

Potential richtig nutzen

Wertschöpfungs-Reise des digitalen Zwillings in einer Smart Factory

Der digitale Zwilling ist einer der am häufigsten benutzten Begriffe im Umfeld digitaler Transformation und der Industrie 4.0. Fragt man aber nach, was darunter eigentlich zu verstehen ist, erhält man beliebige Antworten. Die Häufigste ist der Bezug zum 3-D-Modell des Produktes. Darauf aufbauend Anwendungen der virtuellen/erweiterten Realität für Instandhaltung und Service. Dabei liegen, wie bei einem Eisberg, 90 % der Daten und Prozesse, die einen digitalen Zwilling repräsentieren, häufig nicht im Blick der Beteiligten. Wie sieht also eine ganzheitliche Perspektive über Wertschöpfungsstufen und Systemgrenzen hinweg aus?

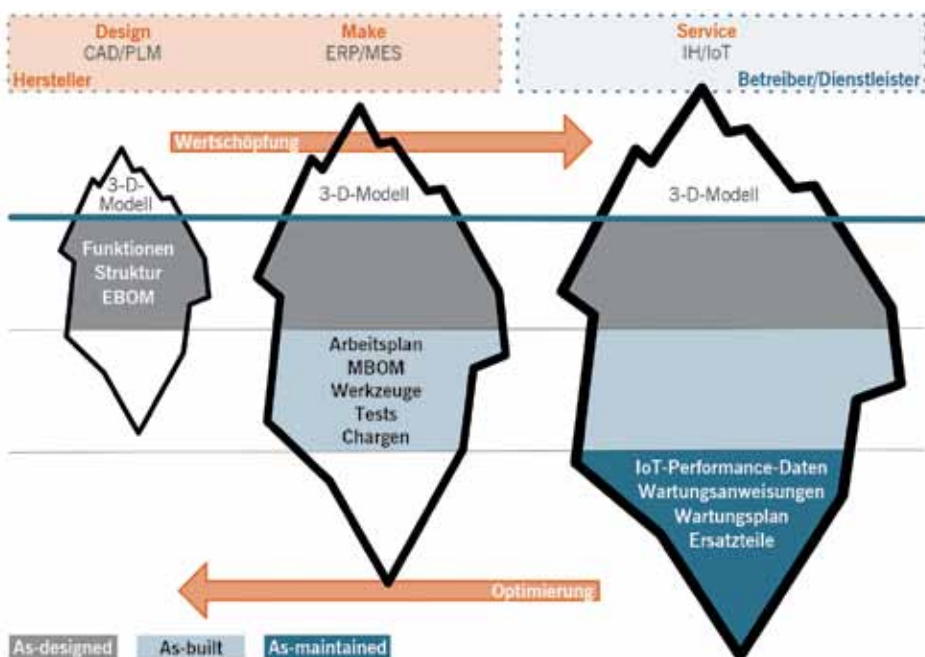
Entgegen dem Eisberg ist eine typische Eigenschaft des digitalen Zwillings, dass er mit zunehmendem Alter – in diesem Fall Lebenszyklus – immer umfangreicher wird und durch neue Daten an „Masse“ gewinnt. Die Historie der Daten macht ihn immer wertvoller und ist letztlich die Voraussetzung für neue digitale Anwendungen und Geschäftsmodelle. Die versprochenen Wettbewerbsvorteile und Effizienzgewinne einer Smart Factory werden ohne ein integriertes Management des digitalen Zwillings nicht zu erreichen sein.

Gefangen im Silo der Systeme

Betrachtet man stark vereinfacht

- Design
- Make
- Service

als Wertschöpfungsstufen, so stehen auf jeder Stufe entsprechende IT-Systeme bereit. Im Bereich Design: die CAD/PLM-Systeme, im Make: ein ERP und MES sowie im Service: die Instandhaltungssysteme. Entlang dieser Kette werden eigene Datenmodelle und Instanzen von digitalen Zwillingen in den IT-Systemen erzeugt. Trotz der Bemühungen um offene Standards, dominieren viele herstellereigenspezifische Formate und Varianten, sodass z. B. beim Übergang von einer Stufe auf die andere, viele Daten verloren gehen oder manuelle Datenpflege betrieben werden muss. Diese Art der IT-technischen Verschwendung galt als unvermeidlich. Da auch organisatorisch Grenzen übersprungen werden, fühlte sich jede Abteilung komfortabel in ihren Grenzen. Viele gut gemeinte Digitalisierungsprojekte fügen jetzt mit Cloud- und IoT-Systemen eine schnell wachsende Schatten-IT hinzu,



1 Digitaler Zwilling: Add- und ReUse-Prinzip über den Wertschöpfungsprozess

Quelle: Trebing & Himstedt Prozeßautomation GmbH & Co. KG

die die Vielfalt inkompatibler digitaler Zwillinge schnell unübersehbar werden lässt.

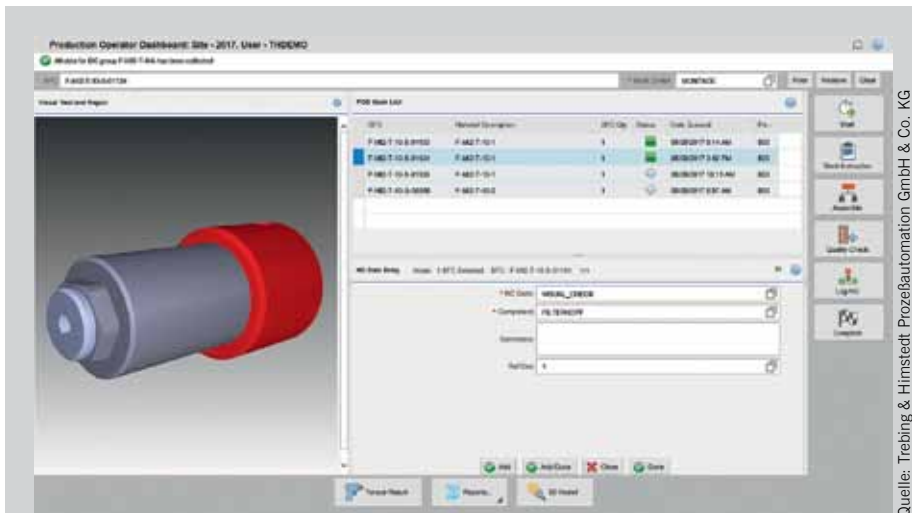
Die Rolle im Produktionssystem 4.0

Über viele Jahre wurden Prozesse in der Produktion nach Lean-Prinzipien optimiert und funktionieren weitgehend ohne digitalen Zwilling. Der Fokus lag auf dem ununterbrochenen, getakteten, verschwendungsfreien Produkt- und Materialfluss. Papier (z. B. der Laufzettel) ist dabei immer noch der Träger aller wesentlichen Informationen, auch wenn punktuell, z. B. CNC-Systeme, unterstützen. Die typischen Tätigkeiten in der Arbeitsvorbereitung, Produktion und im Service, wie das Aufbereiten der Auftragsdaten, das Ausdrucken und Verteilen der Auftragsdokumente, das Erfassen von Daten in IT-Systemen – all dies sind typische Vorgänge, die nicht wertschöpfend sind. Das Produktionssystem 4.0 ist durch die Fähigkeit gekennzeichnet, individuelle Produkte, bei schwankender Nachfrage dem Kunden mit minimaler Durchlaufzeit bereitzustellen. Takt und Band verlieren an Bedeutung und werden durch flexible Produktionsmodule ersetzt. Typische Designmerkmale eines Produktionssystems 4.0 sind:

- Durchlaufzeit „Same Day“ für alle Produkte
- Rüstzeit „Null“
- flexible Produktionsmodule auf denen „jedes“ Produkt gefertigt werden kann
- papierlose Produktion

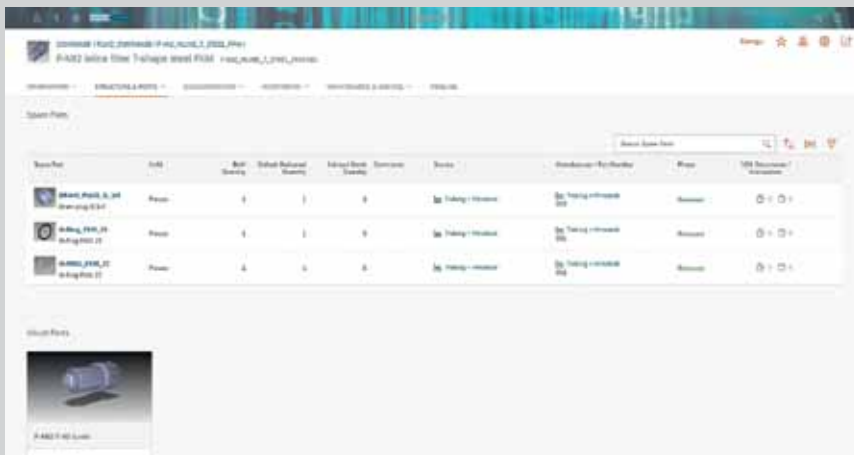
keine ungeplanten Stillstände und Störungen. Diese extremen Prinzipien zeigen den Weg auf, um die Effizienzgewinne der Zukunft erreichen zu können. Wertschöpfungssteigerungen von 30 bis 50 % der Gesamtleistung werden in diversen Studien als Potential ausgewiesen. Diese Ziele werden aber nur erreicht, wenn der digitale Zwilling ein integraler Bestandteil und Kern des Produktionssystems 4.0 by Design ist. Er ist der wesentliche Schlüssel der Optimierung und des Effizienzgewinns. Welche Design-Prinzipien gelten, damit diese Ziele erreicht werden können?

- Ein digitaler Zwilling wird für das für Produkt und die Produktionsanlage benötigt.
- Es braucht ein kompatibles Datenformat zwischen Anlagen- und Produktmodell, das den Produktionsprozess digital abbilden kann (Thing-Core-Model).
- Stammdaten, egal ob produkt- oder anlagenspezifisch, müssen standardisiert, zentral gepflegt bzw. synchronisiert werden.
- Über alle Wertschöpfungsstufen ist der digitale Zwilling wiederzuverwenden (ReUse) und mit Daten anzureichern (Add): Add- & ReUse-Prinzip (Bild 1).



Quelle: Trebing & Himstedt Prozessautomation GmbH & Co. KG

2 Der digitale Zwilling wird im MES angereichert – Beispiel SAP ME



Quelle: Trebing & Himstedt Prozessautomation GmbH & Co. KG

3 Der digitale Zwilling im Asset-Netzwerk – Beispiel SAP AIN

Digitale Zwillinge müssen über Hersteller-, Betreiber- und Servicepartner-Grenzen hinweg im Netzwerk über ein offenes Thing-Modell austauschbar und erweiterbar sein. Werden diese Prinzipien des integrierten digitalen Zwillings als zentrales Designelement in der Unternehmensarchitektur angewendet, können alle Prozesse entlang der Wertschöpfung verschwendungsfrei aufgebaut werden. Daten, die einmal erstellt wurden, stehen nachfolgenden Schritten zur Verfügung und können für Prozesse und Applikationen genutzt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, ist ein konsequentes, interdisziplinäres Prozess- und Stammdatenmanagement in der Organisation als Kultur zu entwickeln.

Wertschöpfung ohne Verschwendung

Werden die Grundregeln des Umgangs mit dem digitalen Zwilling verstanden, erschließen sich zahlreiche Potentiale, um die Verschwendung auf nahe Null zu reduzieren. Beispiele

dafür sind die papierlose Produktion und die elektronische Werkerführung. Bei der automatisierten oder manuellen Montage benötigt es neben der Stückliste immer eine spezifische Arbeits- bzw. Prüfanweisung. Heute werden die Anweisungen pro Produktvariante manuell in einem Editor erstellt, ausgedruckt oder als PDF am Terminal bereitgestellt. Alle Daten liegen aber i. d. R. bereits elektronisch vor und können nur nicht automatisiert zusammengeführt werden. Wird die Idee des digitalen Zwillings angewendet, werden die Konstruktionsdaten (z. B. PLM) mit den ERP-Daten vereint. Das Produktionsleitsystem (Manufacturing Execution System; MES) wird dann zum Nutzer der Daten für die Arbeitsanweisungen, z. B. für die schrittgenaue Darstellung mit 3-D-Modell und Animation (Bild 2).

Zusätzliche werden für Werkzeuge oder Prüfstände Maschinenparameter benötigt. Diese können am digitalen Zwilling des Produktes im Enterprise-Resource-Planning (ERP) gepflegt, ans MES weitergeleitet und dann auf Basis offener Standards wie OPC Unified

Architecture technisch in Echtzeit an die Maschine übertragen werden. Auch hier entfällt die doppelte Datenpflege und Verteilung.

Ein Beispiel aus dem Bereich Instandhaltung ist der Fall visueller Wartungsanweisungen mit Hilfe von „Augmented Reality“. Sobald das Bauteil mit einem QR-Code identifiziert ist, werden dem Instandhalter Informationen zum Zustand und zur Wartung eingeblendet. Das angereicherte Datenset des digitalen Zwillings bietet dabei folgende zusätzliche Informationen:

- das 3-D Modell und die Strukturinformationen aus der Geburtsphase des Objektes (CAD, PLM, As-Designed)
- die Stücklisten und Komponenteninformationen (As-Built) aus dem ERP und MES
- die Wartungshistorie (As-Maintained) sowie
- die Betriebsdaten (z. B. IoT-Real-Time-Performance-Daten)

Das alles basiert über Systemgrenzen hinweg auf dem Thing-Core-Modell und auf dem Add-&-ReUse-Prinzip für den digitalen Zwilling. Dieser Anwendungsfall zeigt, dass der Nutzen am Ende der Wertschöpfung immer größer wird. Kann man aber nicht auf einen integrierten Prozess zurückgreifen, wird der Aufwand immer höher für die Einführung eines solchen Prozesses. In diesem Anwendungsfall wird auch die Notwendigkeit von unternehmensübergreifenden Asset-Netzwerken deutlich, da der digitale Zwilling die Unternehmensgrenze des Herstellers verlassen hat und der Betreiber die Daten nutzen möchte (Bild 3). Ist dieser Austausch nicht möglich, müsste der Betreiber das gleiche Modell nochmals aufwendig erstellen und pflegen, ohne dass insgesamt ein Mehrwert entsteht.

Fazit

Diese beiden Beispiele sind nur ein kleiner Ausschnitt von Anwendungsfällen, die den digitalen Zwilling benötigen. Die smarte Fabrik gelingt nur mit dessen Management, in seiner Vielfalt über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Der Weg über viele kleine IT-Systeme lässt das Maß der Verschwendung nur anwachsen und führt zur Inflexibilität. Leider scheint die Vielfalt der Apps und die versprochene schnelle Einführung vielen Akteure sehr verlockend zu sein. Aber an einem integrierten, leistungsstarken Backend (Digital Core) kommt kein Unternehmen vorbei. Auf diesem Backend aufbauend kann die Welt der Apps durchaus leicht und produktiv genutzt werden. Spätestens bei datengetriebenen Geschäftsmodellen, die eine nutzungsorientierte Vergütung (Pay-per-use) anstreben, ist der digitale Zwilling eine zwingende Voraussetzung.

S. Himstedt