



visiT

Datenräume und Digitale Zwillinge

**Wie Datenaustausch die industrielle Produktion
effizienter, resilienter und nachhaltiger macht**

www.iosb.fraunhofer.de

ISSN 1616-8240

visIT erscheint etwa drei Mal pro Jahr und informiert über ausgewählte Forschungsthemen des Fraunhofer IOSB. Für die Bestellung von Einzelheften, ein kostenloses visIT-Abo sowie für Adressänderungen und Abbestellungen schicken Sie bitte eine E-Mail an publikationen@iosb.fraunhofer.de

Herausgeber
Prof. Dr.-Ing. habil.
Jürgen Beyerer

Redaktion
Dipl.-Phys. Ulrich Pontes
Lena Kaul, M.A.

Layout
Anja Wollfarth, M.A.

Druck
Stober Medien GmbH
Industriestraße 12,
76344 Eggenstein

Anschrift der Redaktion
Fraunhofer-Institut für
Optronik, Systemtechnik und
Bildauswertung IOSB
Fraunhoferstr. 1, 76131 Karlsruhe
Telefon +49 721 6091-300
Fax +49 721 6091-413
presse@iosb.fraunhofer.de

© Fraunhofer IOSB
Karlsruhe 2024

Ein Institut der
Fraunhofer-Gesellschaft
zur Förderung der angewandten
Forschung e. V. München

25. Jahrgang
ISSN 1616-8240

Bildquellen
Titelbild: stock.adobe / ckybe,
stock.adobe / Oleksandr

Alle anderen Abbildungen
© Fraunhofer IOSB,
Ausnahmen sind gekennzeichnet.

Themen

Editorial	3
Jürgen Beyerer, Olaf Sauer	
Manufacturing-X bringt den Durchbruch für die Digitalisierung in der Fertigungsindustrie	4
Georg Kube, Olaf Sauer	
Manufacturing-X – Bauplan und Rolle Digitaler Zwillinge	6
Jürgen Schmelting, Olaf Sauer	
Factory-X – Erobern Digitale Zwillinge den Shopfloor?	8
Roland Rosen	
Systemumgebung für Digitale Zwillinge – Referenzmodell und Eclipse Werkzeuge	10
Thomas Usländer, Ljiljana Stojanovic Florian Pethig	
Maschinelles Lernen und Engineering-Modelle für hybride Digitale Zwillinge	12
Constanze Hasterok, Julius Pfrommer	
Digitale Zwillinge und Datenräume: der FA³ST-Ansatz	14
Friedrich Volz, Ljiljana Stojanovic	
Digitale Zwillinge im Kunststoffrecycling – Waste4Future: Flexible Wahl des sinnvollsten Recyclingpfads	16
Michael Baumann, Georg Maier	
Digitale Zwillinge und souveräner Datenaustausch für die energetische Transformation der Industrie	18
Oliver Warweg, Stefan Klaiber	
Datenräume und -portale im energiewirtschaftlichen Einsatz: aus der Sicht eines großen europäischen IT-Providers	20
Michael Laskowski	
Transfer-X – Wie Forschungsergebnisse das »Tal des Todes« überwinden.	22
Georg Schnauffer, Olaf Sauer	
Catena-X – Betrieb eines Datenökosystems	24
Hanno Focken	
Forschungsfabriken sind Entwicklungs-, Test- und Demonstrationszentren	26
Geschäftsfeld AD	
Fazit und Zusammenfassung	27
Geschäftsfeld AD	

Editorial

Liebe Freunde des Fraunhofer IOSB,

im Jahr 2012 wurde die vierte industrielle Revolution ausgerufen: Industrie 4.0 ist ein Export-schlager, und Unternehmen, Forschungseinrichtungen und öffentliche Stellen weltweit haben Projekte gestartet und durchgeführt, um ihre eigene Digitalisierung voranzubringen. Trotz großer Erfolge in der Forschung liegen Deutschlands Firmen bei der Digitalisierung allerdings im internationalen Vergleich nur im Mittelfeld. Die Frage ist: Warum ist das so? Vielleicht haben sich deutsche Unternehmen bei Industrie 4.0 darauf fokussiert, zunächst ihre eigenen Fabriken effizienter zu machen, und weniger darauf geschaut, kundenbezogene Mehrwerte zu schaffen. Die Sorge, Daten mit Kunden, Zulieferern oder Ausrüstern zu teilen, hat Überlegungen überwogen, welche Potenziale sich ergäben, wenn innerhalb der Wertschöpfungsnetzwerke Daten ausgetauscht würden. Und: Standards, die die verschiedenen Akteure wie selbstverständlich nutzen, waren den Firmen unbekannt oder nicht verfügbar.

Mit diesem Heft wollen wir dazu beitragen, diese Argumente zu entkräften: Datenaustausch in Datenräumen und Digitale Zwillinge sind vielversprechende Lösungen, um die Digitalisierung voranzubringen. Und sie sind zwei Seiten einer Medaille: Ohne Digitale Zwillinge, die auf offenen Standards beruhen, gibt es keinen effizienten Datenaustausch. Datenräume und die ihnen zugrundeliegenden Prinzipien sorgen dafür, dass digitale Lösungen skalieren.

Unsere Gastautoren berichten aus der Praxis ihrer Datenraumprojekte und -initiativen: Roland Rosen (Siemens AG) als Leiter des Verbundprojekts Factory-X und der Erfahrung aus fast drei Jahren Catena-X. Georg Kube (SAP) befasst sich intensiv mit Datenräumen und Datenökosystemen und deren Interoperabilität, sodass Software-Applikationen branchenübergreifend genutzt werden können. Hanno Focken (Cofinity-X) arbeitet in der ersten Betreiber-gesellschaft für Shared Services eines industriellen Datenraums, Catena-X. Georg Schnaufer (ARENA2036) steht wie kaum ein anderer für zielgerichteten Transfer der Datenraum-lösungen in mittelständische Unternehmen. Die Zusammenarbeit zwischen Forschung bei Fraunhofer und Unternehmen zeigt, dass FuE-Ergebnisse tatsächlich schnell in die Praxis gebracht werden können – um so die Digitalisierung in der deutschen Industrie voranzubringen.

Wir wünschen viel Freude beim Lesen unserer Ausgabe »Datenräume und Digitale Zwillinge«.

Fraunhofer IOSB, im April 2024



Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer



Dr. Ing. Olaf Sauer



Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer



Dr. Ing. Olaf Sauer

Manufacturing-X bringt den Durchbruch für die Digitalisierung in der Fertigungsindustrie



Georg Kube

Head of Industry
Data Ecosystems
Manufacturing-X
SAP SE

georg.kube@sap.com

Viele Unternehmen haben das Potenzial der Digitalisierung erkannt, um Kosten zu senken, Gewinne zu steigern und neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Sie haben Businesspläne geschrieben, Genehmigungen erhalten und mit der Umsetzung begonnen. Aber sie stecken oft im Teststadium fest. Das Hauptproblem ist das Skalieren: der Übergang von ein paar Benutzer*innen zu hunderten oder tausenden. Am Beispiel der IIoT-Plattformen, die viele Firmen in den vergangenen Jahren entwickelt haben, zeigt sich, dass herstelleregebundene Lösungen nicht skalieren und damit nicht rentabel sind. Doch warum ist das Skalieren ein Problem? Die Antwort liegt im Datenaustausch. Wir haben Daten, jede Menge davon, dank des Internets der Dinge (IoT) und anderer Technologien, aber Unternehmen zögern, sie in ihrem Ökosystem

verfügbar zu machen. Drei Gründe stehen dabei im Vordergrund:

1. Mangelndes Vertrauen: Unternehmen befürchten, dass der Datenaustausch ihren Wettbewerbern, Lieferanten oder Käufern Wettbewerbsvorteile verschaffen könnte.
2. Fehlende Datenmonetarisierung: Nicht jedes am Datenaustausch beteiligte Unternehmen profitiert gleichermaßen. Dieser Unterschied kann heute noch nicht monetarisiert werden.
3. Technische Komplexität: Vor allem kleine Unternehmen müssen oft mehrere Plattformen bedienen, um mit Erstausrüstern (engl. OEM) und Kunden zusammenzuarbeiten. Da diese Plattformen nicht interoperabel sind, ist der entstehende Aufwand immens.



Dr.-Ing. Olaf Sauer

Geschäftsfeld
Automatisierung und
Digitalisierung

Tel. +49 721 6091 477
olaf.sauer
@iosb.fraunhofer.de



Abb. 1: Austausch von Laufzeitdaten ist ein wichtiger Teil von Manufacturing-X

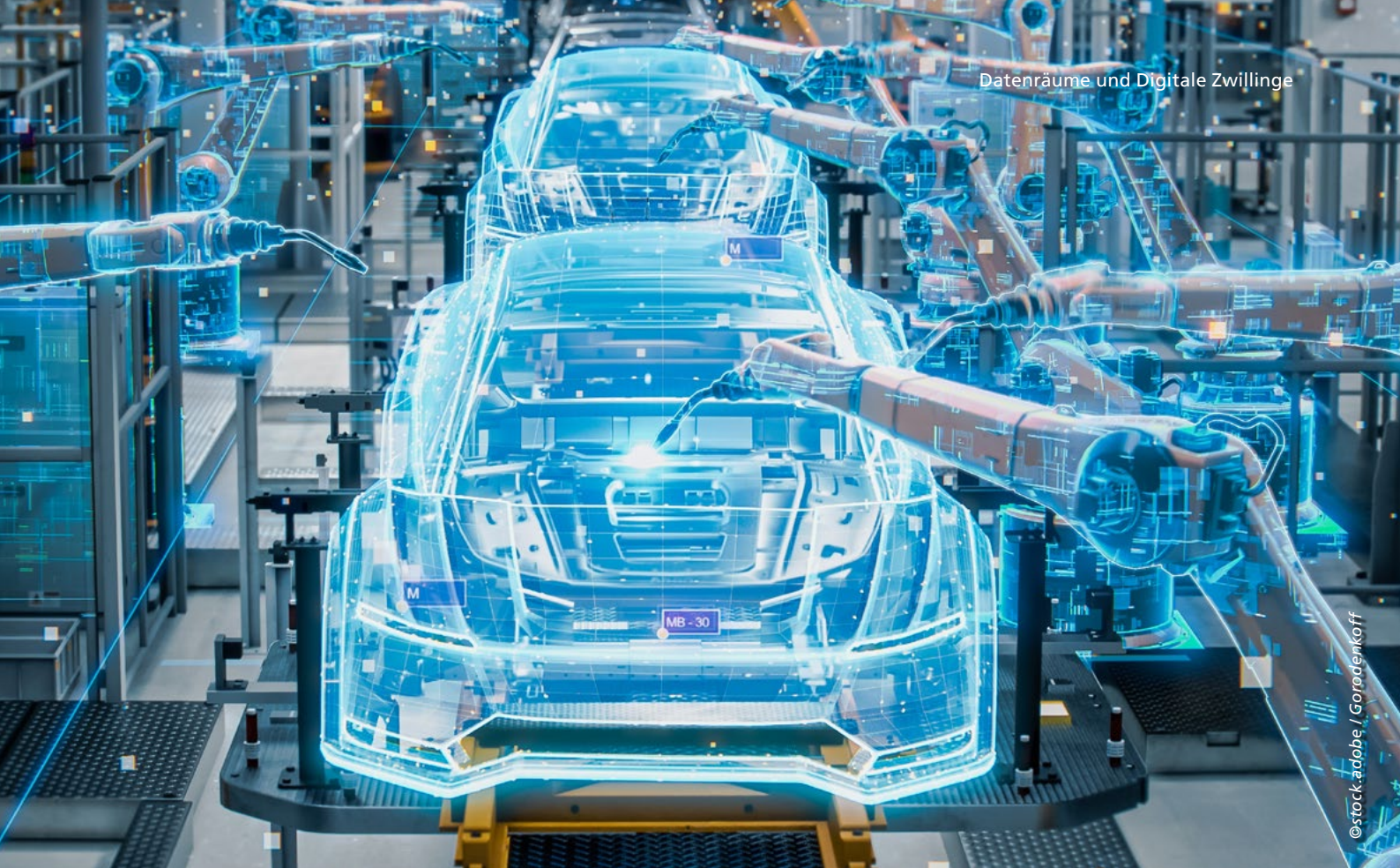


Abb. 2: Datenaustausch bei Catena-X

Genau hier setzt Manufacturing-X an: Es schafft eine neue Infrastruktur, die es ermöglicht, Daten zwischen unterschiedlichsten Applikationen und Plattformen über Standards auszutauschen. Dabei wird die Datensouveränität erhalten und die Monetarisierung der Daten ermöglicht. Für einzelne Fabrikbetreiber, Ausrüster oder Softwarefirmen ist die Herausforderung zu groß, einen industriellen Datenraum aufzubauen. Nicht-wettbewerbskritische Dienste, im Sprachgebrauch der Datenräume »Basiservices« genannt, sollten nur einmal entwickelt werden, statt mehrfach für jede proprietäre Software-Lösung. Vertrauen in den Datenraum und technische Lösungen in Form von Vertrauensankern müssen Hand in Hand entwickelt werden [1]. In den vergangenen Jahren hat die Industrie, getrieben von Industrie 4.0, viele Basisarbeiten geleistet, um standardisierten, interoperablen und lebenszyklusübergreifenden Datenzugriff und Datenaustausch zu ermöglichen. Dazu zählen u. a. die Arbeiten innerhalb der Plattform Industrie 4.0 zur Verwaltungsschale (engl. Asset Administration Shell, kurz AAS) sowie die Definition von OPC-UA-Companion-Spezifikationen.

Das Datenökosystem Catena-X arbeitet bereits an horizontalen Prozessen in der Automobilbranche. In Factory-X setzen wir uns dafür ein, dass dies erweitert wird, indem wir horizontale und vertikale Prozesse in Fabriken miteinander verknüpfen. Es gibt

ähnliche Projekte für die Luft- und Raumfahrt, die Halbleiterindustrie und mehr, aber diese sind noch in Planung.

Cofinity-X spielt dabei eine wichtige Rolle. Es ist keine herkömmliche Plattform, denn es speichert die Daten der Teilnehmer am Datenökosystem nicht. Vielmehr fungiert es wie ein Vermittler, der es Unternehmen ermöglicht, direkt Daten auszutauschen, wobei diese entscheiden, wer welche Daten unter welchen Bedingungen erhält. Denn: Eine Skalierung von Business Applikationen ist nur möglich, wenn Firmen nicht an eine Betreibergesellschaft gebunden sind (Vendor Lock-in), sondern Interoperabilität tatsächlich gewährleistet ist. Das Ziel ist also nicht, ein Monopol zu schaffen, sondern mehrere Betreiberfirmen zu haben, die dasselbe tun, um für alle Beteiligten fair zu sein. Daher ermutigen wir jeden dazu, ihre Digitalisierungsprojekte noch einmal zu überdenken. Fragen Sie sich: »Was wäre, wenn ich alle Daten hätte?« Lassen Sie uns den Datenaustausch in der Industrie vereinfachen. Es ist an der Zeit, gemeinsam eine vernetztere und effizientere Zukunft zu gestalten.

¹ Rauen, H. und Koschnick, G., »Von der Datur zur Datokratie. Mit Manufacturing-X zum föderativen Datenökosystem«, SPS-MAGAZIN, Fachzeitschrift für Automatisierungstechnik 3, 2023, S. 20–22.

Manufacturing-X

Bauplan und Rolle Digitaler Zwillinge



Dr. Jürgen Schmelting

Abteilungsleiter Industrial
Manufacturing

juergen.schmelting
@isst.fraunhofer.de

Die Produktion hochwertiger Waren und Güter ist Kern und Rückgrat der deutschen Wirtschaft. Direkt und indirekt hängen rund 15 Mio. der knapp 45 Mio. Arbeitsplätze in der Bundesrepublik von der produzierenden Wirtschaft ab. Wichtige Teilbranchen für das verarbeitende Gewerbe sind neben dem Maschinenbau, der Elektroindustrie und der Automobilindustrie weitere Branchen, die Produktionsstätten betreiben, z. B. die Metallverarbeitung, die Luftfahrt-, Chemie- und Pharmaindustrie sowie die Halbleiter- und Elektronikherstellung. Eine entsprechend hohe Bedeutung kommt dem produzierenden Gewerbe bei der wirtschaftlichen Prosperität der deutschen Volkswirtschaft zu.

Um die Wettbewerbsfähigkeit des industriellen Sektors zu stärken, wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) das Programm »Manufacturing-X« aufgesetzt. Ziel ist es, Prozesse effizienter zu gestalten – durch einen erleichterten Datenzugang sowie eine vereinfachte Datennutzung über Unternehmensgrenzen hinweg unter gleichzeitiger Wahrung der Souveränität aller Akteur*innen. Hierzu sind v. a. folgende Fragestellungen relevant:

- Wie können Datenökosysteme für die produzierende Industrie aufgebaut werden und welchen Nutzen haben (mittelständische) Unternehmen, wenn sie daran teilnehmen?
- Was sind Datenräume und wie können sie so aufgebaut werden, damit sie interoperabel sind? Welche Infrastrukturkomponenten und Basisdienste sind erforderlich, damit ein Datenfluss in einer dezentralen Gesamtkomponentenarchitektur gewährleistet werden kann? Diese sollen ermöglichen, dass sich produzierende Unternehmen auf

die Arbeit mit Daten und somit auf datenbasierte Mehrwertdienste fokussieren können und nicht auf die Konnektivität mit Ökosystempartnern.

- Wie kann ein auf europäischen Werten basierender Weg aussehen, um Daten über Unternehmens- und Landesgrenzen zu teilen und zu nutzen, sodass den Eigentümern bzw. Erzeugern der Daten die Kontrolle über ihr Know-how – soweit wie technisch möglich – erhalten bleibt? Daten durch außereuropäische Technologieunternehmen zentral zu speichern, ist für die angestrebte technologische Souveränität Europas nicht gewünscht. Zu groß erscheinen die Risiken in Anbetracht des in den Daten enthaltenen Geschäftswissens und eines drohenden Verlusts der Kundenschnittstelle bei plattformbasierten Geschäftsmodellen. Daher sollte es einen dezentralen Architekturansatz geben. Daten werden entgegen dem Ansatz der Plattformökonomie nicht in einer zentralen Instanz abgelegt, sondern verbleiben bei den jeweiligen Akteur*innen.

Manufacturing-X verfolgt das klar formulierte Ziel, ein Fitness-Programm für die Digitalisierung der deutschen produzierenden Industrie zu schaffen. Die seit Jahren propagierte Industrie 4.0 soll somit flächendeckend Realität werden. Dazu gilt es folgende Bausteine sinnvoll zu kombinieren:

- Hardware und hardwarenahe Software: intelligente Maschinen, Anlagen und Komponenten (sogenannte cyber-physische Systeme), die für Digitalisierung und Kommunikation vorbereitet sind. Hierzu zählt zunächst Equipment, das von vornherein, z. B. durch stan-



Dr.-Ing. Olaf Sauer

Geschäftsfeld
Automatisierung und
Digitalisierung

Tel. +49 721 6091 477
olaf.sauer
@iosb.fraunhofer.de



Abb. 1: Die digitale und die dingliche Welt verschmelzen in Form Digitaler Zwillinge innerhalb der industriellen Großinitiative Manufacturing-X.

standardkonforme Teilmodelle Digitaler Zwillinge, mit Konfigurations-/Kommunikationsfähigkeiten, z. B. über OPC UA, und entsprechenden Datenraum-Konnektoren ausgerüstet ist. Das Equipment kann mit vortrainierten KI-Modellen versehen sein, die durch Laufzeitdaten weiterentwickelt und im Austausch mit Daten anderer Maschinen/Komponenten verbessert werden.

- **Software:** Zur Herstellung inner- und überbetrieblicher Konnektivität bedarf es Software, die den Datenfluss gewährleistet. Hierzu zählen Basisdienste, die eine Grundfunktionalität einer florierenden Datenökonomie gewährleisten, sowie Mehrwertdienste (»Business Apps«), die Rohdaten aus dem Betrieb zu Informationen zusammenführen, z. B. über »Gesundheitszustände« von Maschinen/Komponenten, Prädiktionen ausführen oder als Basis für neue Geschäftsmodelle dienen.
- **Geschäftsmodelle:** Die Kombination von Hard- und Software ermöglicht zweierlei. Zum einen kann die gegenwärtige Wertschöpfung effizienter betrieben werden, zum anderen können auch neue Kundenerlöse und Wertschöpfungspotenziale sowie Erlösquellen und Zahlungsströme

erschlossen werden, z. B. durch pay-per-use, pay-per-part, pay-per-value, etc.

Auf offenen Standards basierende Digitale Zwillinge sind die softwareseitige Basis für den Datenaustausch in Datenräumen: Sie repräsentieren die gesamte dingliche Welt, also Infrastruktur und Werkzeuge, und werden über den Lebenszyklus nach und nach mit Informationen angereichert. Digitale Zwillingssysteme sind darauf ausgelegt, Echtzeitdaten von physischen Assets zu sammeln, Modelle von Digitalen Zwillingen sukzessive zu aktualisieren und Analysen, Simulationen, Optimierungen oder andere Berechnungen durchzuführen. Außerdem ermöglichen sie die Steuerung der physischen Assets und Prozesse. Digitale Zwillinge und Datenräume sind daher zwei Seiten der gleichen Medaille.

Einmal umgesetzt sind sich so aufspannende Datenökosysteme eine vielversprechende Möglichkeit, um erforderliche fabrikinterne Planungs- und Steuerungsprozesse effizienter zu gestalten. Sie sind somit auch ein Vehikel, um dem Fachkräftemangel zumindest teilweise technologisch zu begegnen. Dem Programm Manufacturing-X kommt daher in den kommenden Jahren eine große Bedeutung zu.



Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Factory-X

Erobern Digitale Zwillinge den Shopfloor?

Die industrielle Produktion steht wie unsere gesamte Gesellschaft vor globalen Herausforderungen. Der Klimaschutz, verbesserte Nachhaltigkeit sowie funktionierende Lieferketten und die Digitalisierung sind nur einige davon. Neben dem ökologischen Aspekt und dem sozialen Kontext beinhaltet die Nachhaltigkeit eine ökonomische Komponente. Dies bedeutet bezogen auf die Produktion, dass die Wettbewerbsfähigkeit aller daran beteiligten Partner erhalten bleiben muss, um eine dauerhafte Verbesserung der Nachhaltigkeit zu erreichen. Ein weiteres Erfolgskriterium liegt in einer resilienteren Produktion, damit beispielsweise auf Störungen in den Lieferketten schneller und flexibler reagiert werden kann. Daher hat sich die Initiative Manufacturing-X zum Ziel gesetzt, Nachhaltigkeit, Resilienz und Wettbewerbsfähigkeit zu steigern [1]. Zur Umsetzung hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) ein Förderkonzept und eine Förderrichtlinie erlassen, aus denen das am 1. Februar 2024 gestartete und bis Mitte 2026 laufende Verbundprojekt »Factory-X« hervorgegangen ist.

Verbundprojekt Factory-X

In Factory-X engagieren sich 47 Verbundpartner sowie weitere zehn assoziierte Partner aus dem Kreis der Industrie, der klein- und mittelständischen Unternehmen, aus Verbänden sowie aus Forschungseinrichtungen. Das erklärte Ziel von Factory-X ist es, ein digitales Datenökosystem für die Fabrikausrüster und deren Kunden zu schaffen, das einen souveränen Datenaustausch ermöglicht sowie Software-Lösungen (sogenannte Business Applikationen) für elf verschiedene Anwendungsfälle (Use Cases) erarbeitet (siehe Abbildung 1). Diese Applikationen werden in einer vorwettbewerblichen Zusammenarbeit spezifiziert, prototypisch entwickelt und gemeinsam validiert. Zur Umsetzung des Datenaustausches, der sowohl horizontal, entlang der Lieferkette, als auch vertikal, in und aus dem Shopfloor heraus, erfolgt, werden von allen Applikationen gemeinsam nutzbare Software-Services realisiert. Darüber hinaus werden in Factory-X folgende Themen bearbeitet:

- Geschäftsmodelle für die Applikationen



Roland Rosen

Lead Project Manager
Siemens

roland.rosen@siemens.de

Die 11 Use Cases von Factory-X

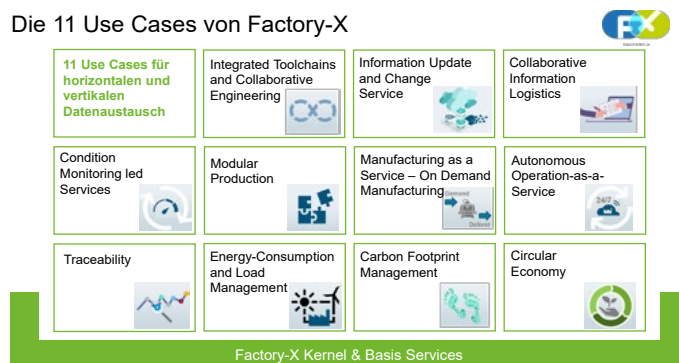


Abb. 1: Die elf Use Cases von Factory-X, basierend auf einem gemeinsamen Kernel und Basis-Services.

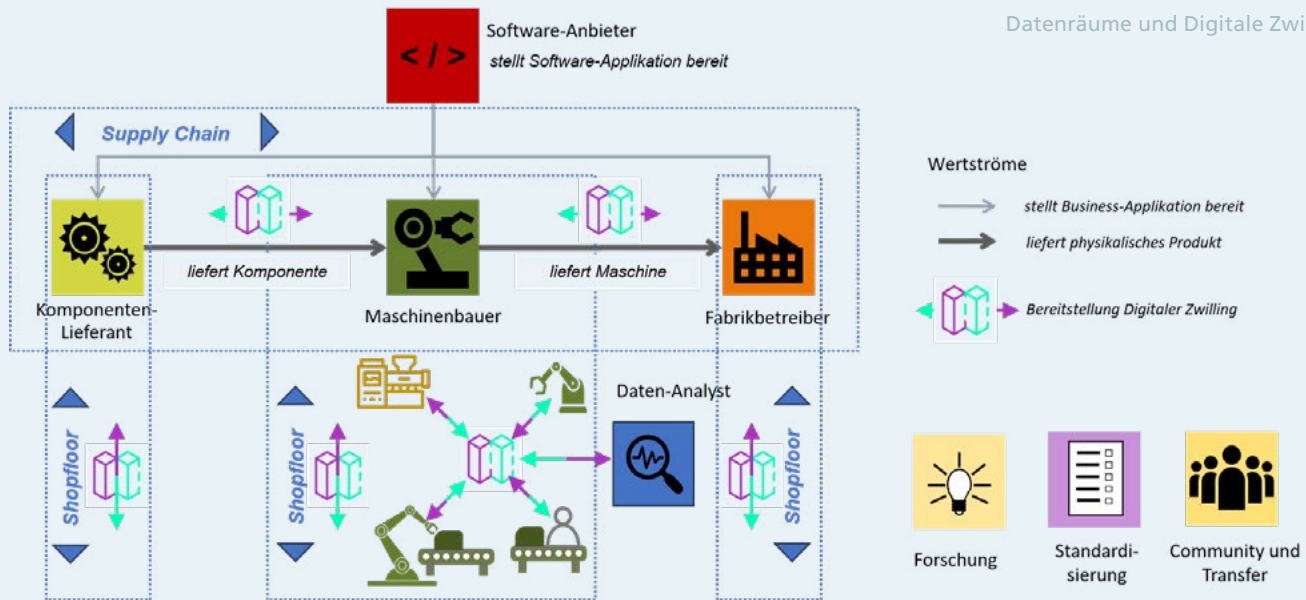


Abb. 2: Factory-X – Prinzipieller Betrachtungsraum.

- Betriebsmodell des Factory-X Kernel
- erforderliche Transfermaßnahmen (insbesondere in mittelständischen Unternehmen)
- Manufacturing-X-weite Koordination

Factory-X ist neben Catena-X [2] das zweite Leuchtturmprojekt. Es baut inhaltlich auf Catena-X auf und fokussiert neben der Erweiterung von horizontalen Supply-Chain-Prozessen auf die Integration der vertikalen Fertigungsprozesse.

Digitale Zwillinge im Shopfloor

Abbildung 2 verdeutlicht den prinzipiellen Betrachtungsraum des Projekts Factory-X. Es sind der »Komponentenlieferant«, der »Maschinenbauer« und der »Fabrikbetreiber« als beispielhafte Stufen einer Lieferkette (Supply Chain) aufgeführt. Diese stehen aufgrund eines physikalischen Produktes (Komponente, Maschine) in einer Lieferbeziehung. In jeder dieser Stufen wird ein Herstellungsprozess erfolgen, der durch Shopfloor-Bereiche verdeutlicht wird. Für den »Maschinenbauer« werden exemplarisch einige der Produktionseinheiten gezeigt, die er für die Herstellung seines Produktes »Maschine« benötigt.

Die Abbildung zeigt bewusst keine Automatisierungstechnik und keine IT-Systeme. Sie visualisiert generell den Informationsaustausch zwischen Produktionseinheiten sowie innerhalb des Shopfloors, zu/von der Supply Chain und zwischen den verschiedenen Stufen.

Die Innovationshypothese ist, dass Digitale Zwillinge den Informationsaustausch realisieren werden. Denn nur Digitale Zwillinge können außer strukturierten Daten, die einer definierten Semantik folgen, in Zukunft auch weitergehende Modelle transportieren, z. B. Simulationsmodelle.

Eine verstärkte Standardisierung von Inhalten und Übertragungsmechanismen führt zu Ratio-Effekten [2] [3]. Die Ausgestaltung der Übertragung und deren Inhalte wird auch davon abhängen, ob firmenintern oder firmenübergreifend Digitale Zwillinge ausgetauscht werden (in der Abbildung durch verschiedene Farben der Produktionseinheiten und den explizit aufgeführten »Daten-Analyst« verdeutlicht).

Beispiele für Digitale Zwillinge im Shopfloor sind Informationen von Maschinen (z. B. Zustand, Betriebsdaten), die gesammelt und analysiert werden und in der Supply Chain als Lieferinformationen bereitgestellt werden. Umgekehrt können Auftragsänderungen (von Kunden und Lieferanten) auf ihre Auswirkungen geprüft werden, wenn Simulationsmodelle (als Digitale Zwillinge bereitgestellt) der eigenen Produktion betriebsparallel ausgeführt werden.

Digitale Zwillinge werden ein wesentliches Innovationselement auf dem Shopfloor werden. Die Eroberung wird schrittweise erfolgen und das Tempo wesentlich davon abhängen, ob in jedem Schritt der klare Wertbeitrag für den geschäftlichen Erfolg bestimmt ist. Dieses Ziel kann nur gemeinschaftlich erreicht werden – Factory-X wird dazu beitragen.

1 <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/DE/Manufacturing-X/Initiative/initiative-manufacturing-x.html>

2 <https://catena-x.net/de/>

3 <https://industrialdigitaltwin.org/>

Systemumgebung für Digitale Zwillinge

Referenzmodell und Eclipse Werkzeuge



Dr.-Ing.
Thomas Usländer

Informationsmanagement
und Leittechnik (ILT)

Tel. +49 721 6091 480
thomas.uslaender
@iosb.fraunhofer.de

Basiskonzept AAS

Das Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0) schafft einen Rahmen dafür, dass alle Objekte, die einen Wert für ein produzierendes Unternehmen darstellen (Assets), vom Sensor, den entstehenden Produkten über Maschinen und Anlagen bis hin zu vernetzten Gewerken, über ihren kompletten Lebenszyklus konzeptionell einheitlich modelliert werden. Die Industrie 4.0 hat dafür die IEC-Normenreihe 63278-x aufgesetzt und schlägt die sogenannte Verwaltungsschale (engl. Asset Administration Shell, AAS) als einheitliche Modellierungs-»Schale« um die Assets vor. So werden die herstellerspezifischen Zugriffsdetails auf die Assets verborgen und es kann nur über eine abgestimmte AAS-Schnittstelle darauf zugegriffen werden. Fachspezifische Aspekte (z. B. für bildverarbeitende Systeme, Antriebe oder Fräsmaschinen) werden in AAS-Teilmodellen innerhalb der AAS gekapselt.

Damit ist es möglich, für Assets virtuelle Repräsentanten zu schaffen, die in der Konzeptionsphase angelegt (z. B. für Simulationen), in der Betriebsphase validiert, verfeinert und zur Optimierung genutzt und letztlich wieder den Konstrukteuren zur Verbesserung vorgelegt werden. Deshalb ermöglicht die AAS auch den Aufbau von interoperablen Digitalen Zwillingen (engl. Digital Twins, DT) über den kompletten Lebenszyklus von Assets. Das AAS-Konzept alleine ist allerdings nicht ausreichend für das Engineering und den Betrieb interoperabler DT in Industrie-4.0-Datenräumen. Man benötigt zusätzliche Infrastrukturdienste, z. B. zum Registrieren und Suchen von AAS- und AAS-Teilmodellinstanzen, sowie Dienste für das Plattformmanagement (Monitoring, Start/Stop, IT-Sicherheit).

Referenzmodell für Digitale Zwillingssysteme

Um DT in Datenräumen zu positionieren, schlagen wir ein Referenzmodell für Digitale Zwillingssysteme vor, anstatt DT nur als konzeptionelle Elemente zu betrachten. Das Referenzmodell wird Digital Twin System Reference Model (DTS-RM) genannt und dient als Orientierungshilfe für Systemarchitekten. Es ist in Abbildung 1 dargestellt.

Das DTS-RM unterteilt die virtuelle Welt in einen Digital Twin Space, der die DT-Instanzen bereitstellt, einen Datenraum (Dataspace), der die DTS-RM-Backend-Plattform bereitstellt, und einen Anwendungsraum, der die anwendungsfallspezifischen Instanziierungen und die Anwendungen einschließlich der menschlichen Schnittstelle bereitstellt. Der Kerngedanke des Digital Twin Space besteht darin, einen DT als ein logisches Konzept zu betrachten, das eine umfassende (d. h. idealerweise 100 Prozent vollständige) digitale Darstellung aller statischen und dynamischen Aspekte des jeweiligen Assets umfasst. In der Praxis ist dies nie möglich. Nur einige der DT-Aspekte sind (über Sensoren) beobachtbar und damit als Daten zugänglich und über die Lebenszeit auffindbar. Deshalb besteht eine DT-Instanz aus einer Menge von DT-Elementen, die sich im Laufe der Nutzungszeit der DT-Instanz durch Hinzufügen (oder Löschen) von DT-Elementen verändert, maßgeschneidert auf den jeweiligen Anwendungsfall.

Eclipse Digital Twin – Werkzeug FA³ST

Eclipse FA³ST (Fraunhofer Advanced Asset Administration Shell Tools for Digital Twins) ist eine



Dr. Ljiljana Stojanovic

Informationsmanagement
und Leittechnik (ILT)

Tel. +49 721 6091 287
ljiljana.stojanovic
@iosb.fraunhofer.de

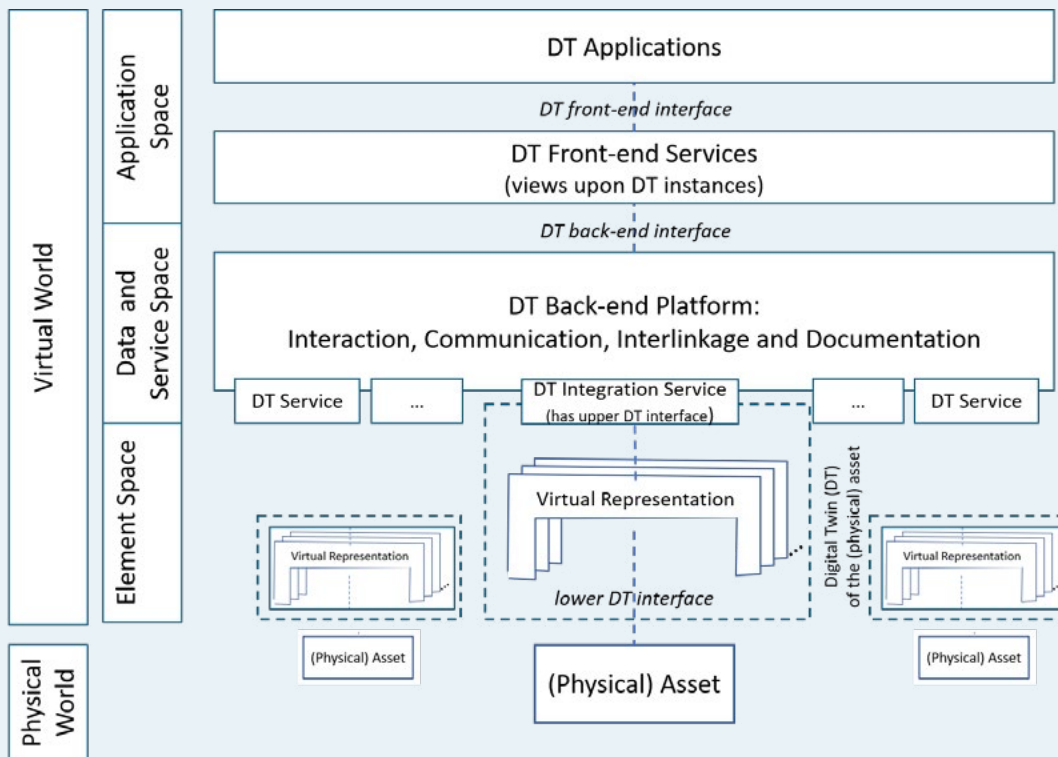


Abb. 2: Referenzmodell für Digitale Zwillingssysteme (DTS-RM).

Sammlung von Werkzeugen für die Modellierung, Erstellung und Nutzung von AAS-konformen DT in der Programmiersprache Java, die als Open Source unter der Apache 2.0 Lizenz veröffentlicht ist [1]. Die wichtigste Komponente ist der FA³ST Service, der sich auf gerätenahe Verwaltungsschalen (»in the edge«) fokussiert. Die Synchronisierung von Assets mit der Verwaltungsschale ist somit ein zentraler Aspekt. Durch die protokollunabhängige Definition kann der FA³ST Service mit jeder Art von Kommunikationsprotokoll und unter Verwendung verschiedener Interaktionsmuster integriert werden. FA³ST Service bietet Out-of-the-Box-Unterstützung für verschiedene Protokolle (z. B. OPC UA, HTTP und MQTT), die ohne das Schreiben von Code (»no code«) verwendet werden können. Für die Kommunikation mit der Außenwelt bieten die mit FA³ST Service realisierten DT eine standardisierte AAS-konforme Programmierschnittstelle (DT-API), die derzeit auf Basis von HTTP, OPC UA oder beidem gleichzeitig genutzt werden kann.

Eclipse AASX Package Explorer und AASX Server

Der Eclipse AASX Package Explorer [2] ist ein Editor für AAS, der die Nutzer insbesondere bei ihren ersten Schritten im Umfeld der Verwaltungsschale unterstützen soll. Der AASX Server [3] stellt eine Laufzeitumgebung für AAS dar, die AASX-Dateien lädt und über das AAS-API der VWS via http/REST, OPC UA oder MQTT zugreifbar macht. In Kombination mit einer integrierten Web-Oberfläche eignet sich der AASX Server sehr gut für das Prototyping von AAS-as-a-Service-Lösungen und wird bereits in mehreren Demonstratoren der Plattform Industrie 4.0 verwendet. Beide Software-Werkzeuge basieren auf dem .NET-Framework und sind in der Programmiersprache C# geschrieben.



Florian Pethig M. Sc.

Maschinelle Intelligenz (MIT)

Tel. +49 5261 94290 45
florian.pethig
@iosb-ina.fraunhofer.de

1 <https://projects.eclipse.org/projects/dt.fa3st>
2 <https://projects.eclipse.org/projects/dt.aaspe>
3 <https://github.com/eclipse-aaspe/aasx-server>

Maschinelles Lernen und Engineering-Modelle für hybride Digitale Zwillinge



Dr. Constanze
Hasterok

Kognitive Industrielle
Systeme (KIS)

Tel. +49 721 6091 602
constanze.hasterok
@iosb.fraunhofer.de

Digitale Zwillinge, also die digitale Repräsentanz physischer Objekte, werden immer häufiger in der Industrie eingesetzt. Ein Verwendungszweck ist die virtuelle Programmierung und Inbetriebnahme einer Produktionsanlage in der Simulation. Damit werden bisher sequenzielle Tätigkeiten parallelisiert und zudem Fehler in der Auslegung zu einem früheren Zeitpunkt erkannt – idealerweise noch bevor die physische Anlage aufgebaut ist. Des Weiteren können Digitale Zwillinge auch während der Laufzeit von Anlagen genutzt werden, um die Parametrierung und Regelung der Anlagen zu optimieren und an aktuelle Gegebenheiten anzupassen. Dies führt zu einer höheren Energieeffizienz, Kosteneinsparungen und insgesamt besserer Leistung. Dafür ist eine präzise Modellierung der dynamischen Eigenschaften notwendig. Diese können sich während des langjährigen Betriebs einer Anlage durch Verschleiß, Wartung und Umbau verändern. Es ist jedoch aufwändig, realitätsgetreue Abbilder von Anlagen und deren Komponenten für die Simulation zu

schaffen und aktuell zu halten. Hier bietet Maschinelles Lernen (ML) Abhilfe.

Hybride Digitale Zwillinge mittels Maschinellern Lernen

Viele Digitale Zwillinge bestehen aus Teilmodellen, die für eine Gesamtsimulation kombiniert werden. Diese Teilmodelle sind z. B. »Functional Mock-Up«-Bausteine nach dem FMI-Standard (<https://fmi-standard.org/>). Einige Hersteller von Automatisierungskomponenten liefern solche Simulationsbausteine zusammen mit ihren Produkten aus. Unter einem hybriden Digitalen Zwilling verstehen wir die Kombination von bekannten Engineering-Modellen mit Simulationsbausteinen, die durch ML aus einem beobachteten Anlagenverhalten erzeugt wurden. Letzteres ist nötig, wenn kein Herstellermodell verfügbar ist oder wenn das dynamische Verhalten stark von der Interaktion mit der individuellen Umgebung abhängt. Somit können



Dr.-Ing. Julius Pfrommer

Abteilungsleiter Kognitive
Industrielle Systeme (KIS)

Tel. +49 721 6091 286
julius.pfrommer
@iosb.fraunhofer.de



Abb. 1: Digitaler Zwilling in der industriellen Automatisierung (Symbolbild).



Abb. 2: Futuristische Darstellung einer Fertigungsanlage der Industrie 4.0 inklusive hybrider und Digitaler Zwillinge.

mit ML auch solche Komponenten in Digitale Zwillinge integriert werden, für die es sonst nur mit extremem Aufwand möglich wäre.

Der Erfolg, Verhaltensmodelle von Komponenten durch ML zu erstellen, hängt jedoch essenziell von der Qualität und Quantität der verfügbaren Daten ab. Eine sorgfältige Datenerfassung und -überwachung ist daher notwendig, um Algorithmen korrekt zu trainieren und präzise Modelle zu generieren. Durch die Verbindung von Vorwissen und bekannten Teilmodellen mit ML ist es möglich, mit weniger Daten auszukommen als bei einem rein datengetriebenen Ansatz.

Herausforderungen nur interdisziplinär zu bewältigen

Jedoch gibt es auch Herausforderungen für den Einsatz von ML-Verfahren bei Digitalen Zwillingen. Dazu gehört die passende Auswahl der Verfahren, um eine Echtzeit-Simulation großer Modelle zu gewährleisten. Drifts und Shifts während der Laufzeit können zu Einbußen in der Vorhersagegüte des Modells führen und sollten zuverlässig erkannt und ausgeglichen werden. Weitere Herausforderungen liegen in der Skalierbarkeit der Infrastruktur: Wenn z. B. neue Anlagen hinzugefügt werden sollen, müssen entsprechende Speicher- und Rechenkapazitäten verfügbar gemacht werden. Manchmal ist die Interpretierbarkeit

von ML-Modellen gefordert, z. B. in sicherheitskritischen und regulierten Industrien. Außerdem müssen rechtliche Überlegungen beachtet werden, etwa die Einhaltung der Datenschutzgesetze.

Um diese Herausforderungen zu meistern, ist die Zusammenarbeit von Anlagenexpert*innen mit qualifizierten Fachleuten für Datenwissenschaften (Data Science) und Maschinelles Lernen unerlässlich. Dafür haben wir uns in der Abteilung KIS (Kognitive Industrielle Systeme) des Fraunhofer IOSB aufgestellt und viel Erfahrung in der Zusammenarbeit mit unseren Industriepartnern gesammelt. Dies nutzen wir für die methodische Weiterentwicklung und bei der Umsetzung spannender praktischer Anwendungsfälle.

Digitale Zwillinge und Datenräume: der FA³ST-Ansatz



Friedrich Volz, M. Sc.

Informationsmanagement
und Leittechnik (ILT)

Tel. +49 721 6091 392
friedrich.volz
@iosb.fraunhofer.de

Digitale Zwillinge sind eine Schlüsselkomponente der Industrie 4.0 und spiegeln verschiedene Komponenten in einer Fabrik oder Industrieanlage wider. Durch die Nutzung standardisierter Informationsmodelle ermöglichen Digitale Zwillinge die Kommunikation zwischen Maschinen und Softwaresystemen unabhängig von Hersteller und Technologie. In diesem Zusammenhang hat die Plattform Industrie 4.0 die Verwaltungsschale (VWS) als ihre Lösung für einen standardisierten Digitalen Zwilling vorgestellt [1]. Die Datenmodelle und Eigenschaften von Digitalen Zwillingen können mit Geschäftspartnern außerhalb der Unternehmensgrenzen geteilt werden; es sollte jedoch in Betracht gezogen werden, solche Daten in Datenräumen zu teilen, in denen die Datennutzung klar definiert ist. Die International Data Spaces Association (IDSA) bietet eine Referenzarchitektur für Datenräume, das International Data Spaces Reference Architecture Model (IDS-RAM). Es beschreibt die Grundsätze der gemeinsamen Datennutzung einschließlich der Datennutzungsrichtlinien und bietet ein Informations-

modell für die Beschreibung von Datenbeständen sowie eine standardisierte Austausch-API. Darüber hinaus bietet die IDS-Community mehrere Open-Source-Referenzimplementierungen des IDS-RAM [2]. Datenräume ermöglichen auch neue Geschäftsanwendungen wie Fertigungsdienstleistung und Kreislaufwirtschaft.

Durch die Kombination von Digitalen Zwillingen mit Datenräumen ist es möglich, Daten nicht nur zu speichern und abzurufen, sondern auch datensouverän mit anderen zu teilen. Hierfür müssen Digitale Zwillinge in verschiedene Datenraumkomponenten integriert werden. Unser Ansatz basiert dabei auf den Spezifikationen des IDS und der VWS. Unser Ziel ist es, Endnutzer*innen in die Lage zu versetzen, sowohl von Digitalen Zwillingen als auch von Datenräumen zu profitieren und gleichzeitig die Eintrittsbarrieren zu verringern. Abbildung 1 zeigt die Verknüpfung von Digitalen Zwillingen in einem Datenraum, in dem jedes Unternehmen einen Datenraum-Konnektor hat. Abbildung 2 zeigt alle Bausteine eines Datenraums, wie



Dr. Ljiljana Stojanovic

Informationsmanagement
und Leittechnik (ILT)

Tel. +49 721 6091 287
ljiljana.stojanovic
@iosb.fraunhofer.de

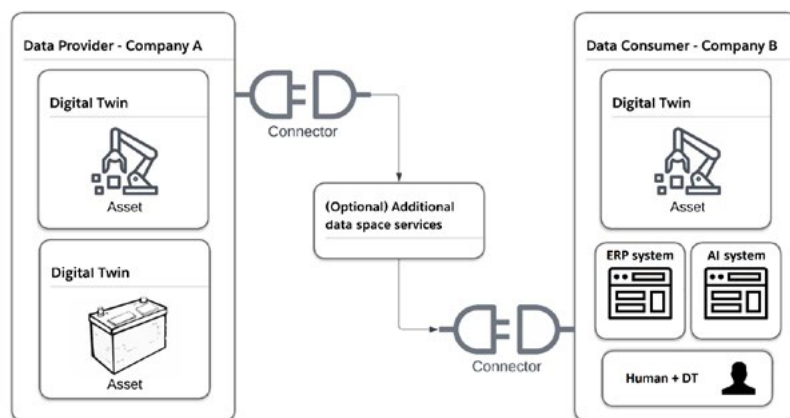


Abb. 1: Verknüpfung von Digitalen Zwillingen mit einem Datenraum.

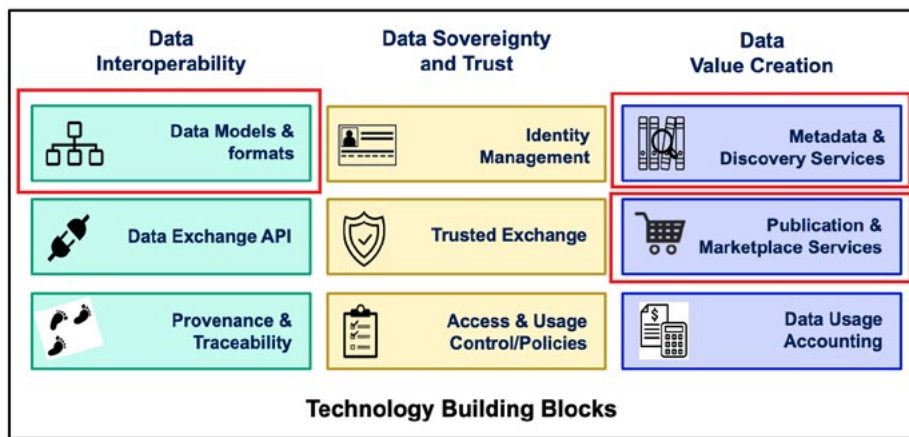


Abb. 2: Datenraum-Bausteine des OPEN-DEI-Projekts und erforderliche Änderungen für die Integration.

sie im OPEN DEI-Projekt [3] definiert wurden. Die rot markierten Bausteine zeigen Änderungen an, die zur Integration von Digitalen Zwillingen erforderlich sind.

Um Daten in einem Datenraum teilen zu können, ist eine Beschreibung der Datenquellen im Katalog des Konnektors (siehe Baustein »Metadata & Discovery Services«) erforderlich. Dies ist meist ein manueller Prozess, bei dem die freizugebenden Daten ausgewählt, beschrieben und mit Zugangs- und Nutzungsverträgen versehen werden. Wir haben eine neue Komponente »EDC-Erweiterung für VWS« entwickelt, um diesen Prozess für VWS-Anbieter und -Konsumenten, die den Eclipse Dataspace Connector (EDC) verwenden, zu vereinfachen. Wir haben den Programmcode Open-Source zur Verfügung gestellt, um andere Projekte zu unterstützen, die VWS im IDS einsetzen [4]. Die Komponente bietet Funktionen für Anbieter, die VWS teilen, und Verbraucher, die mit VWS interagieren. Abbildung 3 zeigt einen Datenanbieter, der VWS-Daten mit dem erweiterten EDC austauscht.

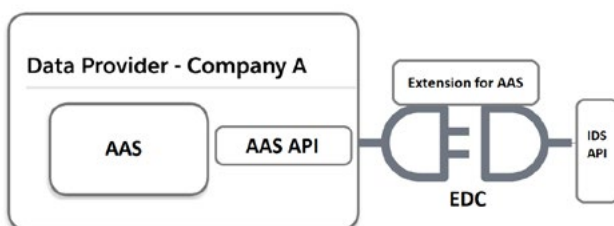


Abb. 3: Teilen von VWS-Daten (englisch: AAS) mit der EDC-Erweiterung für VWS.

Unsere Open-Source VWS-Implementierung, FA³ST Service [5], wird als Software-Implementierung verwendet, um die VWS über verschiedene Protokolle in Übereinstimmung mit der VWS-API bereitzustellen. FA³ST Service kann ein Modell eines Digitalen Zwillings laden und sich direkt mit den Maschinen oder Anlagen verbinden, um einen reaktiven Digitalen Zwilling bereitzustellen. Dieser Digitale Zwilling kann dann mit der Erweiterung für VWS geteilt werden [4]. Ein mögliches Anwendungsszenario ist das Teilen von digitalen Produktpässen (DPP) mit Geschäftspartnern in einem Datenraum. Zum Beispiel könnte ein Batteriehersteller Digitale Zwillinge für die Batterien mit der VWS gemäß der »EU Battery Passport Content Guidance« [6] erstellen, die dann als DPPs für die Batterien agieren und für alle Datenraumteilnehmer verfügbar sind. Ein Datenraum kann verschiedene zusätzliche Funktionen bereitstellen, z. B. Suchdienste, um den passenden DPP im Datenraum zu finden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die Änderungen in einem Datenraum für Digitale Zwillinge hauptsächlich auf die Datenmodellierung von Aspekten wie DPP, zum Beispiel als VWS, fokussieren. Darüber hinaus ist die automatisierte Integration dieser Daten in den Datenraum mit zusätzlichen Diensten oder Marktplätzen ein wesentlicher Erfolgsfaktor, um Digitale Zwillinge oder DPP in einem Datenraum zu teilen. Wir schlagen die Modellierung von Prozess- und Produktdaten mit der VWS oder die Referenzierung etablierter Ontologien/Vokabulare innerhalb der VWS vor. In Zukunft werden noch mehr Aspekte von Produkten und Prozessen in der VWS mit standardisierten VWS-Teilmodellen modelliert werden, die Nutzungsfälle mit DPP in Datenräumen ermöglichen.

1 VWS: https://industrialdigitaltwin.org/wp-content/uploads/2023/06/IDTA-01001-3-0_SpecificationAssetAdministrationShell_Part1_Metamodel.pdf.

2 IDS-RAM: <https://docs.internationaldataspaces.org/knowledge-base/ids-ram-4.0>.

3 Das EU-finanzierte OPEN DEI-Projekt versucht Lücken und Synergien bei der europäischen digitalen Transformation zu identifizieren. OPEN-DEI-Positionspapier »Design Principles for Data Spaces«: <https://www.opendei.eu/wp-content/uploads/2022/03/Position-Paper-Design-Principles-for-Data-Spaces.pdf>.

4 EDC Extension for AAS: <https://github.com/FraunhoferIOSB/EDC-Extension-for-AAS>.

5 FA³ST Service: <https://github.com/FraunhoferIOSB/FAAST-Service>.

6 Battery Passport Content Guidance: <https://thebatterypass.eu/https://thebatterypass.eu/>.

Digitale Zwillinge im Kunststoffrecycling

Waste4Future: Flexible Wahl des sinnvollsten Recyclingpfads



Dr.-Ing. Michael
Baumann

Informationsmanagement
und Leittechnik (ILT)

Tel. +49 721 6091 374
michael.baumann
@iosb.fraunhofer.de

Motivation

Kunststoffe sind mit ihren vielfältigen Anwendungen heutzutage in sehr vielen Lebensbereichen unverzichtbar geworden. Hierdurch entstehen große Mengen an Kunststoffabfall, die derzeit in Europa hauptsächlich durch energetische Verwertung und in den meisten anderen Regionen der Welt durch Deponierung entsorgt werden. Die enthaltenen Materialien sind jedoch für viele Industrien eine wichtige Ressource, aus der recycelte Kunststoffe bzw. Plattformchemikalien und Monomere gewonnen werden können. Im Fraunhofer-Leitprojekt »Waste4Future« arbeiten acht Institute daran, die Energie- und Ressourceneffizienz beim Recycling von Kunststoffen zu erhöhen.

Flexible Recyclingpfade

In dem Projekt wird ein Bewertungsmodell entwickelt, das die bis dato prozessgeführte Recyclingkette zu einer stoffgeführten Kette reorganisiert: Mithilfe einer neuartigen sensorgestützten Sortierung wird erkannt, welche Kunststofffraktionen im Abfall enthalten sind, um auf dieser Basis zu ermitteln, welcher Recyclingpfad technisch, ökologisch und ökonomisch am sinnvollsten ist. Wertstoffchargen werden dabei in einen definierten Recyclingpfad überführt (s. Abb. 1).

Zur Lösung dieser Aufgabe wurden Digitale Zwillinge für die Anlagen sowie die Materialien entwickelt. Das Anlagen-Datenmodell ist in der Lage, die Stammdaten, die aktuelle Prozesskonfiguration (Soll-Zustand) als Ergebnis des Bewertungsmodells sowie den Betriebszustand (Ist-Zustand) zu repräsentieren. Die Stamm- und



Dr.-Ing. Georg Maier

Sichtprüfsysteme (SPR)

Tel. +49 721 6091 649
georg.maier
@iosb.fraunhofer.de

Konzept W4F-Recyclingpfade

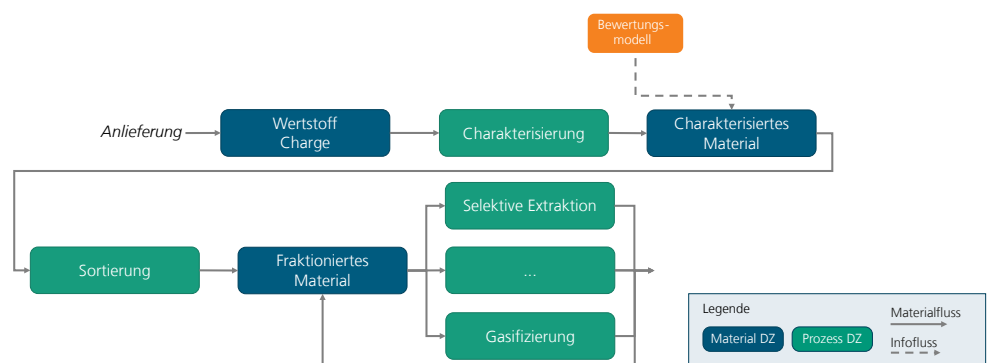


Abb. 1: Konzept W4F-Recyclingpfade zur Aufbereitung einer Wertstoffcharge unter Nutzung von digitalen Zwillingen für Prozesse und Materialchargen.

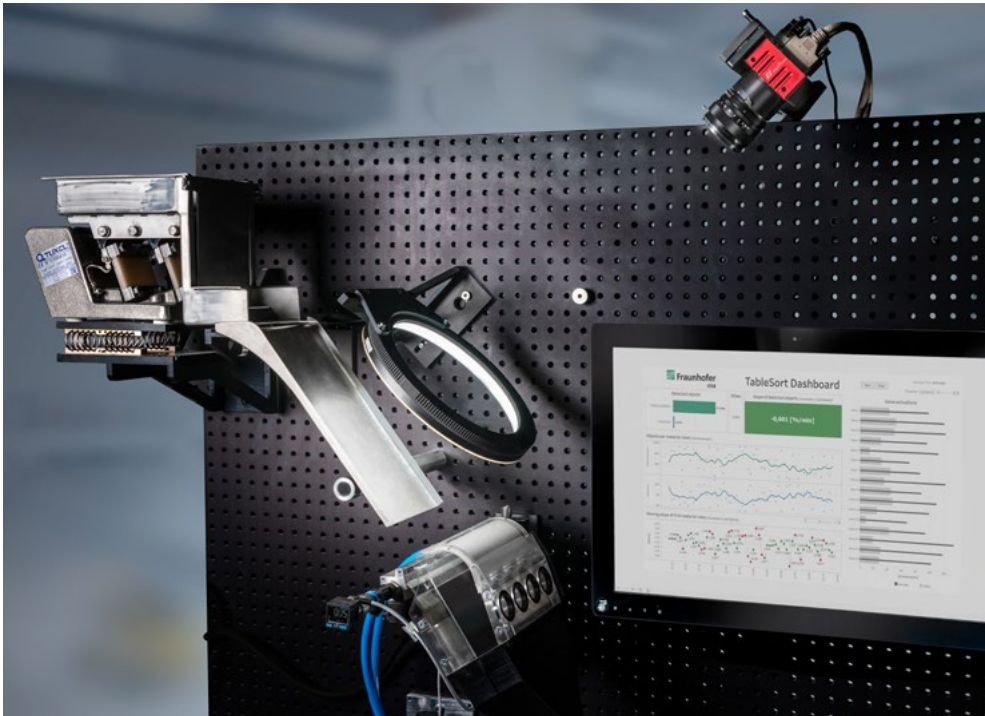


Abb. 2: Sortierer: Ein Digitaler Zwilling für sensorgestützte Sortiersysteme liefert wichtige Informationen zur Auswahl optimaler Recyclingpfade.



Abb. 3: Kunststoff.

Betriebsdaten bilden die Grundlage für das Bewertungsmodell, um mögliche Recyclingpfade zu evaluieren. Durch die Erfassung der Betriebsdaten ist es möglich, dem Bewertungsmodell eine stetig wachsende, aktuelle Datenbasis zur Verfügung zu stellen. Aus dem gewählten Recyclingpfad werden die Konfigurationen für die einzelnen Prozesse abgeleitet und im jeweiligen Anlagen-Zwilling gespeichert.

Bei der Modellierung der Digitalen Zwillinge wurde auf die Spezifikation der Plattform Industrie 4.0 für Digitale Zwillinge (Verwaltungsschale oder Asset Administration Shell, AAS) zurückgegriffen, um eine interoperable und nachhaltige Lösung zu entwickeln.

Für die sensorgestützte Sortierung (s. Abbildung 2) wird eine innovative Terahertz-Sensorik entwickelt. Für die Materialcharakterisierung kommen KI-basierte Klassifikationsverfahren zum Einsatz. Um die Verfahren zu evaluieren, wird ein Demonstrator für die neuartige Sortierung realisiert. Sensorgestützte Sortiersysteme, die in der Kunststoffaufbereitung auch heute bereits eingesetzt werden, bieten eine bedeutende Informationsquelle, die maßgeblich zur Verbesserung der Recyclingausbeute beitragen kann. Das entwickelte System nutzt die sensoruell erhobenen Daten nicht nur zur Berechnung von Sortierentscheidungen, sondern ermittelt auch aussagekräftige Statistiken über die Beschaffenheit des Stoffstroms. Dieser Datenschatz wird in Echtzeit über eine standardisierte Schnittstelle (OPC UA) den Digitalen Zwillingen verfügbar gemacht, was die Basis für die Auswahl des sinnvollsten Recyclingpfads darstellt. Die Digitalen Zwillinge agieren

dabei als Informationsdrehscheibe (»Single Source of Truth«) für den gesamten Recycling-Prozess.

Ausblick: Digitale Zwillinge im Recycling-Datenraum

Die verschiedenen Recyclingprozesse eines Recyclingpfads, wie Sortierung, selektive Extraktion, energetische Verwertung etc., laufen in der Regel bei verschiedenen Akteuren der Recycling-Wertschöpfungskette ab. Daher ist der Einsatz eines Datenraumes sinnvoll. Dieser bietet den verschiedenen Akteuren die Möglichkeit, ihre Daten untereinander zu teilen – ohne eine zentrale Instanz einzubeziehen. Zwischen den Partnern im Datenraum werden die Spielregeln für die Nutzung der geteilten Daten definiert. Diese legen fest, wer wofür welche Daten in den Modellen der Digitalen Zwillinge lesen oder ändern darf. Da hier der AAS-Standard genutzt wird, ist eine einfache Interoperabilität zwischen den Partnern durch standardisierte Metamodelle und APIs sichergestellt.

Der Recycling-Datenraum stellt eine sichere Umgebung dar, um Daten zu organisieren, zu verwalten und zu teilen. Dies erleichtert die Zusammenarbeit der Unternehmen sowie die Analyse und Entscheidungsfindung durch ein unternehmensübergreifendes Bewertungsmodell.

Digitale Zwillinge und souveräner Datenaustausch für die energetische Transformation der Industrie



Dipl.-Wirtsch.-Inf.
Oliver Warweg

Strategisches Business
Development

Tel. +49 3677 461-111
oliver.warweg
@iosb-ast.fraunhofer.de

Dekarbonisierung, Dezentralisierung und Digitalisierung sind entscheidende Treiber für die Transformation des Energiesystems mit dem Ziel einer sicheren und nachhaltigen Energieversorgung. Diese bildet die Grundlage für den erfolgreichen Industrie- und Produktionssektor sowie für unseren gesellschaftlichen Wohlstand.

Der Anteil von Gewerbe, Handel und Industrie am Gesamtenergieverbrauch in Deutschland beträgt etwa 45 Prozent. Allein bei der Industrie entfallen fast 90 Prozent davon auf die Strom- und Wärmeerzeugung. Dies begründet den politischen Willen zur Dekarbonisierung der Industrie, der sich in Gesetzgebung und Regulierung widerspiegelt. Beispiele hierfür sind Emissionshandelssysteme, CO₂-Steuern oder -Abgaben sowie verbindliche Emissionsstandards.

Daneben werden auch immer mehr wirtschaftliche Treiber wirksam, wenn es um mehr Nachhaltigkeit in der Industrie geht. Die Nachfrage zu nachhaltig hergestellten Produkten und Dienstleistungen steigt – und auch Investoren und Finanzinstitutionen berücksichtigen zunehmend die Klimaauswirkungen von Unternehmen bei der Vergabe von Krediten und Investitionen.

Der naheliegendste Faktor aber sind Kosteneinsparungen insbesondere durch energieeffiziente Technologien und Prozesse sowie die Transformation des eigenen Energiesystems hin zu nachhaltigen Energiequellen in Kombination mit Speichertechnologien. Hierzu notwendige Investitionen können zu erheblichen Einsparungen führen und versprechen laut Untersuchungen des Fraunhofer IOSB-AST mit mehreren Industriepartnern je nach Ausgangslage einen schnellen Return on Invest (ROI).

In einem Projekt betrug dieser nur drei Jahre. Die aktuelle Forschung beschäftigt sich mit der Frage, ob die Bereitstellung energetischer Flexibilitätspotenziale für den Energiesektor zu weiteren Kostensenkungen beitragen kann. Die Potenziale entstehen durch das transformierte Energiesystem in den Industrieunternehmen sowie durch eine Flexibilisierung der Produktion. Treiber hierfür sind dynamische Tarife im Strombereich sowie die Möglichkeit, gegenüber dem Energiemarkt bzw. Energiemarktteilnehmern energetische Dienstleistungen anzubieten. Hierzu gehören Lastverschiebung bis hin zur Rückspeisung und Regelleistung.

Bei der Transformation des Energiesystems gibt es jedoch viele Herausforderungen für die Industrieunternehmen. Hierzu gehören Unsicherheit bei der Auswahl und Dimensionierung der Technologieinvestitionen, hoher manueller Aufwand sowie fehlende Fachexpertise für die Planung der Transformation – gerade in kleineren Industrie-Unternehmen. Hinzu kommen technische Herausforderungen bei der Datenerfassung und -bereitstellung sowie im Betrieb des neuen Energiesystems. Die Interoperabilität zwischen dem Energiesektor und der Industrie sowohl innerhalb eines Unternehmens (Berücksichtigung des Energiesystems bei der Produktion) als auch zum Energieversorger (Bereitstellung von Daten zur Energieversorgung und Produktion) stellt ebenfalls eine Herausforderung dar.

Digitale Zwillinge und Datenräumen sind daher Schlüsseltechnologien zur Umsetzung der Transformation. Digitale Zwillinge erleichtern Sektorenübergreifend die Planungs- und Betriebsprozesse. Datenräume ermöglichen den souveränen Datenaustausch zwischen Unternehmen zur



Dr.-Ing. Stefan Klaiber

Cross-sektorale
Energiesysteme (KES)

Tel. +49 3677 461 105
stefan.klaiber
@iosb-ast.fraunhofer.de



Abb. 1: Energiemarktlabor am Fraunhofer IOSB-AST Ilmenau.

Entwicklung der Digitalen Zwillinge und sorgen für Interoperabilität zwischen dem Energie- und dem Industriesektor.

Aktuelle Arbeiten

In laufenden Projekten arbeitet das Fraunhofer IOSB-AST Ilmenau in mehreren Konsortien daran, einen Datenraum für den Energiesektor (energy data-X und IdFlexNetz) zu etablieren und mit dem Industriesektor (Factory-X) zu koppeln.

Das Ziel der Arbeiten ist, verfügbare Open Source Implementierungen (Gaia-X, Eclipse Dataspace Components, Asset Administration Shell) weiterzuentwickeln und an den Energiesektor anzupassen, um für diesen einen Datenraum aufzubauen und datenbasierte Planungs-, Prognose- und Betriebsführungsalgorithmen (Digitaler Zwillinge) bereitzustellen. Dabei soll die Interoperabilität zum Industriesektor gewährleistet werden. Diese Digitalen Zwillinge ermöglichen es Industrieunternehmen, energetische Aspekte in der Produktions- und Prozessplanung zu berücksichtigen und automatisiert mit dem Energieversorger abzustimmen. Der dafür notwendige souveräne Datenaustausch wird über die Datenraumtechnologie gewährleistet. Die nachhaltige Transformation des Energiesystems wird somit für die Sektoren Energie und Industrie eine Win-Win Situation. Das

Energiesystem profitiert durch die bereitgestellten Daten und energetische Flexibilität zur Sicherstellung der Energieversorgung, während die Industrieunternehmen von den geringeren Kosten profitieren.

Unterstützung durch das Fraunhofer IOSB-AST bei der Transformation

Das Fraunhofer IOSB-AST

- unterstützt Unternehmen durch Beratung und Lösungen bei der Ermittlung und Bewertung potenzieller Transformations-szenarien. Damit wird der für das Unternehmen optimale Dekarbonisierungspfad aufgezeigt.
- unterstützt beim Aufbau der notwendigen IT-Systeme und bei der Entwicklung Digitaler Zwillinge durch Beratung und industrieerprobte Lösungen für den Betrieb Ihres Energiemanagements.
- unterstützt zukünftig beim Aufbau und der Erprobung der Datenraumtechnologie durch einen FuE-Datenraum und anschließend bei der Integration in die entstehenden Datenräume.

Datenräume und -portale im energiewirtschaftlichen Einsatz

aus der Sicht eines großen europäischen IT-Providers

Datenräume und ihr Wertversprechen

Bei einem Datenraum der Energiewirtschaft stellt sich – wie bei jedem Datenraum – zunächst die Frage, ob die Daten oder Informationen derart werthaltig und belastbar sind, dass sich damit sinnvolle Applikationen bauen lassen. Hierbei geht es um die Vertraulichkeit, Verfügbarkeit und Integrität der Daten und damit um deren tatsächlichen Wert. Die Gaia-X Federation Services (GXFS) stellen hierfür die technischen Mindestanforderungen auf, die erforderlich sind, um ein cloudbasiertes, selbstverwaltetes Dateninfrastruktur-Ökosystem aufzubauen und zu betreiben. Zentraler Punkt dieser Föderationen ist der Katalog, in dem die Teilnehmenden und ihre angebotenen Dienste gelistet sind. Mithilfe eines Suchfeldes können zum Beispiel Geschäftspartner schnell feststellen, ob innerhalb dieser Föderation jemand den benötigten Dienst anbietet. Ähnlich wie bei einer Suchanfrage in einem Web-Shop erscheint eine Liste mit Anbietern, die derzeit Applikationen auf der Basis von verfügbaren Daten anbieten. Für die Detailansicht der gelisteten Angebote ist eine Anmeldung erforderlich. Nach einer authentifizierten Anmeldung können Nutzer*innen »ihren« Service mit wenigen Klicks buchen und aus dem Portal heraus installieren.

Datenraum. Über das Portal erfolgen die rechtssicheren Nutzer-Registrierungen auf der Basis von Gaia-X-Credentials, der Abruf der Dienste sowie der Zugriff auf die Daten und Informationen im Datenraum.

Das ed-X-Portal ermöglicht den Kund*innen, auf mehrere Datenräume mit Energiedaten zuzugreifen, die von Netzbetreibern, Energielieferanten, Messstellenbetreibern oder auch von Herstellern (OEMs) zur Verfügung gestellt werden. Besonders die sektorübergreifenden Daten und Informationen sind hier hervorzuheben, da sie für einen Wandel unserer Energiebranche von hoher Bedeutung sind. Gleichermaßen können zukünftig auch Datenräume außerhalb der Energiewirtschaft eingebunden werden, um das Gesamtspektrum von Daten und Informationen für Kundenapplikationen zu erhöhen. Neben den verschiedenen Datenräumen bindet das Portal auch Kundenapplikationen ein (z.B. siehe Abb. 2). Dabei wird zu jeder Zeit beachtet, dass sowohl die bei Gaia-X vereinbarten Grundsätze zum Umgang mit den Daten (Federation Services) als auch die vertragsrechtlichen Vereinbarungen zwischen Data Owner und Data User eingehalten werden. Damit stellt das Portal eine zentrale Einheit dar, über die Daten oder Informationen den jeweiligen Kundenapplikationen zugeordnet werden.



Prof. Dr.-Ing.
Michael Laskowski

Eviden Deutschland
GmbH

Tel. +49 162 2845182
michael.laskowski
@eviden.com

Aktueller Beitrag von Eviden im Projekt energy data-X

Eviden ist ein Unternehmen der Atos-Gruppe und hat im Rahmen des Förderprojektes energy data-X (ed-X) [1] als assoziierter Partner die Rolle des Portalentwicklers übernommen. Das Portal im Projekt energy data-X ist der zentrale und einfache Zugang aller Nutzer*innen in den

Der Mehrwert für Geschäftskund*innen entsteht hierbei in der zusätzlichen Nutzung und Auswertung von Daten und Informationen seitens Dritter, die ihnen bisher z. B. für ihre Geschäftsentwicklung, Finanzplanung, Netzplanung oder Asset-Bewertung nicht zur Verfügung standen. Das Portal stellt eine Art Hub-Funktion dar, um Daten zu Applikationen zu vermitteln.



Abb. 1: Symbolbild Vernetzung und Datenräume.

Zukünftige Perspektive und Ausgestaltung von neuen Geschäftsmodellen

Werden Kund*innen bereit sein, für die Nutzung fremder Daten zu zahlen und wie sieht das damit verbundene Geschäftsmodell aus? Die Gesamtlösung ist dahingehend offen, zu skalieren und Fremdsysteme anzubinden, um für die Kund*innen weiteren Mehrwert durch weitere Datenräume zu schaffen. Eine zunehmend wichtige Komponente findet sich in der Erstellung von Applikationen, die sowohl kundenspezifisch als auch allgemeingültig sein können.

Letztlich spielt das Business Model die entscheidende Rolle, ob IT-Provider in diesem Konstrukt auch für sich einen wirtschaftlichen Nutzen für die Entwicklung von Portalen in diesem Segment sehen. Der Betrieb eines Portals mit Zugang auf unterschiedliche Datenräume wird dann wirtschaftlich, wenn über die Anforderungen von energy data-X hinaus weitere Kundenanbindungen erfolgen, die Anzahl der Applikationen steigt und Kund*innen bereit sind, die Nutzung des Gesamtsystems entsprechend finanziell zu honorieren.

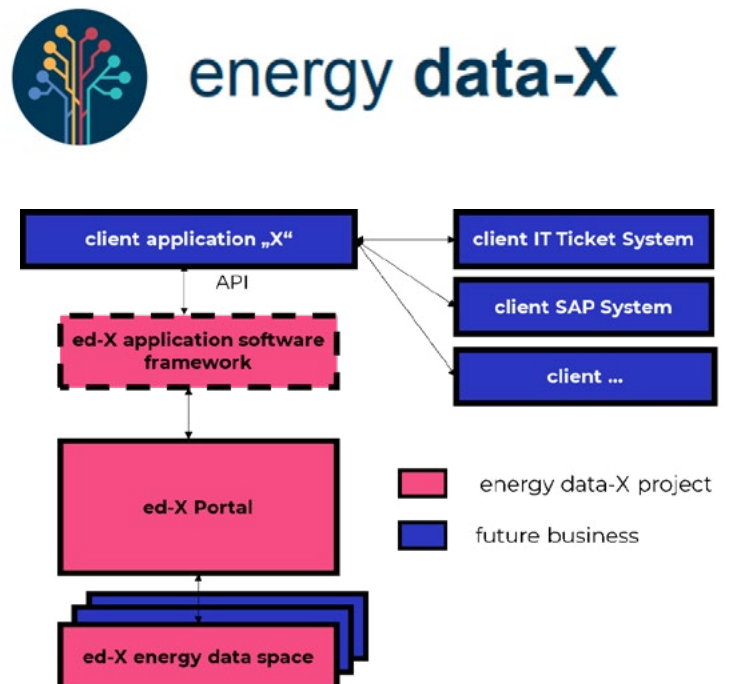


Abb. 2: Das energy data-X-Portal (ed-X-Portal) als zentraler Baustein für den Zugang zum Datenraum und den damit verbundenen Applikationen.

Transfer-X

Wie Forschungsergebnisse das »Tal des Todes« überwinden



Georg Schnauffer

Stellv. GF & Forschungs-
koordination Industrie 4.0
ARENA2036 e. V.

georg.schnauffer
@arena2036.de

Der Transfer von Ergebnissen aus öffentlich geförderten Forschungsprojekten zu interessierten Unternehmen ist entscheidend für die Frage, ob es dem nationalen Innovationssystem gelingt, aus wissenschaftlichen Erkenntnissen auch wirtschaftliche Erfolge zu machen. Oder ob Letzteres vielmehr in anderen Ländern oder Kontinenten stattfindet. Was die Fraunhofer-Gesellschaft im Großen anstrebt (angewandte Forschung), gilt auch auf der Ebene einzelner Förderprojekte: Die Partner eines Förderprojekts arbeiten mit großem Einsatz an den im Antrag beschriebenen Aufgabenstellungen und entwickeln erste, meist prototypische Lösungen für Technologien und Werkzeuge (Technology Readiness Level 4 oder 5). Die Ergebnisse werden in einer Abschlusspräsentation vorgestellt und als Bericht oder Webseite veröffentlicht. Das war's. Mit der Förderung endet auch der Transfer. Das ist das »Tal des Todes« [1], in dem viele Innovationen liegenbleiben.

Dieses Vorgehen führt dazu, dass viele gute Projektergebnisse bei den Projektbeteiligten verbleiben und den Sprung in eine breitere industrielle Nutzung verpassen. Gerade Deutschland als Volkswirtschaft, deren Erfolg hauptsächlich darauf beruht, innovative Produkte und Lösungen zu entwickeln und effizient herzustellen, kann sich diese unzureichende Nutzung öffentlich finanzierter Technologieentwicklung eigentlich nicht leisten. Für den Transfer von FuE-Ergebnissen müssen daher neue Wege gefunden werden.

Mit dem sogenannten Transformationsfonds von 2022 erprobt die Bundesregierung erstmalig einen neuen Ansatz für einen erweiterten Transferprozess, der die Projektergebnisse zusätzlich aufbereitet und verbreitet. Dieser beruht auf zwei Säulen: auf thematischen Transformations-Hubs und regionalen Transformationsnetzwerken. Vor allem die Hubs sind ein wichtiges Element für die Brücke über das



Dr.-Ing. Olaf Sauer

Geschäftsfeld
Automatisierung und
Digitalisierung

Tel. +49 721 6091 477
olaf.sauer
@iosb.fraunhofer.de



Abb. 1: Datenaustausch (Symbolbild)

Transformations-Hubs zur Unterstützung von Transformationsprozessen in Wertschöpfungsketten der Automobilindustrie

ARENA2036

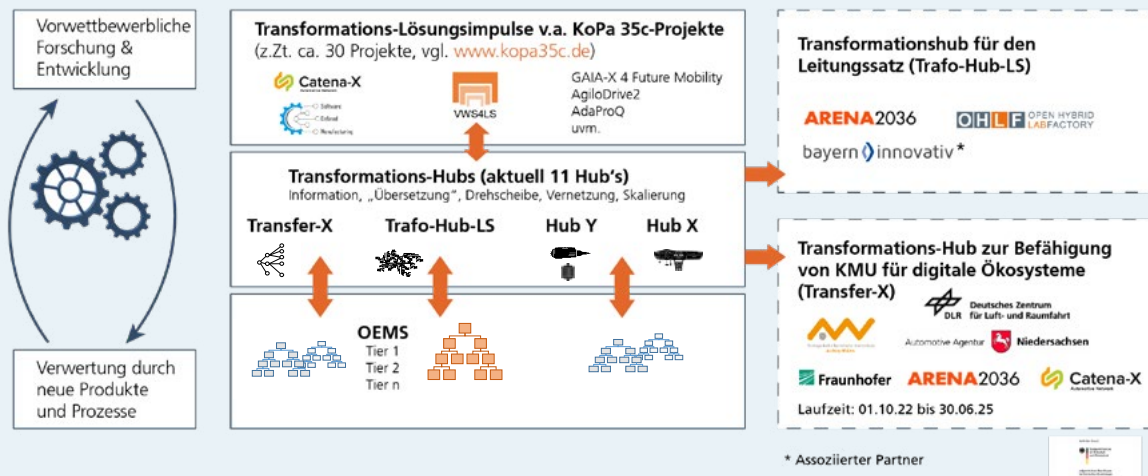


Abb. 2: Transformations-Hubs zur Unterstützung von Transformationsprozessen in Wertschöpfungsketten der Automobilindustrie.

Tal des Todes. Gefördert werden aktuell elf derartige Hubs. Sie übersetzen die meist wissenschaftliche Beschreibung von Projektergebnissen in die Sprache des potenziellen Anwenders und skalieren die Bekanntheit der besten Lösungen in ihrer jeweiligen Zielgruppe.

Ein besonderer Fokus liegt dabei auf den Ergebnissen des Konjunkturpaketes 35c zur Stärkung der Automobil-Industrie von 2021. In den Projekten dieses Förderrahmens entstehen FuE-Ergebnisse für verschiedene Wertschöpfungsketten der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie. Ein inhaltlicher Schwerpunkt ist die Digitalisierung, Vernetzung und Flexibilisierung unternehmensübergreifender Produktionsprozesse. Damit befassen sich zahlreiche Projekte, u. a. das Leitprojekt Catena-X.

Klar ist: Viele Projekte haben die gleiche Zielgruppe (Fahrzeugindustrie) und kein Projekt kann alle Bedarfe eines Gestaltungsfeldes gesamtheitlich abdecken. Die Herausforderung besteht darin, dass die Lösungen für den Transfer projektübergreifend konsolidiert und anschaulich aufbereitet werden. Erst auf dieser Basis kann die Skalierung in einen breiten Transfer bei potenziellen Anwendern, v. a. bei kleinen und mittleren Unternehmen, münden und somit wirksam werden.

Hier kommen die Transformations-Hubs ins Spiel, die die Ergebnisse der FuE-Projekte allgemeinverständlich aufbereiten und zu interessierten Unternehmen transferieren. Mit dem neuen Transfer-Ansatz sollen projektübergreifende Synergieeffekte realisiert werden, die allen beteiligten Akteuren der Branche zugutekommen.

Einer dieser Transformations-Hubs ist Transfer-X [2]: Seine Kernaufgabe liegt in der Überführung der FuE-Projektergebnisse (»Transfergegenstände«) rund um das Thema »Datenökosysteme« in webbasierte Lerneinheiten, sogenannte Transfermodule. Dabei werden unterschiedliche Medien wie Video, Audio, Bilder, Texte etc. verwendet, um die Inhalte möglichst anschaulich zu vermitteln. Der Nutzer oder die Nutzerin kann sich bequem informieren und erhält Empfehlungen, welche ergänzenden Informationen noch hilfreich wären. Er oder sie kann sich so einen eigenen Transferpfad über »seine«/ »ihre« Transfermodule zusammenstellen. Transfer-X erarbeitet eine Vielzahl derart vernetzter Transfermodule, die dann über Multiplikatoren (Verbände, IHKs, Mittelstand Digital-Zentren etc.) in die Breite getragen werden. Das ist eine Win-Win-Situation für alle: Die Projekte erhalten mehr Reichweite und die Multiplikatoren erhalten konsolidierte und verständlich aufbereitete Inhalte.

Erste Beispiele bestätigen, dass das Konzept von Transfer-X funktioniert. Auch für die kommenden Leuchtturmprojekte in Manufacturing-X kann der Transfer-X-Ansatz einen Beitrag zum schnelleren und besseren Transfer leisten. Seitens des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gibt es bereits Planungen zu einer übergeordneten Transferinitiative. Es bleibt zu hoffen, dass dieser Ansatz Schule macht und das nationale Innovationssystem das Tal des Todes besser überbrücken kann.

1 R. Laguna: »Sprunginnovation. Wie wir mit Wissenschaft und Technik die Welt wieder in Balance bekommen«, Econ, Berlin, 2021, S. 146ff.

2 www.transfer-x.de

Catena-X

Betrieb eines Datenökosystems

Mit Catena-X [1] hat die Automobilindustrie ein vertrauenswürdiges, kollaboratives, offenes und sicheres Datenökosystem geschaffen, um datengesteuerte Wertschöpfungsketten für ihre relevanten Geschäftsprozesse zu ermöglichen. Die Betriebsumgebung, der tatsächliche Datenraum, ist seit dem 16. Oktober 2023 live und Produktivdaten werden seitdem bereits in mehreren Datenketten ausgetauscht.

Catena-X: Mehr als ein Datenraum

Das **Catena-X-Datenökosystem** besteht aus drei Elementen: dem Verein, Catena-X Automotive Network e. V., der Open-Source-Entwicklungsumgebung und der Betriebsumgebung. Alle drei Komponenten haben dabei im Fokus, Wertschöpfung anhand klarer Herausforderungen der Industrie, wie Nachhaltigkeit, Lieferkettenresilienz und Product Lifecycle Management, zu ermöglichen.

Der Catena-X Automotive Network e. V. [2], im Folgenden »der Verein« genannt, ist für die Standardisierung, Zertifizierung und Governance des Catena-X-Ökosystems verantwortlich. Die Catena-X-Standards bauen u. a. auf den Konzepten und Grundsätzen von Gaia-X und der International Data Space Association (IDSA) sowie Industriestandards und Best Practices der Automobilindustrie auf und erweitern diese um automobilspezifische Anforderungen und Anwendungsfälle. Der Digitale Zwilling stellt hierbei eine wesentliche Schlüsseltechnologie dar. Er verbindet die physische Welt mit der digitalen Welt und fungiert als Befähiger unseres Catena-X-Netzwerks. Durch die Zertifizierung von Ökosystemteilnehmern und Softwarekomponenten sorgt der Verein für Transparenz und Vertrauen in das Ökosystem. Eine Zertifizierung bescheinigt beispielsweise, dass eine Softwarekomponente interoperabel, datenschutzkonform und sicher im Catena-X-Datenraum eingesetzt werden kann.



Hanno Focken

Catena-X Automotive
Network e.V.

hanno.focken
@catena-x.net

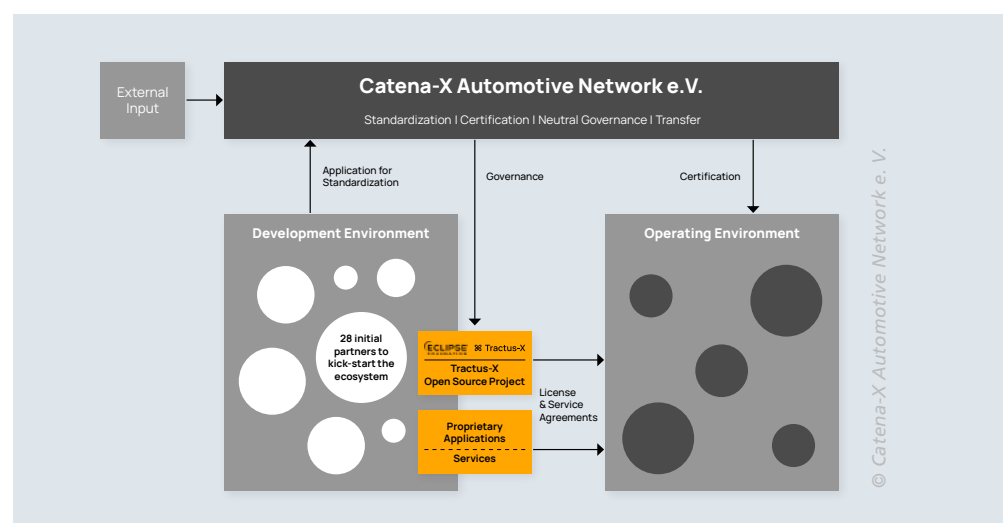
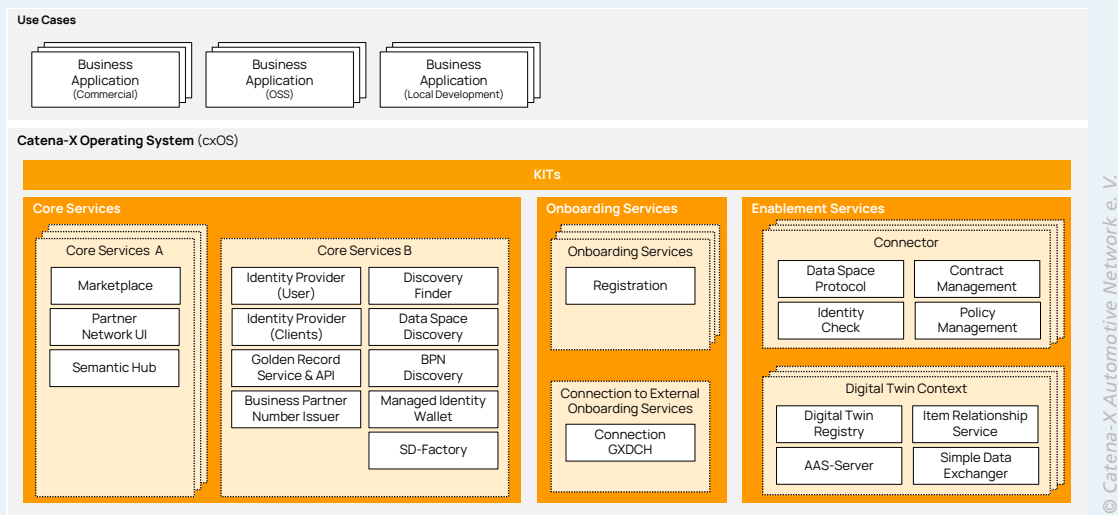


Abb. 1: Catena-X Data Ecosystem



© Catena-X Automotive Network e. V.

Abb. 2: Service Map (Deployment View)

Ergänzt wird der Verein durch die **Catena-X-Entwicklungs-umgebung**. Der Fokus der Entwicklungsumgebung liegt auf der Entwicklung von Open-Source-Referenzimplementierungen und sogenannten KITS (»Keep it Together«) [3]. Letztere bieten Softwarekomponenten, Richtlinien und Deployment-Skripte, um die Einführung und Entwicklung von Catena-X-Anwendungsfällen und Standards zu beschleunigen. Organisiert ist die Entwicklungsumgebung in Eclipse Tractus-X [4], dem offiziellen Open-Source-Projekt für das Catena-X-Ökosystem.

In der **Catena-X-Betriebsumgebung**, dem tatsächlichen Datenraum, werden die verschiedenen Open-Source- und kommerziellen Dienste und Geschäftsanwendungen von unterschiedlichen Anbietern betrieben. Die Betriebsumgebung ist dabei bewusst getrennt von der Governance und Entwicklung. Der größte Vorteil hierin ist, dass die Steuerung unabhängig ist von kommerziellen Interessen einzelner Betreiber und die auf dem Datenraum angebotenen Lösungen von unterschiedlichen Anbietern zur Verfügung gestellt werden. Der Verein legt im Sinne eines Marktsystems Rollen und Regeln im Catena-X Betreibermodell [5] fest und koordiniert die Entwicklung der zugehörigen Open-Source-Software-Bausteine in der Entwicklungsumgebung. Im Ergebnis steht eine »Service Map«, die potenziellen Betreibern Tools und Rahmenbedingungen auferlegt, eine produktive Rolle, auf dem Catena-X-Datenraum einzunehmen.

Neben Betreibergesellschaften bestehen die folgenden Rollen, die von beliebig vielen Akteuren ausgefüllt werden können – Wettbewerb belebt das Geschäft:

1. Onboarding Service Provider registrieren Teilnehmer im Datenraum.
2. Enablement Service Provider befähigen Teilnehmer über die nötigen Werkzeuge, wie einen Connector oder eine Digital

Twin Registry, zu produktivem Datenaustausch.

3. Business Application Provider erwecken Catena-X Use Cases zum Leben und ermöglichen Wertschöpfung über das Netzwerk.
4. Data Provider und Data Consumer stellen Daten in dem Netzwerk zur Verfügung und konsumieren diese, um spezifische Industrieprobleme zu lösen und Wertschöpfung zu generieren.
5. Advisory Provider bieten als Catena-X-Experten all denjenigen Unterstützung, die (noch) nicht selbstständig auf Catena-X agieren können.
6. Conformity Assessment Bodies stellen über unabhängige Zertifizierung sicher, dass die Catena-X-Standards von allen Teilnehmern des Netzwerks eingehalten werden.

Betreibergesellschaft – eine von vielen

Eine **Catena-X-Betreibergesellschaft** ist explizit für den Betrieb der grundlegenden Infrastruktur des föderierten Datenraums nach Catena-X-Standards verantwortlich. Mit Cofinity-X [6] hat im Oktober 2023 zum ersten Mal eine zertifizierte Catena-X-Betreibergesellschaft ihr Angebot für alle Datenraumteilnehmer »live« geschaltet, ermöglicht seitdem produktiven Datenaustausch auf dem Netzwerk und zeigt: Catena-X funktioniert.

Unter den Stichworten »Trust & Adoption« plant Catena-X im Jahr 2024 die schrittweise Förderung des Datenraum-Betriebs. Dies gewährleistet nicht nur ein resilienteres Daten-ökosystem, sondern garantiert auch globale Anwendungsmöglichkeit und damit das Einlösen des Catena-X-Wertversprechens. Je nach Region kann Catena-X demnach auch von lokalen Akteuren mit betrieben werden und Angebote können entsprechend passend für das regionale Ökosystem gestaltet werden.

1 <https://catena-x.net/de/>

2 <https://catena-x.net/de/ueber-uns/rolle-des-vereins>

3 <https://eclipse-tractusx.github.io/Kits/>

4 <https://eclipse-tractusx.github.io/>

5 https://catena-x.net/fileadmin/_online_media/_CX_Operating_Modelv2.1_final.pdf

Forschungsfabriken sind Entwicklungs-, Test- und Demonstrationszentren



Karlsruher Forschungsfabrik für KI-integrierte Produktion

Auf rund 4.500 m² arbeiten wir gemeinsam mit Industrie- und Forschungspartnern daran, Fertigungsprozesse zu instrumentieren, Daten auszuwerten und neue KI-bezogene Lösungen zu erarbeiten, z. B. um neue Fertigungs- und Montageprozesse schnell zur Serienreife zu bringen. »Unreife Prozesse« bezeichnen Fertigungsprozesse, die noch nicht vollständig verstanden und beherrscht werden, weil sie entweder neu sind, neue Werkstoffe verarbeiten oder man nicht genau versteht, welche Prozessparameter eigentlich für die Produktqualität verantwortlich sind.

In der Karlsruher Forschungsfabrik erforschen wir mit Kunden und Partnern, an welchen Schrauben im Prozess man »drehen« muss, damit die Qualität der Produkte gleichmäßig hoch ist und bleibt. Basierend auf ML-Verfahren und der Mess- und Regelungstechnik sollen die Maschinen und Anlagen ihre Prozessparameter letztlich selbst einstellen, z. B. wenn die Qualität der Produkte sich schleichend verschlechtert oder sich die Umgebungsbedingungen ändern.



Abb. 1: Karlsruher Forschungsfabrik

SmartFactoryOWL – Reallabor für Industrie 4.0

Die SmartFactoryOWL in Ostwestfalen-Lippe bietet Unternehmen und Forschungseinrichtungen umfangreiche Möglichkeiten zur gemeinsamen Gestaltung der smarten Fabrik. Die gemeinsame Einrichtung des Fraunhofer IOSB-INA und der TH OWL dient als Testbed des Forschungsclusters zur industriellen Automation in Lemgo. Praktische Anwendungen und Demonstratoren für die gesamte Prozesskette der industriellen Automatisierung werden in der SmartFactoryOWL erforscht, entwickelt und erprobt – von der Datenerfassung über die maschinelle Intelligenz bis zur Mensch-Maschine-Interaktion.

Mit einer realen Kunststofffertigung bietet die SmartFactoryOWL ideale Bedingungen zur Erzeugung von Laufzeitdaten aus den zugehörigen Prozessen und ihrer Nutzung von KI-Anwendungen. Zugleich entwickelt sich das Reallabor zu einer energetisch optimierten und zirkulären Fabrik im vom BMU geförderten Projekt »Smart-E-Factory« weiter.



Abb. 2: Mensch-Maschine-Interaktion in der SmartFactoryOWL

Fazit und Zusammenfassung

Vor Industrie 4.0 war die Welt noch ‚in Ordnung‘: Produktion und IT waren zwei voneinander getrennte Welten. Die Automatisierungs-Pyramide bildete den Common-Sense ab: Die Feldebene mit den Fertigungs-, Montage und Materialflussprozessen, Sensoren, Aktoren, Steuerungen und ihre Echtzeitkommunikation war weitgehend autark von überlagerten IT-Systemen, natürlich auch vom Internet. Auf der ERP- und der MES-Ebene gab es eigenständige Systeme mit abgegrenzten Funktionalitäten. Mit dem Aufkommen cyberphysischer Systeme, dem Internet-of-Things, der durchgängigen Vernetzung ‚vom Sensor in die Cloud‘ und kollaborativen Ansätzen beim Datenaustausch haben sich Architektur, das Zusammenspiel und die Verantwortlichkeiten von IT und OT komplett verändert: IT durchdringt Feldgeräte und Maschinen immer stärker. Der Zugriff auf Daten von Feldgeräten und Maschinen innerhalb von Fabriken ist inzwischen Standard, und zwar über alle Ebenen der ehemaligen Automatisierungspyramide. Aus dem Ebenenmodell ist ein Netzwerk geworden, mit Geräten, die wie selbstverständlich mit dem Internet verbunden sind. Viele Unternehmen nutzen Daten aus Maschinen, Anlagen und verbessern so stetig ihre Kennzahlen. Zwar haben sich die Schlagworte und Moden über die Jahre verändert, die Aufgabenstellungen sind jedoch ähnlich: heterogene Signale und Daten aus industriellen Prozessen sammeln, kommunizieren, verarbeiten und mit modernen Werkzeugen der Softwareentwicklung in komplexen IT-Komponenten und -Systemen aufbereiten, auswerten und interpretieren.

Viele Firmen haben in den Jahren seit dem Beginn von »Industrie 4.0« Schritte in die Digitalisierung gemacht, mehr oder weniger erfolgreich; viele proprietäre Lösungen blieben hinter den Erwartungen zurück. Entsprechend zurück-

haltend sind die Unternehmen nun. Damit bleiben sie aber hinter den mit der Digitalisierung verbundenen Potenzialen zurück, z.B. für zusätzliche datenbasierte Dienstleistungen rund um Fabriken, Maschinen und Komponenten, und verpassen möglicherweise wichtige Chancen. Tatsächlich ist Digitalisierung für alle Branchen des produzierenden Gewerbes ein strategisches Muss. Egal ob Fabrikbetreiber, Maschinenbauer, Komponentenlieferant oder Automatisierungsanbieter: Digitale Zwillinge, Künstliche Intelligenz, industrielle Datenräume und Datenaustausch über Unternehmensgrenzen hinweg sind die Themen der Zukunft. Nur im Austausch mit anderen Unternehmen, z.B. Zulieferern, Kunden, Ausrüstern, lassen sich weitere Potenziale heben, beispielsweise

- im Engineering, um Produktionsanlagen und ihre Digitalen Zwillinge zu testen und schnell in Betrieb zu nehmen,
- entlang der Lieferkette, um z.B. lückenlose Rückverfolgbarkeit zu ermöglichen oder
- um Produktionsprozesse zu verbessern, z.B. indem Prozessparameter aufgrund verschiedener Gegebenheiten oder Messwerte schnell angepasst werden.

Deutschland verfügt über weltweit anerkannte Kompetenzen bei Anlagenbetreibern, im Maschinen- und Anlagenbau, in der Elektro- und Automatisierungsindustrie, der Mikroelektronik und bei eingebetteten Systemen, in der produktionsnahen IT bis hin zur kompletten Systemintegration. Kaum ein anderes Land der Welt hat dieses breite Spektrum von Know-how und Erfahrung – beste Ausgangsbedingungen also.

Lassen Sie uns den Standort nicht zerreden, sondern handeln wir gemeinsam!

Geschäftsfeld Automatisierung und Digitalisierung

Maßgeschneiderte IT-Lösungen für vernetzte Produktions-Ökosysteme

Zum Geschäftsfeld und zur Geschäftsfeld-Broschüre:
iosb.fraunhofer.de/ad



Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

info@iosb.fraunhofer.de
www.iosb.fraunhofer.de

Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Fraunhoferstraße 1
76131 Karlsruhe
Telefon +49 721 6091-0

Fraunhofer IOSB Ettlingen

Gutleuthausstraße 1
76275 Ettlingen
Telefon +49 7243 992-0

Institutsteil für angewandte Systemtechnik IOSB-AST

Am Vogelherd 90
98693 Ilmenau
Telefon +49 3677 461-0
info@iosb-ast.fraunhofer.de
www.iosb-ast.fraunhofer.de

Institutsteil für industrielle Automation IOSB-INA

Campusallee 1
32657 Lemgo
Phone +49 5261 94290-22
juergen.jasperneite@iosb-ina.fraunhofer.de
www.iosb-ina.fraunhofer.de

Zweigstellen & Kontaktbüro

Forschungsgruppe IT-Sicherheit für Kritische Infrastrukturen ENERGIE UND WASSER

Wilhelmsplatz 11
02826 Görlitz

Fraunhofer-Zentrum für die Sicherheit Sozio-Technischer Systeme SIRIOS c/o Fraunhofer FOKUS

Kaiserin-Augusta-Allee 31
10589 Berlin

Fraunhofer-Forschungsgruppe Smart Ocean Technologies SOT

Alter Hafen Süd 6
18069 Rostock

Forschungsgruppe Aktive Laserfasern

c/o HENSOLDT Optonics GmbH
Carl-Zeiss-Str. 22
73447 Oberkochen

Kontaktbüro Beijing

Unit 0602G, Tower D1
DRC Liangmaqiao Office Building
19 Dongfangdonglu, Chaoyang District
100600 Beijing, PR China
muh@fraunhofer.com.cn



Zur ePaper-Ausgabe

