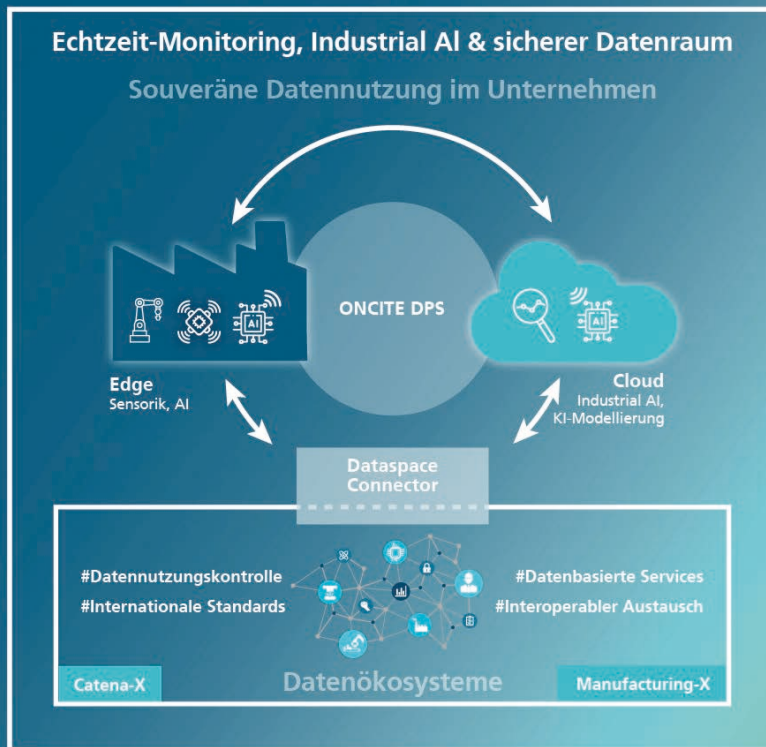


Wie Datenökosysteme neue Wertschöpfung in der Produktion ermöglichen

Industrial AI braucht souveräne Datenräume

EDGE CLOUD CONTINUUM FOR PRODUCTION (ECC4P)



Mit dem Forschungs- und Entwicklungsprojekt ECC4P verbindet Fraunhofer CCIT IIoT-Technologien, Edge-Computing, Cloud-Infrastrukturen, KI-Methoden zur Analyse und Optimierung von Produktionsprozessen sowie Datenraum-Komponenten zu einem modularen Ansatz. © Fraunhofer CCIT



Autor:
Michael Fritz
Leiter der Geschäftsstelle
Fraunhofer Cluster of Excellence Cognitive
Internet Technologies CCIT
<https://www.cit.fraunhofer.de/>

Viele Industrieunternehmen haben ihre Produktion in den vergangenen Jahren schrittweise digitalisiert – sowohl durch Retrofit bestehender Anlagen als auch durch den Aufbau neuer digitaler Produktionslinien. Smarte Sensorik, vernetzte Maschinen, Edge-Systeme und Cloud-Infrastrukturen schaffen heute die Grundlage, Produktionsdaten zu erfassen, auszuwerten und für Prozessoptimierungen, Predictive Maintenance oder Industrial-AI-Anwendungen zu nutzen.

Der wirtschaftliche Mehrwert datengetriebener Produktion entsteht jedoch zunehmend nicht mehr allein innerhalb einzelner Fertigungsbetriebe. Mit dem Einsatz Künstlicher Intelligenz wächst der Bedarf an belastbaren, kontinuierlich verfügbaren und kontextualisierten Daten. Gleichzeitig rücken neue Formen der Zusammenarbeit in den Fokus, bei denen Daten kontrolliert über Unternehmensgrenzen hinweg genutzt werden können. Damit entwickeln sich Datenräume und föderierte Datenökosysteme zu einem wichtigen Baustein einer wettbewerbsfähigen digitalen Industrie.

Datenbasis für Industrial AI

Viele Unternehmen verfügen bereits über umfangreiche Daten aus Maschinen, Anlagen und Fertigungsprozessen. Häufig bleiben diese Informationen jedoch innerhalb einzelner Standorte, Produktionslinien oder Systeme isoliert. Für klassische Optimierungsansätze mag dies ausreichen. Industrial AI benötigt dagegen deutlich umfassendere und stärker kontextualisierte Datenstrukturen.

Die dafür erforderlichen Informationen stehen in vielen Produktionsumgebungen nicht automatisch zur Verfügung. Gerade in bestehenden Fertigungsanlagen fehlen häufig relevante Prozess-, Qualitäts- oder Zustandsdaten. Erst durch zusätzliche Sensorik und Retrofit-Konzepte lassen sich solche Informationen erschließen und für die digitale Nutzung verfügbar machen. Moderne Sensorsysteme ermöglichen es beispielsweise, Temperatur-, Vibrations-, Kraft- oder Qualitätsdaten direkt im Produktionsprozess zu erfassen und mit bestehenden Maschinen- und Prozessdaten wie Vorschub, Drehzahl oder Taktzeiten zu verknüpfen.

Dadurch entsteht die Datentiefe, die für belastbare Analysen, digitale Produktionszwillinge und KI-Modelle benötigt wird. Gleichzeitig werden die Voraussetzungen geschaffen, Daten aus unterschiedlichen Quellen zusammenzuführen und in übergreifenden Zusammenhängen auszuwerten. Genau darin liegt das Potenzial von Industrial AI: Leistungsfähige KI-Modelle entstehen nicht allein auf Basis einzelner Maschinenzustände oder lokaler Produktionsdaten, sondern durch die intelligente Verknüpfung von Informationen entlang kompletter Produktions- und Wertschöpfungsnetzwerke.

Vom Sensor zur Edge-Cloud

Damit Produktionsdaten für Industrial AI nutzbar werden, müssen sie nicht nur erfasst, sondern auch verarbeitet, analysiert und für unterschiedliche Anwendungen bereitgestellt werden. In der Praxis stoßen viele Unternehmen dabei auf typische Herausforderungen: heterogene Maschinenparks, unterschiedliche Kommunikationsschnittstellen sowie historisch gewachsene IT- und OT-Strukturen erschweren eine durchgängige Datennutzung.

Hinzu kommt, dass Industrial-AI-Anwendungen unterschiedliche Anforderungen an die Datenverarbeitung stellen. Zeitkritische Prozesse benötigen eine lokale Verarbeitung nahe an der Maschine, damit Anomalien oder Qualitätsabweichungen im laufenden Prozess erkannt werden können.

Rechenintensive Analysen und das Training von KI-Modellen finden dagegen typischerweise



Die intelligente Verknüpfung von Produktionsdaten mit Methoden der KI ermöglicht weitaus mehr als eine reine Prozessüberwachung. Damit solche Modelle funktionieren, müssen Produktionsdaten aus Maschinen, Anlagen und IT-Systemen zusammengeführt, kontextualisiert und für weiterführende Anwendungen bereitgestellt werden. © Magnific

in Cloud-Infrastrukturen statt, weil dort größere Datenmengen und skalierbare Rechenleistung verfügbar sind.

Im Rahmen des Edge Cloud Continuum for Production (ECC4P) untersucht das Fraunhofer Cluster of Excellence Cognitive Internet Technologies CCIT, wie sich Produktionsdaten flexibel zwischen Edge- und Cloud-Infrastrukturen verarbeiten und für industrielle KI-Anwendungen nutzbar machen lassen. Die Datenerfassung erfolgt dabei über nachrüstbare Sensorsysteme unmittelbar an der Maschine. Die gewonnenen Informationen werden an der Edge in Echtzeit verarbeitet, konsolidiert und analysiert, bevor sie für übergreifende Auswertungen oder das Training von KI-Modellen in Cloud-Umgebungen genutzt werden. Entscheidend ist dabei der kontinuierliche Kreislauf zwischen Edge und Cloud. Daten werden prozessnah verarbeitet, für das Training von KI-Modellen in skalierbaren Infrastrukturen genutzt und die aktualisierten Modelle anschließend wieder in die Produktion zurückgeführt. Auf diese Weise entsteht eine durchgängige Datenbasis, die lokale Optimierungen ebenso unterstützt wie standortübergreifende Anwendungen.

Souveräne Datenräume

Sobald Daten über Unternehmensgrenzen hinweg genutzt werden sollen, stellt sich die Frage nach Datensouveränität, Sicherheit und Interoperabilität. Föderierte Datenökosysteme setzen genau hier an. Anders als zentrale Plattformmodelle basieren sie auf einer dezentralen Struktur: Daten verbleiben grundsätzlich bei den jeweiligen Unternehmen. Die beteiligten Akteure entscheiden selbst, welche Informationen sie wem, zu welchem Zweck und unter welchen Bedingungen zur Verfügung stellen.

Initiativen wie Catena-X oder Manufacturing-X verfolgen das Ziel, dafür interoperable und souveräne Dateninfrastrukturen bereitzustellen. Für Industrieunternehmen ist dieser Ansatz

besonders relevant, weil sensible Produktions-, Prozess- oder Qualitätsdaten nicht unkontrolliert in zentrale Plattformen abfließen dürfen. Gleichzeitig entsteht der Mehrwert vieler Industrial-AI-Anwendungen erst dann, wenn Daten aus unterschiedlichen Quellen gemeinsam genutzt werden können – etwa zwischen Maschinenherstellern, Zulieferern, Betreibern oder Servicepartnern.

Damit solche Modelle funktionieren, müssen Produktionsdaten aus Maschinen, Anlagen und IT-Systemen zusammengeführt, kontextualisiert und für weiterführende Anwendungen bereitgestellt werden. Ansätze zur industriellen Datenorchestrierung übernehmen hierbei eine wichtige Rolle. Sie schaffen eine konsistente Datenbasis, auf der Echtzeitanalysen, digitale Produktionszwillinge, KI-Anwendungen und die Anbindung an Datenräume aufsetzen können. In der Praxis kommen hierfür offene Plattformansätze, standardisierte Schnittstellen und industrielle Datendrehkreise zum Einsatz.

Kontrollierte technische Anbindung an Datenräume

Ebenso wichtig ist die kontrollierte technische Anbindung an Datenräume. Dataspace Connectoren ermöglichen es Unternehmen, Daten gezielt und regelbasiert bereitzustellen, ohne die Kontrolle über die eigenen Informationen aufzugeben. Dabei geht es nicht nur um die reine Übertragung von Daten, sondern auch um Nutzungsregeln: Wer darf welche Daten verwenden, zu welchem Zweck, für welchen Zeitraum und unter welchen Bedingungen? Offene Technologien wie der EDC-Connector zeigen, wie solche Mechanismen in föderierten Datenrauminitiativen umgesetzt werden können.

So entsteht eine digitale Infrastruktur, in der Daten nicht nur gesammelt, sondern sicher, nachvollziehbar und interoperabel nutzbar gemacht werden. Das ist eine zentrale Voraussetzung, damit Industrial-AI-Anwendungen standort-

und unternehmensübergreifend skaliert werden können.

Wertschöpfung im Datenökosystem

Mit der kontrollierten Vernetzung von Produktionsdaten verändert sich auch die wirtschaftliche Perspektive auf industrielle Dateninfrastrukturen. Produktionsdaten entwickeln sich zunehmend vom Nebenprodukt der Fertigung zu einem strategischen Asset für datengetriebene Services, Industrial-AI-Anwendungen und neue Geschäftsmodelle.

Maschinen- und Anlagenbauer erweitern klassische Produktangebote um digitale Services, bei denen Verfügbarkeit, Effizienz oder tatsächliche Nutzung der Anlagen im Mittelpunkt stehen. Predictive Maintenance, KI-gestützte Qualitätsanalysen oder datenbasierte Servicekonzepte zeigen bereits heute, wie aus Produktionsdaten wirtschaftlicher Mehrwert entsteht. Neu ist dabei weniger die Idee datenbasierter Services selbst als die Möglichkeit, diese auf Basis unternehmensübergreifender Datenökosysteme hin zu wertorientierten Geschäftsmodellen weiterzuentwickeln.

Vertrauen, Datensouveränität und Nutzungsregeln

Damit Unternehmen Daten in solche Ökosysteme einbringen und gemeinsam nutzen können, werden Vertrauen, Datensouveränität und technisch durchsetzbare Nutzungsregeln zu zentralen Voraussetzungen. Sichere Datenräume, interoperable Schnittstellen und nachvollziehbare Datennutzung bilden daher nicht nur die Grundlage für den Datenaustausch, sondern auch für die Skalierung von Industrial AI.

Für Industrieunternehmen sollte deshalb nicht mehr allein die Digitalisierung einzelner Produktionsschritte im Mittelpunkt stehen. Entscheidend ist vielmehr die digitale Einbindung in Wertschöpfungsnetzwerke, in denen Daten, Anwendungen und Partner kontrolliert miteinander interagieren können. Wer künftig das Potenzial von Industrial AI ausschöpfen will, benötigt dafür nicht nur leistungsfähige und adaptive Technologiebausteine, sondern auch die Fähigkeit, Daten souverän in föderierten Datenökosystemen zu nutzen. Genau darin liegt eine wesentliche Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit der digitalen Industrie in Deutschland und Europa.

Wer schreibt:

Im Fraunhofer CCIT arbeitet die Fraunhofer-Gesellschaft an kognitiven Internet-Technologien entlang der gesamten Datenverarbeitungskette. Dazu bündelt der Fraunhofer CCIT die Kompetenzen von unterschiedlichen Fraunhofer-Instituten aus der Mikroelektronik, der Informations- und Kommunikationstechnik und der Produktion. Die gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten konzentrieren sich auf die Technologiekerne IoT-Kommunikation, vertrauenswürdige Datenräume und Maschinelles Lernen. ◀