

**DIGITALE ZWILLINGE**  
AUS PRODUKTIONSDATEN WISSEN  
GENERIEREN

Knapper werdende Ressourcen, steigende Nachhaltigkeitsanforderungen und der Fachkräftemangel machen es Unternehmen immer schwerer wirtschaftlich zu produzieren. Gleichzeitig revolutioniert die Digitalisierung die industrielle Produktion weltweit. Die Digitalisierung ist ein zentraler Bestandteil der europäischen und deutschen Wirtschaftsstrategie, insbesondere im Rahmen des Digital Europe Programmes und der Europäischen Datenstrategie, die darauf abzielen, die digitale Transformation in allen Sektoren voranzutreiben. Auch für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in Deutschland ist diese Entwicklung von entscheidender Bedeutung, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Der digitale Zwilling ist dabei ein Schlüsselkonzept, das KMU unterstützen kann, den Schritt in die Zukunft erfolgreich zu meistern. Ein digitaler Zwilling ist die digitale Abbildung eines physischen Objekts, Prozesses oder Systems, die es Unternehmen ermöglicht, ihre Produktion effizienter zu gestalten, Kosten zu reduzieren und die Flexibilität zu erhöhen.

Industrieunternehmen und KMU sind mit begrenzten Ressourcen in den Bereichen Energie und Personal, bei ihrem Maschinenpark und den finanziellen Mitteln konfrontiert. Digitale Zwillinge bieten gegenüber klassischen Modellierungsansätzen

enorme Vorteile. Sie ermöglichen es Produktionsprozesse präzise zu simulieren, wodurch Engpässe frühzeitig erkannt und behoben werden können. Gleichzeitig verbessern sie die Instandhaltung von Maschinen und Anlagen, indem Ausfallzeiten durch vorausschauende Analysen minimiert werden. Ein konkretes Beispiel aus der Praxis zeigt, dass ein mittelständisches Unternehmen durch den Einsatz eines digitalen Zwillings die Produktionsauslastung um 20 Prozent steigern konnte, während die Wartungskosten um 15 Prozent sanken.

Dieses Whitepaper zielt darauf ab, den Nutzen digitaler Zwillinge für Unternehmen aufzuzeigen, konkrete Implementierungsstrategien vorzustellen und praktische Anwendungsbeispiele zu liefern. Es wird aufgezeigt, wie durch den Einsatz digitaler Zwillinge die Wettbewerbsfähigkeit langfristig gesichert werden kann. Es enthält die notwendigen Informationen und Werkzeuge für den ersten Schritt, digitale Zwillinge erfolgreich im Unternehmen zu implementieren und die Vorteile der Digitalisierung voll auszuschöpfen.

# DIGITALISIERUNG IN KLEINEN UND MITTEL- STÄNDISCHEN UNTERNEHMEN MEISTERN

Wenn man an Daten zur Steuerung und Analyse von Maschinen und Anlagen denkt, so zeigt sich ein Problem immer wieder: Es ist gar nicht einfach die richtigen Daten zu erlangen. Wird eine neue Maschine oder Anlage in eine Produktion integriert, ist dies mit viel manuellem Aufwand verbunden. Neben den Sicherheitsfunktionen, die erfüllt werden müssen, muss das neue Produktionsmittel digital integriert werden, um einen Maschinenauftrag anzunehmen, auszuführen, zurückzumelden und im Störfall auch abzubrechen und den Störungsgrund zu dokumentieren. Die Integrationsarbeit ist dabei individuell auf jede Maschine oder Anlage zugeschnitten.



## **Digitaler Zwilling:**

**Der (ideale) Digitale Zwilling ist eine virtuelle Repräsentation eines Asset und zeigt wie ein eineiiger Zwilling dasselbe Verhalten und dieselbe Entwicklung wie die technischen Resource. Ein Digitaler Zwilling transformiert Informationen in Wissen um.**

(J. Vrana, »The Core of the Fourth Revolutions: Industrial Internet of Things, Digital Twin, and Cyber-Physical Loops,« Journal of Nondestructive Evaluation, vol. 40, Nr. 2, 2021)

Unter Umständen unterscheidet sich der Integrationsaufwand bei verschiedenen Maschinen vom selben Hersteller erheblich. Häufig betragen die Integrationskosten 20 bis 30 Prozent der Anschaffungskosten. Änderungen an einzelnen Komponenten einer Maschine oder Anlage sind häufig sehr komplex. Die veränderten Komponenten müssen in das Gesamtsystem integriert werden. Die Integrationsarbeit an Bestandssystemen ist oft doppelt so aufwändig wie bei Neu-Systemen.

Eine weitere Herausforderung ist die Datenanbindung. Mit dem Integrieren einer Maschine stellt man sicher, dass die Maschine funktioniert und von außen Befehle erhält und ausführt. Werden diese Daten nicht abgerufen und ausgewertet, geht das Potenzial verloren die Produktion zu digitalisieren. Aber eine digitalisierte Produktion kann sehr viel effizienter und widerstandsfähiger sein. Die erfassten Daten enthalten eine Vielzahl von Optimierungsparametern. Diese können für die Produktionsplanung und -steuerung genutzt werden. Dies können zum Beispiel wetterabhängige Energiekosten sein oder die Verfügbarkeit von Mitarbeitenden oder Lagerbeständen von Rohmaterial. Die Echtzeitdaten-Erfassung erhöht nicht nur die Transparenz des Status einzelner Maschinen und Anlagen, sondern der gesamten Produktion. Digitalisierung bildet zukünftig die Grundlage für vertiefte KI-basierte Analysen, mit denen Zusammenhänge von Ursachen und Wirkungen besser zu verstehen sind. Daraus lassen sich wiederum Verbesserungen für die Produktion zu ableiten.

Dass viele Maschinendaten ungenutzt sind, hat verschiedene Gründe:

- geringer Grad der Digitalisierung,
- mangelndes Wissen zu bereits vorhandenen Schnittstellen und Standards,
- mangelnde Vernetzung der Maschinen und Anlagen mit übergeordneten Leitsystemen,
- Inkompatibilität von Teilsystemen,
- mangelnder Infrastruktur von Produktionsnetzwerken oder
- unverständliche Daten

Moderne Maschinensteuerungen verfügen häufig bereits über Schnittstellen wie OPC UA, mit denen Daten abgerufen werden können. Zur Integration älterer Produktionsanlagen bieten sich Nachrüstlösungen wie das AirBOX System (eine Eigenentwicklung des Fraunhofer IFF) an. Dies können Sensoren und Aktoren zum Messen von Anwesenheit, Umweltbedingungen, Abstandsmessung, Lokalisierung oder andere sein.

Anfangs ist nicht unbedingt bekannt, wie Informationen über aktuelle Maschinenzustände abgerufen werden können. Beispielsweise existieren verschiedene Kommunikationsprotokolle für die Maschinenanbindung. Des Weiteren müssen die Endpunkte der Maschinensteuerung bekannt sein. Zusätzlich bedarf es in der Regel auch einer Konfiguration der richtigen Datenquelle.

Der Umgang mit den verschiedenen IT-Systemen im Büro- und im Produktionsumfeld stellt eine weitere Herausforderung für die Digitalisierung dar. Häufig stellen Maschinen und Anlagen ihre Daten schon bereit, aber es fehlt das Wissen wo konkret diese im jeweiligen System sind und wie diese Daten abgerufen werden können. Das Ziel der Vernetzung sind Systeme, die miteinander kommunizieren und Daten beispielsweise vom Produktionssystem in das Planungssystem und umgekehrt übertragen.

Eine weitere Herausforderung sind die notwendigen Informations- und Kommunikations- (IuK) Infrastrukturen. Eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) kann sehr viele Signale innerhalb einer Sekunde verarbeiten und zur Verfügung stellen. Auch wenn sinnvolle Filter die dabei erzeugte Datenmenge drastisch reduzieren, bedarf es einer IuK-Infrastruktur, die mit der Masse von Daten umgehen kann. Gleichzeitig muss diese den Produktionsbetrieb sicherstellen. Sie darf auf keinen Fall ausfallen. Die Sicherheitsanforderungen, die eine solche

IuK-Infrastruktur mit sich bringt, sind nicht zu unterschätzen. Die strikte Trennung des Produktionsnetzwerks vom restlichen Netzwerk ist sinnvoll und logisch, dadurch bleiben aber die Produktionsdaten ungenutzt und das Potenzial einer digitalen Produktionsumgebung wird nicht genutzt.

Auch die Daten selbst können eine Herausforderung sein. Werden Maschinen- und Anlagendaten bereits erfasst, ist oft unklar, wie diese sinnvoll genutzt werden können. Folgende Herausforderungen finden Anlagenbetreiber häufig vor:

- unübersichtliche Menge an Daten,
- Daten sind nicht oder unzureichend strukturiert,
- Daten und deren Bezeichnungen sind nicht dokumentiert,
- die Einheit in der eine Messgröße vorliegt ist nicht angegeben und nicht dokumentiert,
- Datenwerte sind schwer zu verorten: beispielsweise, wenn Signale nummeriert werden zum Beispiel Temperatursensor\_01, Temperatursensor\_02 usw. ist nicht nachvollziehbar, wo diese Temperatursensoren eingebaut sind,
- der Wertebereich, in dem Daten vorliegen können ist nicht angegeben,
- es gibt keine Möglichkeit zur Bewertung der zur Verfügung gestellten Informationen: Die Einordnung, ob ein Messwert in Ordnung ist oder nicht, liegt oft am Erfahrungswissen der Maschinenbediener.

# DIGITALISIERUNG ALS WACHSTUMSMOTOR

Um aus Anlagen oder Maschinen Wissen zu extrahieren müssen verschiedene Schritte unternommen werden. Das Beispiel einer Wissenspyramide zeigt, wie aus Daten Wissen gewonnen werden kann.

- Signale: durch Sensorik und Werkzeuge wie der AirBOX können Sensordaten erfasst und übertragen werden,
- Syntax: durch den digitalen Zwilling wird einem Sensorwert eine Einheit zugeschrieben: °C
- Semantik: beschreibt wo dieser Sensorwert aufgenommen wurde,
- Pragmatik: Interpretation der Daten: Einordnung ob es eine hohe oder niedrige Temperatur ist,
- Aktion: Auslösen einer Handlung: zum Beispiel wird die Anlage gedrosselt, damit sie nicht beschädigt wird.



Quelle: <https://www.informatik.uni-leipzig.de/~graebel/Texte/Fuchs-02.pdf>

## 1 Schritt: Signale erhalten

Die erste Herausforderung ist es, überhaupt Informationen von Maschinen und Anlagen zu erhalten. Obwohl an Anlagen und Maschinen zahlreiche Signale anfallen, liefern diese oft nicht die benötigten Informationen. Bestimmte Daten können nicht direkt erfasst werden, da die entsprechenden Sensoren fehlen. Dieses Problem kann mit zusätzlicher Erfassungstechnik, oder sogenannten Softsensoren, die die gesuchte Messgröße aus anderen Signalen berechnen können, behoben werden.

## 2 Schritt: Daten übermitteln

Die zweite Herausforderung besteht darin, die erfassten Daten zu versenden und Rückmeldungen empfangen zu können. Dafür ist eine IuK-Infrastruktur notwendig, die fähig ist, die Daten schnell genug zu transportieren und gleichzeitig den hohen Sicherheitsstandards im Produktionsumfeld genügt. Klassischerweise erfolgt die Datenübertragung dabei von einem System in das nächste übergeordnete System. Dabei können Informationen verloren gehen. Auch bedeutet dies einen höheren Implementierungsaufwand. Um dies zu vermeiden, wurde das Prinzip des sogenannten »Single-Source-of-Truth« entwickelt: Es existiert nur genau ein System, welches für den Empfang und die Weitergabe von Daten verantwortlich ist. Dabei haben wir gute Erfahrung mit der Implementierung eines „Unified Namespaces“ gemacht. Dabei werden alle Daten an einer zentralen Stelle gesammelt und die relevanten Akteure rufen diese Daten bei der Plattform ab.

## 3 Schritt: Daten richtig interpretieren (Semantik)

Damit aus Daten Informationen werden, müssen diese korrekt interpretiert werden. Dies gilt für den Menschen, der eine Anlage oder Maschine betreibt und unbekannte oder unklare Daten erhält, und ebenso für Algorithmen, die auf Basis dieser Daten automatisiert Entscheidungen treffen. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen:



Stellt man sich in der Praxis den Datensatz »Anlage3/Sensor32« vor, ist die Anlage 3 schnell identifiziert. Der Ort, an dem Sensor32 verbaut ist, lässt sich anschließend mit Hilfe der Anlagendokumentation herausfinden. Die Art des Sensors und sein Wertebereich aber müssen mühsam dem Datenblatt entnommen werden. Die Interpretation des Sensorwertes, ob der Wert hoch oder niedrig ist, hängt dagegen vom Prozess ab.

Digitale Zwillinge sollen genau dieses Problem lösen: Durch Beschreibung des Datenwertes soll dessen Bedeutung erklärt werden. Dadurch wird beispielsweise erkennbar, dass es sich bei dem Signal mit der Bezeichnung »Anlage3/Sensor32« um die Innentemperatur der zweiten Kammer der Anlage 3 in der Einheit Grad Celsius handelt. Für die Art der Beschreibung gibt es zwei Möglichkeiten: Eine direkte Bezeichnung innerhalb des digitalen Zwillings, dies vereinfacht die Interpretierbarkeit für den Menschen. Die zweite Möglichkeit ist die Verwendung eindeutiger Identifikations-Nummern. Diese sogenannten SemantikID verweisen auf ein frei zugängliches Verzeichnis, beispielsweise das ECLASS System. Dort befindet sich dann wiederum die Beschreibung des Wertes. Durch diese Ontologie wird eine Verbindung zwischen den reinen Daten und ihrer Bedeutung geschaffen. Die zweite Möglichkeit hat entscheidende Vorteile im praktischen Einsatz:

1. Diese Standardisierung vereinfacht unternehmens- bzw. standortübergreifende Datenkommunikation. Das, was im Standort A eine Innentemperatur in Grad Celsius ist, ist auch im Standort B eine Innentemperatur in Grad Celsius,
2. SemantikIDs sind maschinenlesbar. Bei der automatisierten Datenanalyse mit Hilfe von Werkzeugen der künstlichen Intelligenz wird die Gefahr einer Verwechslung von Werten relevant. Durch SemantikIDs stellen digitale Zwillinge sicher, dass die KI-Tools die Informationen richtig interpretieren, analysieren und verarbeiten.

## 4 Schritt: Von der Information zum Wissen

Im vorletzten Schritt werden die generierten Informationen mit Kenntnissen und Erfahrungen verknüpft. Dazu können auch Wertvorstellungen wie Kostenfunktionen gehören. Das Ziel ist es, aus diesem Wissen tatsächliche Handlungsempfehlungen zu generieren. Dieser Schritt findet meist manuell statt. Die Mitarbeitenden haben die notwendigen Kenntnisse und Erfahrungen. Eine Aufgabe der digitalen Zwillinge ist es, den Entscheidungsträgern die wesentlichen Informationen bereit zu stellen.

Es ist damit zu rechnen, dass in den nächsten Jahren viel Erfahrungswissen verloren geht: Das Institut der deutschen Wirtschaft Köln (IW) rechnete aus, dass von 2022 bis 2032 rund 7,3 Millionen Beschäftigte in den Ruhestand gehen. Unternehmen müssen sich frühzeitig darauf einstellen, das wertvolle Wissen, die Kenntnisse und die Erfahrungen dieser Mitarbeitenden im Unternehmen zu erhalten. Digitale Zwillinge zur Speicherung relevanter Informationen sind eine gute Möglichkeit bestehendes Wissen zu konservieren. Das Wissen kann entweder für nachfolgende Mitarbeitenden durch Tools wie Augmented Reality bereitgestellt werden oder das Wissen wird zur Automatisierung verwendet.

## 5 Schritt: Handeln

Das generierte Wissen aus den Daten muss zu zielgerichteten Handlungen führen. Die Produktion soll effizienter, widerstandsfähiger und ressourcenschonender werden. Einige konkrete Beispiele, auf die im folgenden Kapitel näher eingegangen wird, zeigen wie dies erfolgreich in der Praxis umgesetzt werden kann:

- gezielte Instandhaltungsmaßnahmen zum richtigen Zeitpunkt zur Reduzierung ungeplanter Stillstände und Erhöhung der Produktionsleistung,
- Optimale Produktionsreihenfolge durch KI-basierte Planung der Maschinenbelegung,
- Priorisierung von Produktionsaufträgen und die Fähigkeit, schnell und flexibel auf veränderte Gegebenheiten zu reagieren.



The illustration depicts a futuristic digital environment. On the left, a person in a yellow shirt and teal pants stands on a circular platform, interacting with several floating digital panels that display various data visualizations like charts and graphs. In the upper right, a yellow robotic arm is shown working on a curved, transparent structure. Below it, a microchip is connected to a data stream. At the bottom right, a yellow industrial building is shown with a 'SCANNING PROCESS' interface overlaid on it, featuring a checklist and a gear icon. The background is filled with abstract shapes and lines, suggesting a complex digital network.

# ERFOLGREICHE DIGITALISIERUNG MIT DIGITALEN ZWILLINGEN



## Aus Daten werden Prozesse

Die Demontage von Elektronikgeräten ist noch immer ein manueller Prozess. Altgeräte enthalten entweder Komponenten, die weiter genutzt werden können oder wertvolle Rohstoffe, die gewonnen werden könnten. Die manuelle Verarbeitung hat verschiedene Gründe. Es gibt eine hohe Produktvielfalt ab Werk, auch innerhalb von Produktgruppen, wie zum Beispiel bei Computern. Die Produkte können zudem durch Wartung oder Aufrüstung verändert worden sein. Auf diese Vielfalt kann ein Mensch mit Erfahrungswissen gut reagieren. Weiterhin spielt die Marktlage für Komponenten und Rohstoffe eine wichtige Rolle bei der Entscheidung, welche Komponenten des Produktes auf welche Weise demontiert und weiterverwertet werden. Eine automatisierte Lösung in diesem Bereich muss erweiterbar und anpassbar für neue Produkte sein. Das bedeutet, eine solche Demontageanlage muss hoch flexibel sein. Bisherige Ansätze zur automatischen Demontage von Elektronikgeräten bieten das nur in engen Grenzen. Eine Anlage wird in der Regel so gebaut und programmiert, dass sie eine gewisse Produktvarianz abdecken kann. Für jedes vorgesehene Produkt gibt es einen fest programmierten Ablauf, der dann ausgeführt wird.

Digitale Zwillinge von Produkten, Anlagen und Prozessen sind einer der Schlüsselfaktoren, um dieses starre und eingegrenzte Abarbeiten aufbrechen zu können. Das Fraunhofer IFF arbeitet daran, Daten von Produkten, Anlagen, Demontageprozessen, Erfahrungswissen von Mitarbeitenden und Marktdaten einheitlich in digitalen Zwillingen abzubilden und so zu vernetzen, dass hoch flexible, adaptive Anlagen betrieben werden können. Dabei werden diese unterschiedlichen Daten in einer Art Hülle, der sogenannten

Verwaltungsschale, erfasst und vernetzt. Die Verwaltungsschale (engl. Asset Administration Shell) wird durch einheitliche Datenstrukturen und Schnittstellen als standardisierter digitaler Zwilling beschrieben. Diese Schalen-Modelle unterteilen sich in einfachere Teilmodelle. Teilmodelle können zum Beispiel digitale Typenschilder, konkrete Fähigkeiten und Zustandsinformationen (zum Beispiel die aktuelle Position) sein.

Die Idee ist, dass eine Demontageabfolge nicht mehr fest in der Anlage programmiert sein muss. Stattdessen bringt das Produkt zusammen mit seinen herstellereigenen Informationen eine Demontageanleitung mit. Das wird zum Beispiel mit dem Digitalen Produktpass möglich sein. Nach der Identifizierung anhand des digitalen Typenschildes wird der Zustand des Produktes automatisiert begutachtet. Die allgemeine Demontageanleitung wird in eine Bewegungsplanung für die konkrete Anlage überführt. Das wird durch die Verwendung der digitalen Zwillinge des Produktes und der Anlage realisiert. Diese ermöglichen einen konsistenten Zugriff auf Modelldaten und Informationen spezifischer Anlagenkomponenten, zum Beispiel auf die Fähigkeiten und technischen Randbedingungen. Durch den Zugriff auf Marktdaten wird die Demontage automatisch so angepasst, dass ein optimaler Ertrag generiert wird. Verknüpftes Erfahrungswissen unterstützt bei der Anlagenbedienung oder fließt in die Optimierung der Demontage ein. Eine Optimierung wird dadurch möglich, dass der Verlauf der Demontageprozesse für jedes Produkt im Nachhinein auswertbar ist und Erkenntnisse auf die nächsten Produkte übertragen werden können.



««« KLICK HIER

## **Wissensmanagement in der Demontage: Erfahrungswissen als Erfolgsfaktor**

Um bei der Demontage von Elektro-Altgeräten flexibel auf Herausforderungen reagieren zu können, muss in vielen Situationen Erfahrungswissen angewendet werden. Digitale Zwillinge stellen sicher, dass auf dieses Wissen schnell, standardisiert und automatisiert zugegriffen werden kann. Im Falle der Demontage repräsentieren die digitalen Zwillinge die Altgeräte in der digitalen Welt. Sie enthalten relevante Daten, zum Beispiel die Materialzusammensetzung, die Struktur, sowie Details zu den Demontageprozessen. Neben diesen statischen Informationen, fließen auch dynamische Inhalte, das heißt durch Erfahrungswissen angereicherte Daten, in die digitalen Zwillinge, um zur kontinuierlichen Verbesserung der Demontageprozesse beizutragen.

### **1 Erfassung und Speicherung von Erfahrungswissen:**

Erfahrungswissen, das von Experten und aus früheren Demontageprozessen gewonnen wurde, wird systematisch in den Verwaltungsschalen gespeichert. Diese Informationen umfassen beispielsweise Details über besonders effiziente Demontagetechniken, häufige Probleme und deren Lösungen, sowie spezifische Anweisungen, wie bestimmte Bauteile am besten zu handhaben sind. Durch die Speicherung in den Verwaltungsschalen wird dieses Wissen für zukünftige Prozesse leicht zugänglich und anwendbar gemacht.

### **2 Dynamische Anpassung durch Erfahrungswissen:**

Die Verwaltungsschalen sind so gestaltet, dass sie nicht nur statische Daten enthalten, sondern auch dynamische Anpassungen basierend auf gesammelten Erfahrungen ermöglichen. Wenn beispielsweise während eines Demontageprozesses ein Problem auftritt, kann das System auf Erfahrungswissen zugreifen, das in der Verwaltungsschale gespeichert ist, um in Echtzeit alternative Vorgehensweisen vorzuschlagen. Diese adaptive Nutzung von Erfahrungswissen ermöglicht eine hohe Flexibilität und verbessert die Effizienz der Demontage.

### **3 Feedback-Schleifen zur kontinuierlichen Verbesserung:**

Nach jedem Demontageprozess werden neue Erkenntnisse und Erfahrungen gesammelt und in die Verwaltungsschalen zurückgeführt. Dieses Feedback-System sorgt dafür, dass das Erfahrungswissen ständig aktualisiert und erweitert wird. Zum Beispiel könnte ein unerwartetes Materialverhalten oder eine ungewöhnliche Verbindungstechnik während des Demontageprozesses festgestellt werden, woraufhin die Verwaltungsschale mit diesen neuen Erkenntnissen aktualisiert wird. Diese Rückkopplungsschleifen sorgen dafür, dass zukünftige Demontageprozesse von den gewonnenen Erfahrungen profitieren und immer effizienter werden.

### **4 Nutzung von Erfahrungswissen zur Schulung und Wissensweitergabe:**

Die Verwaltungsschalen können auch als Schulungsressource genutzt werden, um neuen Mitarbeitenden oder Systemen das gesammelte Erfahrungswissen zur Verfügung zu stellen. Dies ist besonders wertvoll in einem Umfeld, das eine schnelle Anpassung und Weiterbildung erfordert. Durch die Integration des Erfahrungswissens in die Verwaltungsschalen wird sichergestellt, dass wertvolles Know-how nicht verloren geht, sondern kontinuierlich genutzt und weitergegeben wird.

Die Speicherung und Nutzung von Erfahrungswissen in digitalen Zwillingen ermöglicht es, die Demontageprozesse von Altgeräten nicht nur effizienter und flexibler zu gestalten, sondern auch kontinuierlich zu verbessern. Durch die systematische Erfassung, Speicherung und Anwendung von Erfahrungswissen wird ein adaptives System geschaffen, das sich stetig weiterentwickelt. Dies trägt erheblich dazu bei, die Ziele der Kreislaufwirtschaft zu erreichen, indem es die Prozesse optimiert und das Wissen für zukünftige Anwendungen bewahrt und ausbaut.



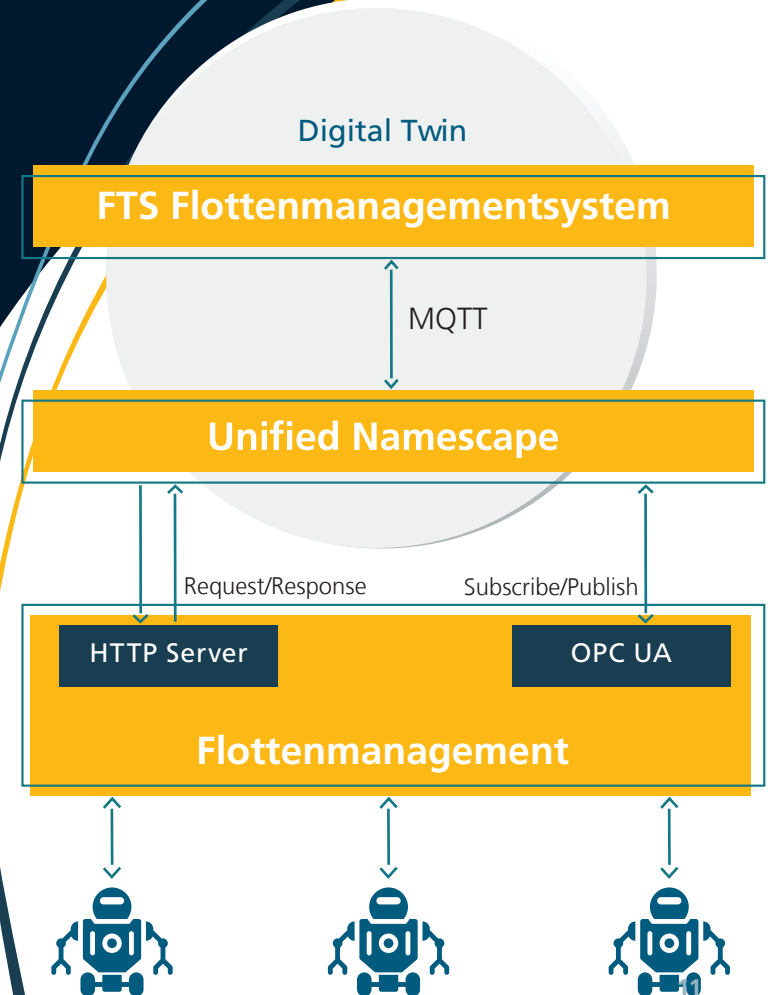
««« KLICK HIER

## Digitaler Zwilling für FTS-Flottenmanagement-Systeme

Fahrerlose Transportsysteme (FTS) werden in Produktionsumgebungen immer wichtiger. Zur Integration eines solchen FTS mit einer Vielzahl unterschiedlicher Fahrzeugtypen müssen die Betriebsdaten aller Fahrzeuge standardisiert bei einem übergeordneten Leitsystem abzurufen sein. Zum einem, um dieses System beispielsweise mit einem Manufacturing Execution System (MES) koppeln zu können und zum anderen, um mechanische und elektrische Betriebsparameter für die Instandhaltung zu erfassen. Beispiele dafür sind die Position jedes einzelnen FTF, die Beladung, die aktuelle Batteriekapazität und den Kilometerstand seit der letzten Wartung.

Oft beschreibt die Dokumentation des Herstellers eine spezifische Schnittstelle (API), mit der Transportaufträge an das FTS gesendet werden. Für die Kopplung an ein MES System müssen daher eine Vielzahl herstellerspezifischer Schnittstellen implementiert werden. Die Lösung besteht in einer standardisierten Schnittstelle für alle Hersteller. Im konkreten Fall fiel die Entscheidung auf die Entwicklung eines OPC UA Servers für das Flotten-Management-System. Dieser Server stellt die relevanten Daten eventbasiert zu Verfügung. Das bedeutet, dass der Server immer den Datensatz aktualisiert, wenn sich ein Parameter verändert hat. Zur Strukturierung der Datensätze wurde ein digitaler Zwilling für Flotten-Management-Systeme entwickelt. Dieser digitale Zwilling speichert alle Daten zentral in einer standardisierten Form und wird als eine »Single-Source of Truth« bezeichnet. So können alle Daten semantisch beschrieben werden.

Die Instandhaltung kann durch den digitalen Zwilling alle erforderlichen Daten problemlos erhalten. Dies ermöglicht eine schnelle und unkomplizierte Integration. Die Daten des digitalen Zwillings werden in einer Zeitreihendatenbank gesichert um spätere Analysen und Simulationen zu ermöglichen.



# BINDEN SIE IHRE MASCHINEN UND ANLAGEN AN DIE DIGITALE WELT AN

Die digitale Transformation der Produktionsprozesse bietet die Möglichkeit, Effizienz und Robustheit zu steigern. Durch die Analyse gesammelter Daten lässt sich die Produktion unter Berücksichtigung verschiedener Optimierungsfaktoren planen und steuern. Hierzu zählen beispielsweise saisonale Nachfrageschwankungen, die Lieferzeiten von Zulieferern oder die Verfügbarkeit von Maschinenkapazitäten. Die Erfassung von Echtzeitdaten verbessert die Transparenz über den Status einzelner Maschinen sowie der gesamten Produktionslinie. Zukünftig wird die Digitalisierung eine wesentliche Grundlage für umfassende KI-gestützte Analysen bilden, um die Beziehungen zwischen Ursachen und Wirkungen besser zu verstehen. Dies ermöglicht es, gezielte Verbesserungen in der Produktion abzuleiten.

Die meisten Anlagen und Maschinen stellen bereits viele Daten zur Verfügung, die darauf warten abgerufen zu werden. Zusätzlich können Daten durch autarke Sensorboxen zentral erfasst werden. Mit einheitlichen und standardisierten Schnittstellen können schnell eine Vielzahl von Sensoren angeschlossen und genutzt werden. Zustandsbestimmungen von Baugruppen und Werkzeugen, die Bestimmung des Materialtyps, Qualität, Gewicht oder Farbe sowie die Positionsbestimmung und Bewegungserkennung von mobilen Objekten werden so einfach und schnell möglich.

## Strukturieren Sie Ihren Datenraum

Mit Hilfe von digitalen Zwillingen sind Sie in der Lage, Ihren Datenraum zu strukturieren. Standardisierungen wie ISA-95 oder ISA-88 helfen dabei dies sinnvoll zu tun und Interoperabilität sicherzustellen. Die Verwaltungsschale hilft als standardisierter digitaler Zwilling dabei, dass Systeme interoperabel sind und miteinander kommunizieren können. Mit Hilfe von diskriminierungsfrei zugänglichen semantikregistern können Sie die Bedeutungen aller Werte nachschlagen. Damit werden Verwechslungen von Informationen – auch über Unternehmensgrenzen hinaus – verhindert.

## Sichern Sie Erfahrungswissen

Das Wissen Ihrer Mitarbeitenden ist das wertvollste Kapital im Unternehmen. Mit Hilfe von Wissensmanagementsystemen lässt sich Erfahrungswissen dokumentieren. Auch hier ist es wichtig, dass das Wissen schnell abrufbar ist. Dabei bieten digitale Zwillinge einen Vorteil, indem diese das Wissen strukturieren und für andere Systeme leicht zur Verfügung stellen.

Darüber hinaus können KI-Anwendungen anhand historischer Daten lernen, warum welche Entscheidung getroffen worden ist und darauf basierende Empfehlungen geben. Dies setzt voraus, dass alle wesentlichen historischen Daten verfügbar und maschinenlesbar sind.

## Nutzen Sie künstliche Intelligenz da, wo es Sinn ergibt

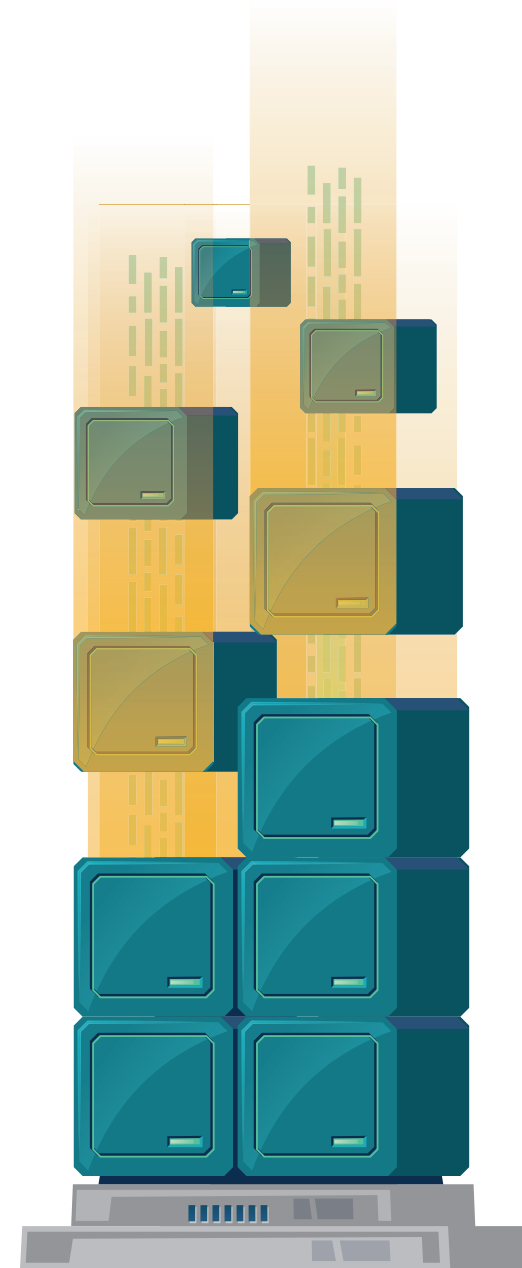
Unternehmen entscheiden sich immer öfter KI in Produktionssystemen zu verwenden. Es gibt auch vielerlei Beispiele sinnvoller KI-Anwendungen: Qualitätsmanagement, Produktionsplanung und -steuerung, Supply Chain Management oder vorausschauende Instandhaltung. Insbesondere komplizierte Zusammenhänge verschiedener Daten sind für KI lösbar. Dabei sind die Lösungen immer nur so gut wie die zur Verfügung gestellten Daten. Dass diese qualitativ hochwertig sind können Sie mit digitalen Zwillingen sicherstellen.

# MIT DIGITALEN ZWILLINGEN WERTVOLLE DATEN NUTZEN

Die Herausforderungen der Digitalisierung in der Produktion sind vielfältig und komplex. Die Integration neuer Maschinen und Anlagen erfordert neben dem erheblichen manuellen Aufwand auch eine durchdachte Anbindung an bestehende Systeme. Oftmals bleiben wertvolle Maschinendaten ungenutzt, was das Potenzial zur Effizienzsteigerung und Widerstandsfähigkeit in der Produktion mindert. Um aus den vorhandenen Daten Wissen zu extrahieren, bedarf es einer strukturierten Vorgehensweise, die von der Signalaufnahme über die korrekte Dateninterpretation bis hin zur gezielten Handlung reicht.

Digitale Zwillinge helfen dabei die Massen an Produktionsdaten sinnvoll zu strukturieren und die Kommunikation zwischen Maschinen und übergeordneten Systemen sicherzustellen. Mit diesen Technologien werden wertvolles Erfahrungswissen konserviert und die Effizienz der Produktion nachhaltig gesteigert. Die digitale Transformation ist eine technische Herausforderung und darüber hinaus eine strategische Notwendigkeit, um die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern und den Anforderungen der Zukunft gerecht zu werden.

Die Implementierung von digitalen Zwillingen und einheitlichen Schnittstellen fördert die Interoperabilität und erleichtert den Austausch von Informationen zwischen verschiedenen Systemen. Dies eröffnet neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit und Innovation. Der Grundstein für eine intelligente und resiliente Produktion wird gelegt, indem Erfahrungswissen von Mitarbeitenden systematisch dokumentiert und durch KI-Anwendungen ergänzt wird. Nutzen Sie diese Technologien, um Ihre Prozesse zu optimieren und Ihre Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig zu steigern. In der digitalen Zukunft werden Unternehmen, die ihre Daten effektiv nutzen, klar im Vorteil sein.



## Kontakt

Sandtorstraße 22  
39106 Magdeburg, Deutschland  
Telefon +49 391 4090-0  
Fax +49 391 4090-596  
ideen@iff.fraunhofer.de



## Kontaktperson

Johannes Mäule  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Menschzentrierte Arbeitssysteme

Tel. +49 391 4090-820  
johannes.maeule@iff.fraunhofer.de

## An der Umsetzung dieses Whitepapers wirkten außerdem mit:

Dipl.-Ing. Eric Bayrhammer  
Dipl.-Ing. Nils Brauckmann  
Dr.-Ing. Christian Richter  
M.Sc. Mathias Vorbröcker  
Dr. rer. nat. Marina Zempeltzi

## Redaktion

Dr.-Ing. Pio Alessandro Lombardi  
Dr. rer. nat. Marina Zempeltzi  
M.Sc. Niels Schmidtke  
Dr. rer. nat. Aida Hajizadeh  
Anita Fricke, M.A.

## Grafik/Layout

Maral Hanna-Luft  
Bettina Rohrschneider