbst. Über die webbasierte Nutzung der Lösungen (als »Software-as-a-Service« und über Web Services) kann die Datenbereitstellung über Sensoren und andere Quellen sowie der Zugriff von jedem Unternehmen und von nahezu jedem Ort aus erfolgen, selbstverständlich unter Nutzung entsprechender Sicherheits- und Autorisierungslösungen. Durch die intelligente Vernetzung von Energieverbrauchs- und Energieerzeugungseinheiten, unter Berücksichtigung von sensorbasierten Bedarfsprognosen, sollen zahlreiche Synergieeffekte erschlossen werden, die im Rahmen des konventionellen Energiemanagements aufgrund der kleinräumigen Betrachtungsweise nicht berücksichtigt werden können.

Aus technischer Sicht gilt es, die bereits zahlreich vorhandenen Daten aus der Gebäudeleittechnik und dem Energiebetriebsdatenerfassungssystem durch die Echtzeitauswertung nutzbar zu machen und weitere externe Datenquellen in die Plattform zu integrieren. Durch diese Kombination der Energiemanagementdaten mit Wetterprognosen, sowie der Anbindung an externe Marktplätze lassen sich beispielsweise nicht nur Energiekosten einsparen, sondern darüber hinaus CO₂-Einsparungen realisieren. Die Architektur des hier vorgestellten SmartEnergyHubs soll für Infrastrukturbetreiber mit unterschiedlichsten Anforderungen (z. B. eigener als auch ohne eigene IT-Infrastrukturen) verwendet werden können. Daraus ergibt sich ein Architekturkonzept, das On-Premises, auf eigener IT-Infrastruktur, als auch cloudbasiert (sowie hybrid) betrieben werden kann. Der serviceorientierte Ansatz der Architektur lässt, abhängig vom Cloudprovider der Wahl, alle Spielarten und Verteilszenarien der Servicemodule zu.

5.7 Automatische Überprüfung auf DSGVO-Konformität

Basisinformationen zum Anwendungsfall

Domäne: IT-Sicherheit und Compliance
Partner: Diverse Industriepartner (NDA)
Kontakt: Nicolas Müller
Philip Sperl
Konstantin Böttinger
Fraunhofer-Institut für
Angewandte und Integrierte Sicherheit
AISEC
www.aisec.fraunhofer.de

Kurzbeschreibung des Anwendungsfalls

Die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) umfasst Regeln zur Verarbeitung personenbezogener Daten. Internetnutzer begegnen der DSGVO täglich, wie zum Beispiel während des Browsens im Internet.

Der am weitesten verbreitete Use Case ergibt sich dabei wie folgt: Falls der Nutzer eine Webseite besucht, wird er aufgefordert, die von der Webseite vorgeschlagene Privacy Policy und die damit einhergehende Verarbeitung seiner personenbezogenen Daten zu lesen und zu akzeptieren, damit der Abruf des Webseiteninhalts möglich ist.

Dabei werden dem Nutzer teilweise lange und schwer verständliche Texte angezeigt. Die Herausforderung liegt hier beim Nutzer diese Texte zu verstehen und abzuwägen, ob er mit den Vorschlägen der Webseite einverstanden ist.

Um den Nutzer hierbei zu unterstützen, hat das Fraunhofer AISEC ein Werkzeug entwickelt, mit welchem derartige Privacy Policies automatisch auf Konformität mit der DSGVO überprüft werden.

Somit muss der Nutzer den von der Website vorgeschlagenen Text nicht umfassend lesen und verstehen, sondern kann mit Hilfe des vom Fraunhofer AISEC entwickelten Werkzeugs leichter abschätzen, ob die von der Website vorgeschlagene Policy mit der DSGVO semantisch übereinstimmt. Das erleichtert die Arbeit des Nutzers auf der einen Seite, erhöht jedoch auch das Niveau des Schutzes seiner personenbezogenen Daten auf der anderen Seite.

Das Werkzeug besteht aus einer grafischen Oberfläche, welche beispielsweise im Browser die beiden überprüften Texte gegenüberstellen kann. Dabei liefert das Werkzeug eine Einschätzung über die Konformität der vorgeschlagen Privacy Policy mit der DSGVO und ist dabei nicht auf bestimmte Wortabfolgen oder Textbausteine beschränkt. Vielmehr liefert das Werkzeug einen semantischen Vergleich der Texte, was das Maß an Genauigkeit des Tools deutlich erhöht.

KI-Kompetenzen im Anwendungsfall

In dem beschriebenen Werkzeug werden gängige Verfahren des Natural Language Processing (NLP) verwendet. Derartige Verfahren sind nötig, um die von Menschen geschriebene Sprache in eine Form zu transformieren, welche von ML-Algorithmen beziehungsweise Künstlicher Intelligenz verstanden und weiterverwendet werden kann. Konkret wird hier das Verfahren des Neural Network based Word Embeddings verwendet. Dabei werden Sätze der natürlichen, von Menschen geschriebenen Sprache, in eine Vektordarstellung transformiert.

Potenziale durch Ökosysteme

Das vom Fraunhofer AISEC entwickelte Werkzeug könnte als Browser-Erweiterung in den täglichen Gebrauch des Internets integriert werden und dadurch den Umfang der Anwendung weitaus vergrößern. Die benötigten Daten ergeben sich dabei automatisch durch den Besuch von Webseiten und es bedarf keiner weiteren Datenbeschaffung.

5.8 Fahrerlose Transportsysteme in der Intralogistik

Basisinformationen zum Anwendungsfall

Domäne: Intralogistik
Partner: Kompetenzzentrum ML2R (TU Dortmund, Fraunhofer IAIS, Uni Bonn)
Kontakt: Jens Leveling
Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik IML
www.ima.fraunhofer.de

Kurzbeschreibung des Anwendungsfalls

Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) können durch ML um eine Objekterkennung in der Fahrzeugumgebung für innerbetriebliche Zwecke (z. B. in einem Warenverteilzentrum) erweitert werden. Bisher können FTF nur durch den Einsatz von Lichttastern oder Laserscanner Objekte (Personen, andere Fahrzeuge, Regale oder Paletten) in ihrer Umgebung wahrnehmen, aber nicht genauer erkennen und klassifizieren. Der Ansatz: Vorhandene Daten aus den Fahrzeugen, die bereits im Betrieb sind, werden zentral auf einem Server zusammengeführt. Anschließend werden die Daten für das Training einer Umgebungsklassifikation zusammengestellt (80 Prozent der Daten enthalten die zu klassifizierenden Objekte, 20 Prozent enthalten andere Objekte zur besseren Abgrenzung) eingesetzt, die Ergebnisse werden auf die FTF an einem Standort übertragen und auf den Geräten ausgeführt. Im laufenden Betrieb werden weiter einzelne Bilder der Fahrzeugumgebung gemacht. Diese werden ebenfalls an den Server gesendet und dort verwendet, um in weiteren Trainingsvorgängen, die Systeme an veränderte Bedingungen anzupassen und die Objekterkennung generell zu optimieren. Die Optimierung erfolgt durch diesen Einsatz in kürzeren Intervallen und über den Server. Eine Einstellung des Fahrzeugs durch Service-Techniker Vorort entfällt.

Akteure: Produktion, Logistik, Transportfahrzeughersteller, Servicetechniker
Services: Umgebungswahrnehmung durch Objektklassifikation durch MLbasierend auf Bilddaten, individuelle Interaktion mit Objekten (z. B. Menschen oder andere Maschinen)
Daten: Bilddaten von Kameras der FTS, optional festinstallierte Kameras

KI-Kompetenzen im Anwendungsfall

Für die Klassifikation der Umgebung von Fahrerlosen Transportsystemen (FTF) werden ML-Verfahren auf der Basis von Bilddaten eingesetzt. Im Besonderen geht es hier um die Objektdetektion. Hierfür wird die Methode des Deep Learning, einem Teilbereich des ML, eingesetzt. Deep Learning ermöglicht eine sehr schnelle Klassifikation von vielen verschiedenen Objekten in Bilddaten. Echte Bilddaten von Kameras der FTF oder von festinstallierten Varianten werden an zentraler Stelle als Trainingsdaten für eine Umgebungsklassifikation eingesetzt. Wenn sich dann anschließend in der Umgebung des Roboters Objekte (Fahrzeuge, Personen, etc.) befinden, werden diese per Kamera detektiert und anschließend auf Basis der vorangegangenen Klassifikation erkannt. So können einzelne Objekte voneinander unterschieden und außerdem mittels Lokalisierungsalgorithmen (z. B. durch die Berechnung von Abständen zu Fixpunkten, wie Triangulation) die Position der erkannten Objekte bestimmt werden. So kann beispielsweise automatisches Ausweichen der FTF realisiert werden oder eine Interaktion mit dem Objekt vorgenommen werden. Der Mehrwert liegt hierbei in der automatischen Anpassung des FTF an eine geänderte Fahrzeugumgebung, ohne externe Eingriffe.

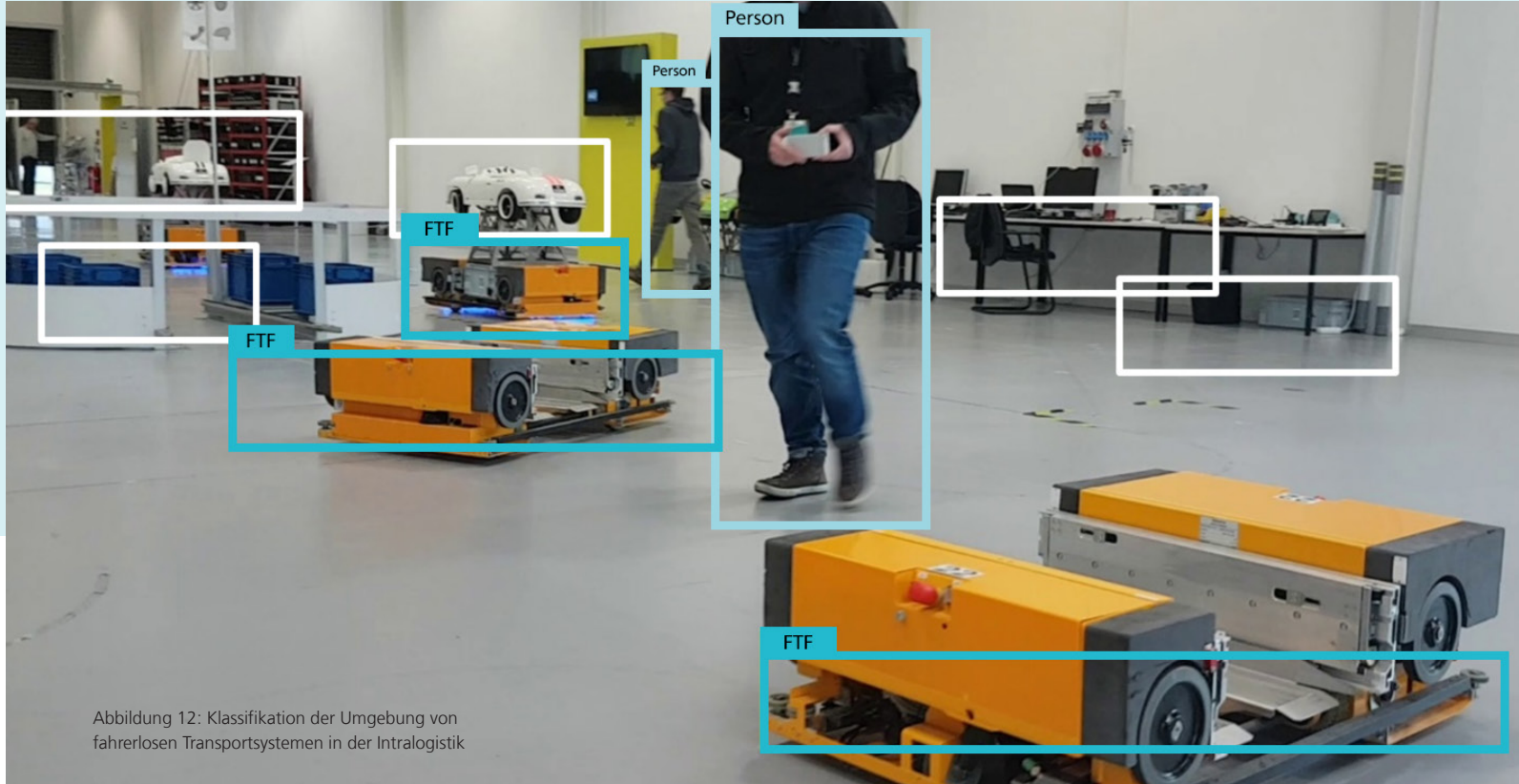


Abbildung 12: Klassifikation der Umgebung von fahrerlosen Transportsystemen in der Intralogistik

Potenziale durch Ökosysteme

Um die Objekterkennung von FTF zu ermöglichen, muss das zugrundeliegende System zunächst auf den Einsatz vorbereitet werden. Für das Training des Algorithmus werden Bilddaten mit Labeln, ein Bildlabel sagt aus, welches Objekt sich wo im Bild befindet, die für den späteren Einsatz relevant sind, eingesetzt. Reichen die „echten“ Daten nicht aus, können diese auch so manipuliert werden, dass so neue künstliche Daten geschaffen werden. Jedoch sind bei einem Training, echte Daten immer vorzuziehen. Sobald mehrere Unternehmen die FTF nutzen, können diese entscheiden, ob sie einen Teil ihrer Bilddaten bereitstellen, um den Algorithmus durch weitere Trainingsvorgänge zu verbessern. Hierbei ist oberste Priorität, dass der Erzeuger der Daten immer festlegen kann, was mit den Daten passieren darf (Datenhoheit). Diese zentral gesammelten Daten können auch dazu verwendet werden, um FTF an geänderte Bedingungen anzupassen. Auch können sie anderen Akteuren, die im gleichen Umfeld agieren, beispielsweise in einem Frachthafen, zur Verfügung gestellt werden. Weiterhin könnten mittels eines Ökosystems für Daten und KI weitere Sensordaten der Geräte für die Kollisionsvermeidung eingesetzt werden oder die Auftragsdaten der einzelnen FTF bei der Navigation berücksichtigt werden.

Eine große Herausforderung, wie auch bei vielen anderen Cloudlösungen, ist die Gewährleistung der Sicherheit. Hierbei sind drei Faktoren besonders wichtig: die Sicherheit in der Interaktion von Mensch und Maschine, die Datensicherheit und der Schutz vor Angriffen von außerhalb.

Ist die Erfüllung dieser Faktoren sichergestellt, steht einer Einbindung in ein Ökosystem nichts im Wege. Von einer Vernetzung in einem Ökosystem wie dem IDS profitieren alle Akteure, da sie alle Ressourcen einbringen und so von den vielfältigen Wechselbeziehungen einen Vorteil haben. Auch könnte aus der Einbindung der Objektklassifikation in ein Ökosystem ein potentielles Geschäftsmodell entstehen: So wäre eine zentrale Dienstleistung, die die Eingliederung von FTF realisiert, das Verhalten in neuen Umgebung steuern und die Klassifikation weiter optimieren.

Mittels des Ökosystems könnten diese Informationen, sofern der Eigentümer es gestattet, für andere Unternehmen und Dienstleister freigegeben werden, sodass diese die Daten nutzen können, um ihre Systeme zu trainieren und zu verbessern. So lernen alle angebotenen FTF voneinander und nicht nur jene, die an einem Standort sind. Unternehmen könnten so auf das Know-How von Experten setzen und von dem Einsatz verbesserter FTF profitieren.



HANDLUNGS- EMPFEHLUNGEN

Der folgende Abschnitt fasst wesentliche Handlungsempfehlungen für Wirtschaft, Politik und Wissenschaft zusammen. Hierbei handelt es sich um Ergänzungen der bereits in der nationalen KI-Strategie und Strategie der Europäischen Kommission empfohlenen Maßnahmen. Diese bereits veröffentlichten Handlungsempfehlungen sind höchst relevant für Ökosysteme und ihre Akteure, werden hier jedoch nicht weiter behandelt. Eine zentrale Handlungsempfehlung ist, dass sich Unternehmen ihrer Rolle im Ökosystem bewusst werden müssen und intern die notwendigen Maßnahmen ergreifen sollten, um die Potenziale der Datenökonomie zu nutzen. Neben dem Verfügbarmachen von Daten als Rohstoff für KI, sind unternehmensübergreifende Kooperationen bzw. die Interaktion im Ökosystem zur Schaffung innovativer Leistungsversprechen für die Kunden ein wesentlicher Bestandteil. Um die Voraussetzungen für einen sicheren Austausch von Daten zu schaffen, müssen aus politischer Sicht die infrastrukturellen Rahmenbedingungen für eine Dateninfrastruktur gefördert werden. Der Beitrag der Wissenschaft zeichnet sich durch eine Entwicklungsumgebung aus, welche in Kooperation mit der Wirtschaft Innovation und Experimentierfreudigkeit vorantreiben sollte.

6.1 Handlungsempfehlungen für die Wirtschaft

Zukunftstrends nicht verpassen und den Einstieg in KI wagen. Vielen Unternehmen sind die Potenziale von Daten und KI noch unbekannt. Deshalb ist es wichtig, dass sie sich stets informieren, welche Innovationen es in den Bereichen gibt und ob diese für die eigene Arbeit sinnvoll sind. Gute Informationsquellen sind: Kongresse, Tagungen (u. a. von Industrie- und Handlungskammern der Bundesländer), Konferenzen, Fachzeitschriften oder Vernetzungstreffen, wie zum Beispiel der Mittelstand-Digital Kongress 2019, die Veranstaltung »Entscheider treffen sich«, Fraunhofer-Allianzen oder Vertikalisierungsinitiativen zur Vernetzung wichtiger Partner durch die International Data Spaces Association.

Um KI-Potenziale entfalten zu können, müssen Daten verfügbar gemacht werden. Für die Anwendung von KI-Algorithmen bedarf es eine große Datenmenge. Um den Einstieg in KI zu schaffen und in Ökosystemen die kritische Menge zu erreichen, müssen Unternehmen hinterfragen, wo bereits geeignete Daten vorliegen oder in den unternehmensinternen Prozessen erhoben, digitalisiert und zur Verfügung gestellt werden können.

Den Grundstein legen und Strukturen schaffen, um relevante Daten zu identifizieren und zu verwerten. Um in der Lage zu sein, Daten erfolgreich anbieten zu können und verfügbar zu machen, ist es erforderlich einen Überblick über vorhandene Datenbestände zu haben und welche Geschäftsmodelle mit diesen Daten realisiert werden können. Im Idealfall sind z. B. Anbieter von Daten in der Lage, ihre Datenressourcen zu spezifizieren und Bewertungstechniken hinsichtlich des zu erwartenden Nutzens durchzuführen. Dies erfordert einen hohen Reifegrad in der Bewirtschaftung der Daten. Der gesamte Datenlebenszyklus von der Generierung bis zur Bereitstellung auf Datenmarktplätzen hängt von der Unterstützung angemessener Data-Governance-Strukturen ab, die eine Transparenz über die relevanten Datenbestände ermöglichen.

Aus organisatorischer Sicht sollten diese Voraussetzungen in einer Datenstrategie berücksichtigt werden.

Digitale Transformation im Unternehmen mit Hochdruck vorantreiben. Verstecktes Potenzial in Form von noch nicht-digitalisierten Prozessen oder ungenutzten Datenschätzen gilt es zu identifizieren und für KI-basierte Anwendungen zugänglich zu machen. Vor allem digitalisierungsferne Unternehmen sollten dies zeitnah angehen, um nicht den Anschluss an andere Konkurrenten zu verpassen.

Produkte und Dienstleistungen regelmäßig hinterfragen. In einer schnelllebigen und datengetriebenen Zeit sollten Unternehmen sich immer wieder die Frage stellen, ob ihre Produkte, Services und Dienstleistungen noch zeitgemäß sind. Diese Überlegungen sollten bereits vor einer Rezession gemacht werden, um nicht den Anschluss an neue Trends zu verlieren [84].

Weiterbildung im Bereich Daten und KI im Unternehmen fördern. Ein konstantes Weiterbilden der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ist notwendig, um wichtige Trends nicht zu verpassen. Unternehmen sollten Schulungen, Fortbildungen und andere Qualifizierungsmaßnahmen fördern, damit Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ihre Kenntnisse ausbauen können.

Digitale Geschäftsmodelle in Ökosystemen entwickeln. Digitale Geschäftsmodelle werden fast jedes Unternehmen in Zukunft beschäftigen. Es müssen regelmäßig Bestandsanalysen der Angebote, Chancen bzw. Risiken von Digitalisierung und KI sowie zukunftsorientierte Zielsetzungen definiert werden, um weiterhin als Unternehmen erfolgreich zu bleiben. Gerade für die Entwicklung kreativer digitaler und innovativer Geschäftsmodelle sind Ökosysteme eine perfekte Plattform. Durch den Austausch mit verschiedenen Partnern und ihrer jeweiligen Expertise können interessante Symbiosen entstehen, die einen komplett neuen Markt eröffnen.

Kooperationen eingehen, Synergien erzeugen und Ökosysteme schaffen. Unternehmen sollten die Notwendigkeit von Kooperationen erkennen und sie innerhalb von Ökosystemen wahrnehmen. Die Geschäftsführung muss dabei als Vorbild agieren und die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bestärken nach geeigneten Netzwerken und Ökosystemen zu suchen und Kooperationen einzugehen. Im Anwendungsfall Luftgestütztes Referenzsystem zeigt sich zum Beispiel, dass in Zukunft Fahrerassistenzsysteme nicht nur mit Daten aus dem Auto rechnen, sondern auch luftgestütztes Material einbeziehen werden. Diese Neuausrichtungen können für Unternehmen die Chance sein in neue Märkte einzusteigen und mit der Unterstützung der weiteren Ökosystem-Akteure Innovationen zu entwickeln.

Passende Rolle in Ökosystemen finden, um mit den anderen Akteuren ideal zusammenzuarbeiten. Unternehmen müssen sich in Ökosystemen zurechtfinden und überlegen, welche Rolle sie im Netzwerk am besten einnehmen können. Sei es als Datengeber, Analyst, Dienstanbieter oder Vermittler innerhalb des Systems. Jeder Kooperationspartner sollte eine Aufgabe im System einnehmen. Dafür muss ggf. schon vorab eine Strategie entwickelt werden.

Agile Arbeitsweisen fördern. Unternehmen müssen in der heutigen Zeit schnell auf neue Trends reagieren und sich anpassen. Dabei ist auch ein Denken in flachen Hierarchien hilfreich.

Jeder Akteur, der Daten bereitstellt, ist gleichgestellt. Im Ökosystem gibt es verschiedene Akteure, die alle gleichwertig zum Ergebnis beitragen. Schnelle Kommunikationswege über wenige Hierarchieebenen hinweg sind unerlässlich. Dadurch können neue Ideen schnell umgesetzt werden. Im Beispiel Dokumentenanalyse würde ein Ökosystem mit vielen Akteuren aus verschiedenen Branchen (Versicherungen, Banken, Kundensupport etc.), die Auswahl an annotierten Trainingsdaten deutlich verbessern.

Reallabore nutzen und neue Ideen testen. Reallabore bieten einen idealen Rahmen für Experimentier- und Testfelder zusammen mit anderen Unternehmen, Wissenschaft und Politik. Die Niederschwelligkeit und das Innovationspotenzial von Reallaboren erleichtern die Ausarbeitung komplett neuer Ideen mit relativ geringem Aufwand. Gerade unübliche Zusammenarbeiten ermöglichen die Entwicklung kreativer Ideen, die das Unternehmensportfolio nachhaltig bereichern können. Am Beispiel Dialogsystem zeigt sich, dass die Entwickler der Dialogsysteme im Automobilbereich von zusätzlichen Infos aus Gastronomie, Hotellerie oder Touristik stark profitieren würden, um eine spannende Interaktion zwischen Mensch und Sprachassistent zu entwickeln. Solche Verbindungen sind neu, unüblich und haben großes Innovationspotenzial.

Definition der Plattformstrategie und Entscheidung über Governance-Mechanismen zur Etablierung einer vertrauenswürdigen Plattform. In den letzten Jahren sind zahlreiche digitale Plattformen entstanden, welche erhebliche gesellschaftliche und wirtschaftliche Auswirkungen haben. Insbesondere Business-to-Customer-Plattformen sind für den Erfolg in der digitalen Wirtschaft charakteristisch. Um in dieser dynamischen und turbulenten Entwicklung eine wichtige Position als vertrauenswürdige Plattform zu erhalten, müssen Plattformanbieter verschiedene Designprinzipien berücksichtigen. Verschiedene Gestaltungsprinzipien der technischen Infrastruktur, der Architektur oder der Offenheit haben Auswirkungen auf die Transparenz und Kontrolle der Plattformen. Plattformbetreiber müssen zur erfolgreichen Verwaltung der Benutzer auf der Plattform die richtigen organisatorischen und technischen Governance-Maßnahmen umsetzen. Aufgrund der zahlreichen Teilnehmer einer Plattform mit potenziell komplexen Wechselbeziehungen im Ökosystem ist das Design der Plattform elementar, um mit Komplexität, Kontrolle und Wachstum umzugehen.

6.2 Handlungsempfehlungen für die Politik

Die rechtliche Verankerung digitaler Souveränität ist das Alleinstellungsmerkmal. Um Ökosysteme populärer zu machen, bedarf es Unterstützung von politischer Seite. Der wichtigste Punkt hierbei ist die Sicherstellung der digitalen Souveränität teilnehmender Akteure. Es werden gesetzliche Reglementierungen (national und europäisch) benötigt, die sicherstellen, dass sensible und persönliche Daten in Ökosystemen vertrauenswürdig behandelt werden.

Prüfkatalog als Qualitätsmarke zur Erkennbarkeit und Sicherung von verlässigen und verantwortungsvollen Einsatz von KI. Zusätzlich muss die Politik die technischen Voraussetzungen (Schnittstellen, Plattformen, Übertragungssysteme) definieren, um eine einheitliche Sicherheitsgrundlage zu haben. Nicht nur interne Akteure, auch externe Angriffe dürfen im Ökosystem keine Gefahr für die Nutzenden sein. Der vom Fraunhofer Institut IAIS in Kooperation mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) und der Universitäten Bonn und Köln erarbeitete Prüfkatalog könnte als Rahmen für eine einheitliche Zertifizierung von KI-Anwendungen dienen.

„KI Made in Germany“: Abgrenzung von und Alternative zu augenblicklichen Hyperscaler-Modellen. Deutschland und die EU kann und sollte sich für eine souveräne und verantwortungsvolle Datenstrategie einsetzen und sich somit gegenüber den chinesischen und amerikanischen Konkurrenten abgrenzen. Die Wahrung von hohen ethischen Maßstäben in der Arbeit mit Daten und KI sollte stets Priorität haben.

Die Bremse lösen: Kooperationen schnell und unkompliziert ermöglichen. Kooperationen sind für die Arbeit im Ökosystem äußerst wichtig. Deshalb sollte auf politischer Ebene ein Rahmen geschaffen werden, in dem verschiedene Institutionen (wie Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Universitäten etc.) informell und schnell miteinander zusammenarbeiten können.

Subventionierung technischer Voraussetzungen um KMUs zu gewinnen. Ein weiterer wichtiger Punkt, um die Verbreitung des Ökosystems zu beschleunigen, ist die Subventionierung von Ökosystem-Gateways, damit auch kleineren Unternehmen der Zugang ermöglicht wird. Von staatlicher Seite könnten finanzielle Entlastungen beim Kauf von Hard- und Software für die Einrichtung von Gateways vorgesehen werden. Außerdem sollten Forschungsprojekte mit Vorhaben zur Entwicklung von Datenökosystemen gefördert werden.

Zusammenarbeit mit anderen EU-Ländern fördern: Netzwerke für die Wettbewerbsfähigkeit schaffen.

Als Handlungsempfehlung für die Politik wird vorgeschlagen eine stärkere Kooperation mit anderen EU-Ländern zu vereinfachen. Europäische Ökosysteme haben die Kraft mit weltweiten Global Playern Stand zu halten. Gerade der Schwerpunkt auf digitale Souveränität wäre ein Alleinstellungsmerkmal und somit eine große Konkurrenz für weitere Anbieter. Hervorzuheben ist unter anderem die „Dutch Digitalisation Strategy“ der Niederlande mit der Ambition, den Datenaustausch zwischen Unternehmen zu fördern und zu verstärken [85].

Das Markenzeichen: Fairness und Interessenswahrung. Nur Cloud-Infrastrukturen, die auf europäischen Werten bestehen sowie Sicherheit, Souveränität und Vertrauensschutz gewährleisten, ermöglichen den Austausch von Datensätzen nach Regeln des fairen Wettbewerbs und die Wahrung der Interessen von Unternehmen, die Daten bereitstellen. Das Projekt GAIA-X ist hierfür ein wichtiger Schritt.

Eine Europäische Leitlinie ist notwendig. Diese EU-weiten Ökosysteme können aber nur durch vereinfachte Kooperationsmöglichkeiten entstehen. Vor allem KMUs, die keine großen und internationalen Rechtsabteilungen haben, müssen die Möglichkeit haben in EU-weiten Ökosystemen mitarbeiten zu können ohne dabei an rechtlichen Hürden zu scheitern. Um eine Durchlässigkeit und Zusammenarbeit zu ermöglichen, bedarf es einer europäischen Leitlinie.

6.3 Handlungsempfehlungen für die Wissenschaft

Radar-Funktion: Neue Trends und Technologien frühestmöglich aufgreifen. Neue Trends im Bereich Daten und KI tauchen ständig auf. Die Wissenschaft kann als Radar für neue Entwicklungen dienen und somit weitere Akteure informieren, die nicht die Kapazität haben im Alltag neue Entwicklungen zu registrieren. Die Wissenschaft kann als Sparringspartner agieren und Wirtschaft und Politik helfen wichtige Trends zu erkennen und aufzugreifen.

Wichtige Forschungsfragen beantworten. Die Wissenschaft hat die fachlichen und zeitlichen Ressourcen, um schwierige Forschungsfragen durch Experimente, konzeptuelle Überlegungen und den Austausch mit anderen Einrichtungen zu beantworten. Wichtige Forschungsfragen, wie z. B. die optimale Verknüpfung menschlicher und künstlicher Intelligenz, die Erklärbarkeit und Transparenz von Algorithmen, Fragen des Transferlernens und der Robustheit von KI, können dadurch beantwortet werden.

Fachfremde Akteure vor Gefahren absichern. Aufgabe der Wissenschaft ist es fachfremde Akteure vor Unsicherheiten und Gefahren im Bereich Daten und KI zu schützen. Die Schnellebigkeit der datengetriebenen Welt führt auch zu schnellen Entwicklungen von Stolperfallen und Bedrohungen. Gerade im Kontext der Ökosysteme muss die Wissenschaft Risiken frühzeitig erkennen und wichtigen Partnern kommunizieren, um die Sicherheit der Akteure zu gewährleisten.

Bei politischen und ethischen Fragen als Beratungspartner agieren. Wissenschaftliche Einrichtungen befassen sich laufend mit neuen Entwicklungen in Daten und KI und deren Auswirkungen auf den beruflichen und privaten Alltag. Deshalb können sie als wertvoller Beratungspartner für Wirtschaft und Politik dienen. Gerade bei Ökosystemen gibt es viele Aspekte, die einer Expertenmeinung bedürfen: Wie kann mit Daten souverän umgegangen werden? Wie können Kooperationen technisch und strukturell aufgebaut werden? Wie können Ökosysteme weiter vorangetrieben werden?

Die Entwicklung digitaler Ökosysteme vorantreiben.

Die Wissenschaft sollte umfangreiche Forschungsarbeit in der Ausarbeitung funktionierender Ökosysteme leisten. Wie bereits erwähnt, haben Ökosysteme nicht nur strategische, sondern auch technische Herausforderungen. Zahlreiche Daten und Algorithmen müssen über verschiedene (inter-)nationale Partner hinweg sicher geteilt werden. Diese Vernetzung sollte reibungslos funktionieren und bedarf großer Forschungsleistung. Es müssen sowohl finanzielle als auch personelle Ressourcen eingesetzt werden, um Ökosysteme einfach, zuverlässig und kompatibel über alle Daten hinweg zu entwickeln.

Vernetzung mit anderen Akteuren fördern. Die Wissenschaft sollte durch Ökosysteme die Möglichkeit erhalten sich noch einfacher mit anderen Akteuren zu vernetzen und den Transfer von Forschungsergebnissen in die Anwendung umzusetzen. Im Forschungsalltag ist es schwierig geeignete Industrie- oder Politikpartner zu finden, die bereit sind, neue Ideen zu entwickeln. Die Ökosysteme könnten eine Chance sein, neue Synergien zwischen Wissenschaft und Anwendung zu schaffen.

Reallabore ermöglichen. Wissenschaftliche Einrichtungen sollten die Infrastruktur für Reallabore einrichten und die Kooperation mit anderen Akteuren aus Wirtschaft und Politik in diesen Laboren fördern. Die Akteure der Reallabore müssen mit Daten und KI experimentieren können. Die Wissenschaft könnte dabei helfen die Experimente vorzubereiten, durchzuführen und/oder auszuwerten.

Open Source Ansätze ermöglichen die notwendige Flexibilität und das Vertrauen. Open-Source Ansätze spielen für die Transparenz, Erklärbarkeit und Verifizierbarkeit eine entscheidende Rolle, bei welcher die Wissenschaft als Vorbild dienen kann.

DREI PERSPEKTIVEN AUS:

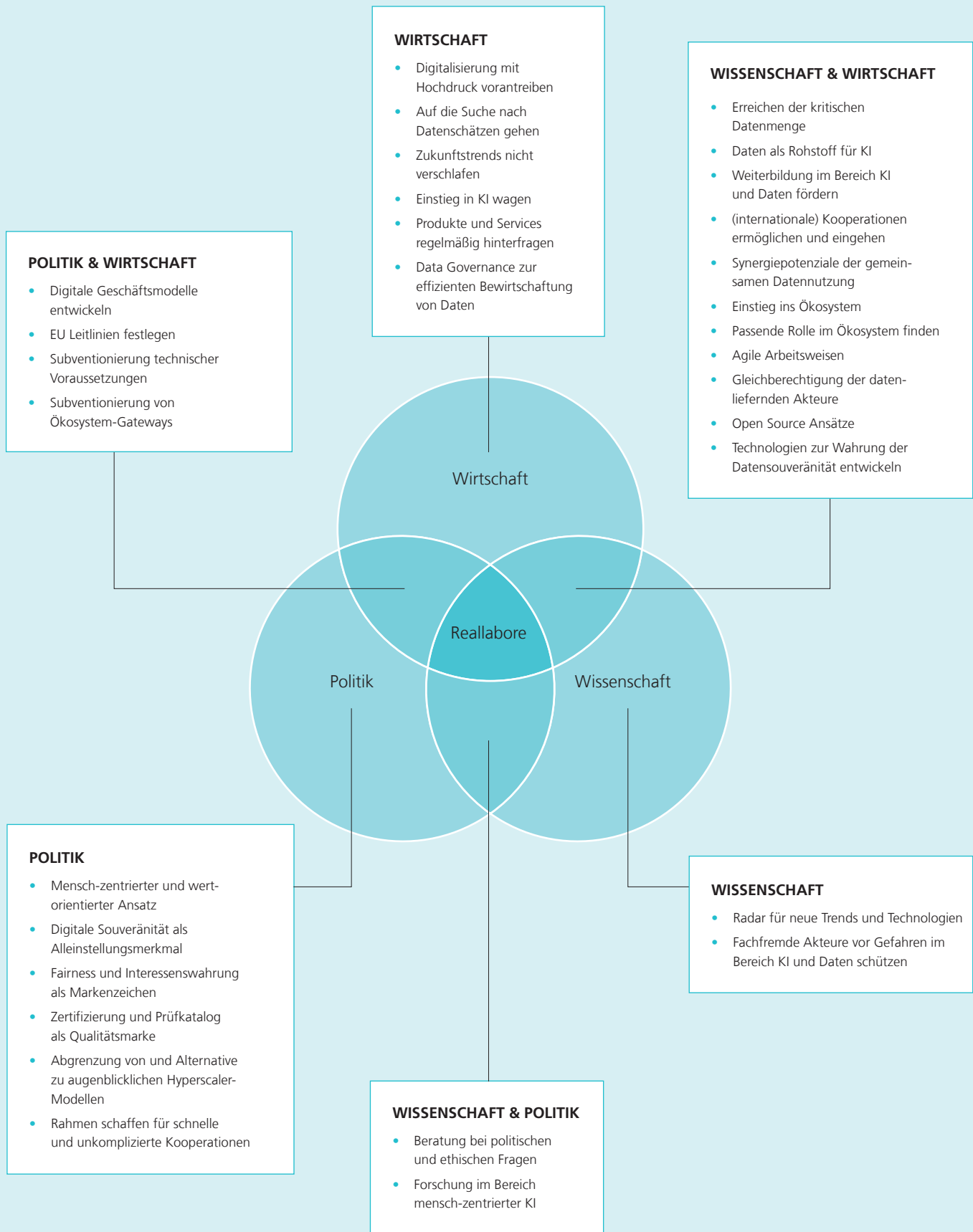


Abbildung 13: Übersicht der Handlungsempfehlungen für Wirtschaft, Politik und Wissenschaft



QUELLEN- VERZEICHNIS

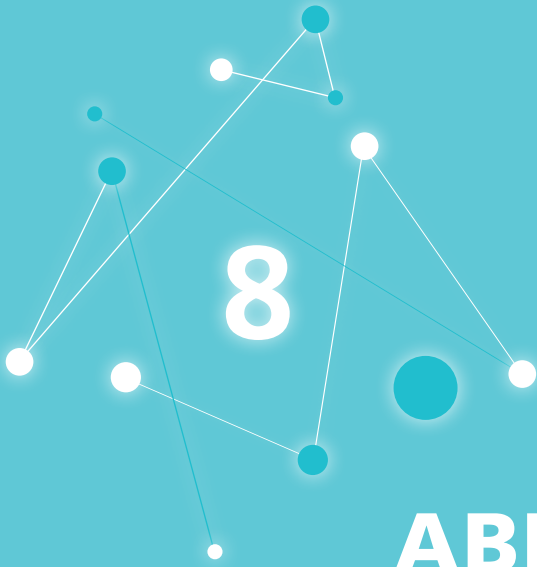
- [1] REINSEL, D, GANTZ, J, RYDNING, J., 2018. The digitization of the world: from edge to core. Framingham: International Data Corporation.
- [2] HEALD, M., JANKELOVICS, O., REF, R., 2017. Your role in the ecosystem [online]. [Zugriff am: 13.08.2018]. Verfügbar unter: https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-56/accenture-strategy-your-role-in-the-ecosystem.pdf#zoom=50
- [3] LORENZ, J.-T., 2018. The rise of ecosystems and platforms: What role can insurers play and how can they get started? [online]. [Zugriff am: 13.08.2019]. Verfügbar unter: <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/the-rise-of-ecosystems-and-platforms-what-role-can-insurers-play-and-how-can-they-get-started#>
- [4] BRANDT, M., 2019. Künstliche Intelligenz rechnet sich [online]. [Zugriff am: 13.08.2019]. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/infografik/16992/umsatz-der-in-deutschland-durch-ki-anwendungen-beeinflusst-wird/>
- [5] DÖBEL, I., LEIS, M., VOGELANG, M., et al., 2018. Maschinelles Lernen – Eine Analyse zu Kompetenzen, Forschung und Anwendung [online]. [Zugriff am: 13.08.2019]. Verfügbar unter: <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-497408.html>
- [6] ACCENTURE, 2017. How AI boosts industry profits and innovation [online]. [Zugriff am: 13.08.2019]. Verfügbar unter: https://www.accenture.com/_acnmedia/accenture/next-gen-5/insight-ai-industry-growth/pdf/accenture-ai-industry-growth-industry-report.pdf?la=en
- [7] PWC DEUTSCHLAND, 2018. Künstliche Intelligenz sorgt für Wachstumsschub [online]. [Zugriff am: 13.08.2019]. Verfügbar unter: <https://www.pwc.de/de/business-analytics/kuenstliche-intelligenz-sorgt-fuer-wachstumsschub.html>
- [8] SUHR, F., 2019. Jedes Unternehmen setzt KI ein [online]. [Zugriff am: 13.08.2019]. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/infografik/17560/ki-in-deutschen-unternehmen/>
- [9] OTTO, B., JÜRJENS J., SCHON, J., et al., 2016. Industrial Data Space – Digitale Souveränität über Daten [online]. [Zugriff am: 27.08.2019]. Verfügbar unter: <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-399869.html>
- [10] SCHAEFER, M., 2002. Wörterbücher der Biologie: Ökologie. 3. Auflage. Jena: Springer Spektrum.
- [11] LYMAN, M., REF, R., WRIGHT, O., 2018. Corner Stone of Future Growth – Ecosystems [online]. [Zugriff am: 27.08.2019]. Verfügbar unter: https://www.accenture.com/_acnmedia/pdf-77/accenture-strategy-ecosystems-exec-summary-may2018-pov.pdf#zoom=50
- [12] KOCH, M., 2019. Mit Gaia X soll die deutsche Wirtschaft ihre KI-Kompetenz stärken [online]. In: Handelsblatt 07.09.2019 [Zugriff am: 23.09.2019]. Verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/dateninfrastruktur-gaia-x-cloud-plattform-gegen-die-datenduerre-so-sollen-deutsche-unternehmen-ihre-ki-kompetenz-staerken/24990392.html>
- [13] DIE BUNDESREGIERUNG, KI NATIONALE STRATEGIE FÜR KÜNSTLICHE INTELLIGENZ AI MADE IN GERMANY, 2018. Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung [online]. [Zugriff am: 27.08.2019]. Verfügbar unter: https://www.bmbf.de/files/Nationale_KI-Strategie.pdf
- [14] FRAUNHOFER ACADEMY, 2019. Fraunhofer Academy [online]. [Zugriff am: 29.07.2019]. Verfügbar unter: <https://www.academy.fraunhofer.de/>
- [15] ACATECH - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V., 2019. [Zugriff am: 29.07.2019]. Verfügbar unter URL: <https://www.plattform-lernende-systeme.de/>
- [16] HECKER, D., DÖBEL, I., PETERSEN, U., et al., 2017. Zukunftsmarkt Künstliche Intelligenz – Potenziale und Anwendungen [online]. [Zugriff am: 27.08.2019]. Verfügbar unter: <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-497661.html>

- [17] CREMERS, A. B., ENGLANDER, A., GABRIEL, et al., 2019. Vertrauenswürdiger Einsatz von Künstlicher Intelligenz [online]. [Zugriff am: 27.08.2019]. Verfügbar unter: https://www.iais.fraunhofer.de/content/dam/iais/KINRW/Whitepaper_KI-Zertifizierung.pdf
- [18] EUROPEAN COMMISSION, 2018. EU Member States sign up to cooperate on Artificial Intelligence [online]. [Zugriff am: 29.07.2019]. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/eu-member-states-sign-cooperate-artificial-intelligence>
- [19] EUROPEAN COMMISSION, 2019. Artificial Intelligence [online]. [Zugriff am: 29.07.2019]. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/artificial-intelligence>
- [20] EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2018. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen – Koordinierter Plan für künstliche Intelligenz [online]. [Zugriff am: 27.08.2019]. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/DE/COM-2018-795-F1-DE-MAIN-PART-1.PDF>
- [21] HEINZE, R., 2017. Industrie 4.0 im internationalen Kontext: Kernkonzepte, Ergebnisse, Trends. Berlin: Beuth Verlag.
- [22] EUROPEAN COMMISSION, 2019. High-Level Expert Group on Artificial Intelligence [online]. [Zugriff am: 01.08.2019]. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/high-level-expert-group-artificial-intelligence>
- [23] CLAIRE, 2018. A European Vision for AI [online]. [Zugriff am: 01.08.2019]. Verfügbar unter: <https://claire-ai.org>
- [24] ELLIS SOCIETY, 2019. Ellis - European Laboratory for Learning and Intelligent Systems [online]. [Zugriff am: 10.08.2019]. Verfügbar unter: <https://ellis.eu/>
- [25] AI4EU, 2019. Building the European AI on demand platform [online]. [Zugriff am: 04.08.2019]. Verfügbar unter: <https://www.ai4eu.eu/>
- [26] KNOWLEDGE 4 ALL FOUNDATION LTD, 2019. Humane AI [online]. [Zugriff am: 10.08.2019]. Verfügbar unter: <https://www.humane-ai.eu/>
- [27] EUROPEAN COMMISSION, 2018. The European AI Landscape – Workshop Report [online]. [Zugriff am: 12.08.2019]. Verfügbar unter: http://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=51262
- [28] GROTH, O. J., NITZBERG, M., ZEHR, D. et al., 2018. Vergleich nationaler Strategien zur Förderung von Künstlicher Intelligenz [online]. [Zugriff am: 12.08.2019]. Verfügbar unter: <https://www.kas.de/documents/252038/3346186/Vergleich+nationaler+Strategien+zur+F%C3%B6rderung+von+K%C3%BCnstlicher+Intelligenz.pdf/46c08ac2-8a19-9029-6e6e-c5a43e751556?version=1.0&t=1559905070357>
- [29] DWIH TOKYO, 2018. Artificial Intelligence – International Research and Applications: 1st Japanese-German-French DWIH Symposium [online]. [Zugriff am: 02.08.2019]. Verfügbar unter: http://www.dwih-toky-o.jp/fileadmin/customer/dwih/events/20181121_AI_Symposium/Report_AI_Symp._2018_middle.pdf
- [30] SMART DATA FORUM, 2019. Internationale KI-Strategien [online]. [Zugriff am: 05.08.2019]. Verfügbar unter: <https://smartdataforum.de/services/internationale-vernetzung/international-ai-strategies/>
- [31] EMA, A., 2017. Regional Reports on AI Ethics: Japan [online]. [Zugriff am: 02.08.2019]. Verfügbar unter: <http://bai-japan.org/en/2018/reports-on-ai-ethics-japan/>

- [32] FUTURE OF LIFE INSTITUTE, 2019. AI Policy-Japan [online]. [Zugriff am: 13.08.2019]. Verfügbar unter: <https://futureoflife.org/ai-policy-japan/>
- [33] MCKINSEY & COMPANY, 2019. Studie belegt: In der KI hat Europa riesigen Nachholbedarf [online]. [Zugriff am: 10.08.2019]. Verfügbar unter: <https://www.mckinsey.de/news/presse/2019-02-11-ai-in-europe-l-mgi>
- [34] MAHLAKÖIV, T., 2019. Estonia: a springboard for global startups and AI applications [online]. [Zugriff am: 07.08.2019]. Verfügbar unter: <https://towardsdatascience.com/estonia-a-springboard-for-global-startups-and-ai-applications-d4d66598656b>
- [35] EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT OF THE UNITED STATES, 2019. The national Artificial Intelligence Research and Development Strategic Plan: 2019 Update [online]. 2019 [Zugriff am: 10.08.2019]. Verfügbar unter: <https://www.nitrd.gov/pubs/National-AI-RD-Strategy-2019.pdf>
- [36] FOUNDATION FOR LAW & INTERNATIONAL AFFAIRS, 2017. China's New Generation of Artificial Intelligence Development Plan [online]. [Zugriff am: 12.08.2019]. Verfügbar unter: <https://flia.org/notice-state-council-issuing-new-generation-artificial-intelligence-development-plan/>
- [37] VDE VERLAG GMBH, 2019. VDE präsentiert Tec Report 2019 „Industrielle KI – die nächste Stufe der Industrialisierung?“ [online]. [Zugriff am: 27.08.2019]. Verfügbar unter: <https://www.openautomation.de/detailseite/vde-praesentiert-tec-report-2019-industrielle-ki-die-naechste-stufe-der-industrialisierung.html>
- [38] DIZ DIGITALES INNOVATIONSZENTRUM STIMMUNGSBILD GMBH, 2018. Künstliche Intelligenz: Ein Stimmungsbild aus BW [online]. [Zugriff am: 27.08.2019]. Verfügbar unter: <https://www.diz-bw.de/newsroom/detail/news/kuenstliche-intelligenz-ein-stimmungsbild-aus-bw/>
- [39] OTTO, B., JARKE, M., 2019. Designing a multisided data platform: findings from the International Data Spaces case. Verfügbar unter: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12525-019-00362-x>
- [40] EUR-LEX ACCESS TO EUROPEAN UNION LAW, 2018. Communication from the Commission – Artificial Intelligence for Europe [online]. [Zugriff am: 02.08.2019]. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2018%3A237%3AFIN>
- [41] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE, 2019. Das Projekt GAIA-X. Eine vernetzte Dateninfrastruktur als Wiege eines vitalen, europäischen Ökosystems. Verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/das-projekt-gaia-x-executive-summary.html>
- [42] GILLMANN, B., 2019. Europa-Cloud Gaia-X startet im Oktober: Die Plattform Gaia-X soll Daten von Unternehmen speichern und mit KI auswerten. In: Handelsblatt [online] 03.09.2019 [Zugriff am: 23.09.2019]. Verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/datenplattform-europa-cloud-gaia-x-startet-im-oktober/24974718.html>
- [43] KAGERMANN, H., 2014. Chancen von Industrie 4.0 nutzen. In: T. BAUERNHANS, M. TEN HOMPEL, B. VOGEL-HEUSER, Hg. Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 603–614.
- [44] BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE, 2018. Monitoring-Report Wirtschaft Digital 2018 [online]. Verfügbar unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/monitoring-report-wirtschaft-digital-2018-langfassung.html>
- [45] KIM, H., 2015. Big data: The structure and value of big data analytics. [online]. Verfügbar unter: <https://aisel.aisnet.org/amcis2015/BizAnalytics/GeneralPresentations/38/>

- [46] BAUERNHANSL, T., 2014. Die Vierte Industrielle Revolution – Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma, 2014. In: T. BAUERNHANSL, M. TEN HOMPEL, B. VOGEL-HEUSER, Hg. Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 5–35.
- [47] DALLEMULE, L., DAVENPORT, T. H., 2017. What's your data strategy? [online]. Harvard Business Review, 2017, 95 (3), 112–121. Verfügbar unter: <http://globaltraining.com.ec/files/i1.pdf>
- [48] OTTO, B. et al., 2019. Data Economy – Status Quo der deutschen Wirtschaft & Handlungsfelder in der Data Economy, Dortmund: Fraunhofer Institut für Software- und Systemtechnik ISST.
- [49] HECKER, D., DÖBEL, I., RÜPING, S., et al., 2017. Künstliche Intelligenz und die Potenziale des maschinellen Lernens für die Industrie. Wirtschaftsinformatik & Management, Ausgabe 5.
- [50] ISO/IEC., 1993. Information technology. Vocabulary Part 1: Fundamental terms (ISO/IEC 2382-1:1993). Genf: ISO/IEC.
- [51] OPPENHEIM, C., STENSON, J., WILSON, R., 2003. Studies on Information as an Asset Definitions. Journal of Information Science 29 (3), S. 159–166.
- [52] BUXMANN, P., SCHMIDT, H., 2019. Künstliche Intelligenz. Mit Algorithmen zum wirtschaftlichen Erfolg. Berlin, Springer Gabler.
- [53] RUSSELL, S. J., NORVIG, P., 1995. Artificial Intelligence – A Modern Approach. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- [54] BITKOM, DFKI, 2017. Künstliche Intelligenz – Wirtschaftliche Bedeutung, gesellschaftliche Herausforderungen, menschliche Verantwortung [online]. Verfügbar unter: https://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/import/9744_171012-KI-Gipfel-papier-online.pdf
- [55] GOODFELLOW, I., BENGIO, Y., COURVILLE, A., 2016. Deep learning. London: MIT press.
- [56] MOORE, J.F., 1993. Predators and prey: a new ecology of competition. Harvard business review, 1993, 71. Jg., Nr. 3, S. 75–86.
- [57] NACHIRA, F., 2002. Towards a network of digital business ecosystems fostering the local development.
- [58] TIWANA, A., 2014. Platform Ecosystems: Aligning Architecture, Governance, and Strategy. Platform Ecosystems: Aligning Architecture, Governance, and Strategy. 2014.
- [59] BASOLE, R.C., KARLA, J., 2011. On the evolution of mobile platform ecosystem structure and strategy. Business & Information Systems Engineering, 2011, 3. Jg., Nr. 5, S. 313.
- [60] CHANG, E., WEST, M., 2006. Digital Ecosystems A Next Generation of the Collaborative Environment. In: iiWAS. 2006. S. 3–24.
- [61] DE REUVER, M., SØRENSEN, C., BASOLE, R.C., 2018. The digital platform: a research agenda. Journal of Information Technology, 2018, 33. Jg., Nr. 2, S. 124–135.
- [62] WORLD RESOURCES INSTITUTE, 200. World Resources: People and ecosystems: the fraying web of life. World Resources Institute.
- [63] MOORE, J., 1997. Leadership and Strategy in the Age of Business Ecosystems.
- [64] ATTARD, J., ORLANDI, F., AUER, S., 2016. Data value networks: Enabling a new data ecosystem. In: 2016 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI). IEEE, 2016. S. 453–456.
- [65] OECD, 2013. Mapping the global data ecosystem and its points of control. Data-Driven Innovation, February 2013, 2015, S. 69–130.

- [66] OLIVEIRA, M., LÓSCIO, B., 2018. What is a data ecosystem? In: Proceedings of the 19th Annual International Conference on Digital Government Research: Governance in the Data Age. ACM, 2018.
- [67] OTTO, B. Digitale Souveränität. Beitrag des Industrial Data Space, Whitepaper, München 2016.
- [68] OTTO, B., STEINBUß, S., TEUSCHER, A., et al., 2019. International Data Spaces Reference Architecture Model (Version 3.0). Berlin, Dortmund: International Data Spaces Association. Verfügbar unter: <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-558157.html>
- [69] BADER, S. R., MALESHKOVA, M., LOHMANN, S., 2019. Structuring Reference Architectures for the Industrial Internet of Things. *Future Internet*, 2019, 11. Jg., Nr. 7, S. 151.
- [70] IEEE, 2011. ISO/IEC/IEEE 42010: 2011-Systems and Software Engineering – Architecture Description. Verfügbar unter: <https://www.iso.org/standard/50508.html>
- [71] FONSECA, J., GUILLEMIN, P., BAUER, M., et al., 2018. Context Information Management (CIM), Valbonne, France, 2018.
- [72] BASSI, A., BAUER, M., FIEDLER, M., et al., 2013. Enabling Things to Talk: Designing IoT Solutions with the IoT Architectural Reference Model, Springer, Heidelberg Germany 2013.
- [73] BIG DATA VALUE ASSOCIATION, 2017. European Big Data Value Strategic Research and Innovation Agenda. Verfügbar unter: <http://www.bdva.eu/SRIA>
- [74] EDGE CROSS CONSORTIUM, 2018. Edgecross Consortium to Address Edge Integration in IIoT-enabled Architectures.
- [75] DELSING, J., 2017. IoT Automation: Arrowhead Framework, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA 2017.
- [76] INDUSTRIE DU FUTUR, 2019. Verfügbar unter: <http://www.industrie-dufutur.org/>
- [77] FAURE, P., DARMAYAN, P., 2016. Le plan français Industrie du futur. *Annales des Mines Réalités Industrielles* 2016, 2016, 57–60.
- [78] TIRABOSCHI, M., SEGHEZZI, F., 2016. Il Piano nazionale Industria 4.0: una lettura lavoristica, *Lab, Law Issues* 2016, 2, S. 1–41.
- [79] ALLIANCE OF INDUSTRIAL INTERNET, 2016. Industrial Internet Architecture, White Paper. Verfügbar unter: <http://en.aii-alliance.org/uploadfile/2017/0307/Industrial.pdf>
- [80] OPENFOG CONSORTIUM ARCHITECTURE WORKING GROUP, 2016. Openfog Architecture Overview. White Paper OPFWP001 2016, 216, 35.
- [81] ADOLPHS, P., BERLIK, S., DORST, W., et al., 2016. DIN SPEC 91345: Reference Architecture Model Industrie 4.0.
- [82] BADER, S.R., MALESHKOVA, M., 2018. The Semantic Asset Administration Shell. In Proceedings of the 15th International Conference on Semantic Systems, Crete, Greece, 3–7 June 2018.
- [83] LIN, S.W., MURPHY, B., CLAUER, E., et al., 2017. Architecture Alignment and Interoperability - An Industrial Internet Consortium and Plattform Industrie 4.0 Joint Whitepaper. Verfügbar unter: https://www.iiconsortium.org/pdf/JTG2_Whitepaper_final_20171205.pdf
- [84] CHRISTENSEN, C., 1997. The Innovator's Dilemma. When New Technologies Cause Great Firms to Fail (Management of Innovation and Change). Watertown, MA: Harvard Business Review Press.
- [85] MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS AND CLIMATE POLICY, 2019. Dutch Digitalisation Strategy. Dutch vision on data sharing between businesses, February 2019.



ABBILDUNGS- VERZEICHNIS

- Abbildung 1: Rollen und Akteure in einem potenziellen Ökosystem – © Data Market Austria
- Abbildung 2: Überblick über die nationale KI-Strategie in Deutschland – © Fraunhofer IAO
- Abbildung 3: Ziele und Schlüsselaufgaben der Europäischen KI Strategie – © Fraunhofer IAO
- Abbildung 4: Wichtige Begrifflichkeiten der Künstlichen Intelligenz – © eigene Abbildung in Anlehnung an [52]
- Abbildung 5: Aufbau einer Dateninfrastruktur für KI – © Fraunhofer ISST
- Abbildung 6: Sprachassistent im Automobilbereich – © Fraunhofer IAIS
- Abbildung 7: Prozess der Spracherkennung mit Verfahren des Deep Learning – © Fraunhofer IAIS
- Abbildung 8: Machine Learning Framework für die Anfallsdetektion bei Epilepsie – © Fraunhofer ISST
- Abbildung 9: Zusammenarbeit in der Lieferkette am Beispiel von Garantieforderungen – © Fraunhofer IESE
- Abbildung 10: Schematische Darstellung der luftgestützten Erfassung der Verkehrssituationen – © Fraunhofer IOSB
- Abbildung 11: Übersicht über die Einbettung des SmartEnergyHub – © Fraunhofer IAO
- Abbildung 12: Klassifikation der Umgebung von fahrerlosen Transportsystemen in der Intralogistik – © Fraunhofer IML
- Abbildung 13: Übersicht der Handlungsempfehlungen für Wirtschaft, Politik und Wissenschaft – © Fraunhofer ISST, Fraunhofer IAO

