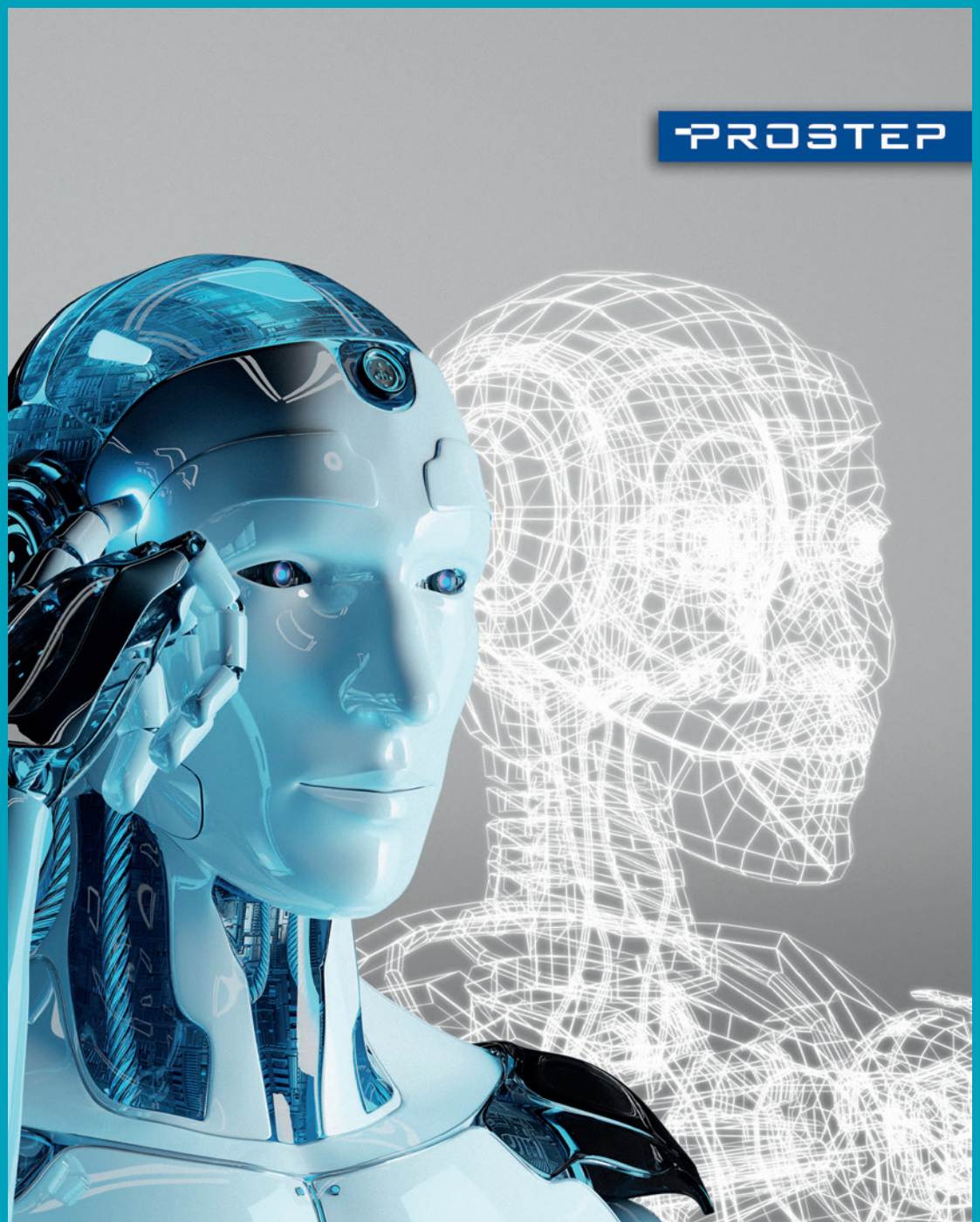


ZWF

Zeitschrift für
wirtschaftlichen
Fabrikbetrieb

Kein Digital Twin ohne digitale Durchgängigkeit

Lars Wagner, Hamburg



Kein Digital Twin ohne digitale Durchgängigkeit

Lars Wagner, Hamburg

Unter dem Digital Twin versteht man das digitale Abbild eines physischen Objekts oder Systems, das ein Produkt bzw. eine Produktionsanlage, aber auch ein Prozess sein kann. Er verbindet digitale Planungs- und reale Produkt- bzw. Produktionswelt über ein theoretisches Datenkonstrukt, ohne dafür alle Daten in einer zentralisierten Datenbankstruktur zusammenführen zu müssen. Der Digital Twin dient heute im Wesentlichen dazu, den Menschen einen besseren Einblick in das System und dessen Zustand bzw. Verhalten zu geben. Visionäres Ziel ist es jedoch, durch digitale Algorithmen ein sich autonom steuerndes System im Sinne von Industrie 4.0 zu erreichen.

Wie vollständig der Digital Twin die Realität abbilden muss, hängt vom Anwendungsfall ab. Es gibt nämlich nicht den einen Digital Twin, sondern je nach Anwendungsfall bzw. der Lebenszyklusphase viele Ausprägungen, die idealerweise alle aus einem Digital Thread abgeleitet werden können. Die Übergänge sind dabei fließend. Während der Digital Service Twin die direkte, digitale Abbildung eines realen Objekts oder Assets ist, um Services wie Instandhaltung, Predictive Maintenance, Updates oder Retrofit-Maßnahmen unterstützen zu können, ist der Digital Product Twin die digitale Abbildung aller Produktinstanzen und dient zur Analyse produktbezogener Optimierungsmöglichkeiten im Sinne der Produktentwicklung und einer Verbesserung aller existierenden und zukünftigen Produktinstanzen. Der Digital Manufacturing Twin ist vor allem ein Werkzeug für die Planung, Steuerung und Optimierung der abgebildeten Produktionsprozesse (Bild 1).

Digital Twins bieten die Möglichkeit, das Verhalten von physischen Assets – seien es Schiffe, Autos oder Fabrikanlagen – zu simulieren, sie im laufenden Betrieb zu überwachen und durch die Rückkopplung der Betriebsdaten kontinuierlich zu verbessern. Die Daten und Modelle aus der Entwicklung bilden den Kontext, in dem die Betriebsdaten korrekt interpretiert werden können. Ihre Twin-gerechte Aufbereitung und Bereitstellung ist deshalb eine wesentliche Voraussetzung für den Einsatz von Digital-Twin-Anwendungen.

Die funktionalen Zusammenhänge eines Produkts oder einer Produktionsanlage werden ausgehend von den Kundenanforderungen und unter Berücksichtigung einer Vielzahl an gesetzlichen Vorgaben in der Produktplanung und -entwicklung festgelegt. Ohne Kenntnis dieser Zusammenhänge lassen sich die Betriebsdaten, die das reale Asset in seinem späteren Produktleben erfasst und bereitstellt, nicht korrekt interpretieren. Wenn man nicht weiß, wie eine Maschine oder Anlage eigentlich funktionieren soll, kann man die Ursachen von Abweichungen von diesem Sollzustand bzw. -verhalten nicht zweifelsfrei identifizieren und entsprechende Gegenmaßnahmen treffen – sei es eine vorbeugende Wartungsmaßnahme oder eine Optimierung der betroffenen Komponenten im Sinne des Closed Loop Engineerings.

Durch die Erfassung und Auswertung der Signale eines Sensors, der zum Beispiel die Vibrationen an einer Achse misst, lässt sich natürlich auch ohne Kenntnis der Entwicklungsgeschichte die Abnutzung eines Lagers vorhersagen und eine Wartungsmaßnahme einleiten. Interessant wäre aber zu wissen, warum das Lager ausfällt, ob es für die Belastung zu schwach ausgelegt wurde und warum,

welche anderen Maschinen von dem Problem betroffen sein könnten oder ob es vielleicht eine Häufung von Ausfällen bei Komponenten eines bestimmten Zulieferers gibt. Solche Zusammenhänge lassen sich durch eine direkte Verbindung zu den digitalen Planungsdaten auf Anhieb erkennen, ohne sie anhand von meist noch papierbasierten Unterlagen aufwendig rekonstruieren zu müssen. Diese direkte Verbindung zu den Entwicklungs- und Planungsdaten, die die Entstehungsgeschichte des realen Assets beschreiben, wird als Digital Thread bezeichnet. Im Deutschen wird Digital Thread auch mit Digitaler Durchgängigkeit im Sinne der Produktinformationen übersetzt.

Digital Thread als Grundlage

Der Digital Thread ist nach dem Verständnis von PROSTEP der „rote Faden“, der prozess- und IT-systemübergreifend die Informationen einer realen Produktinstanz digital miteinander verknüpft (Bild 2). Er beschreibt sozusagen die Entstehung dieser Produktinstanz mit allen relevanten Entscheidungen und Ereignissen. Dies ermöglicht zum einen, alle Informationen aus dem Lebenszyklus der Produktinstanz bzw. des realen Assets zu-



Bild 1. Anwendungsfälle zum Digital Twin (Quelle: PROSTEP)

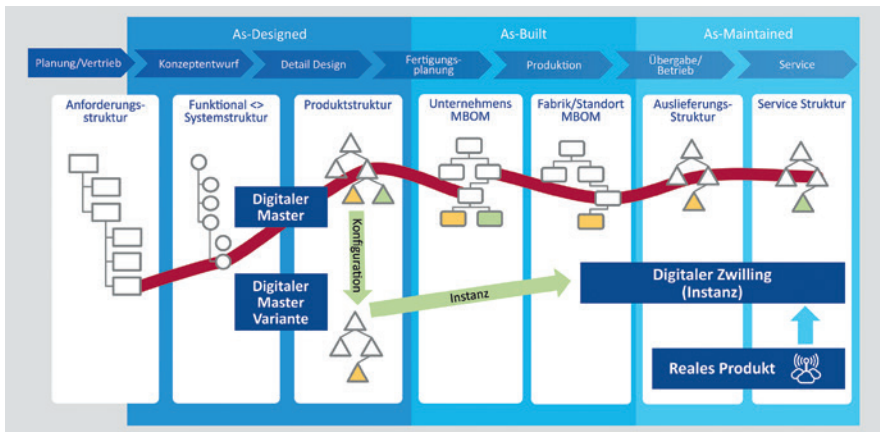


Bild 2. Der digitale „rote Faden“ - Digital Thread (Quelle: PROSTEP)

sammenzuführen und bildet so die Grundlage für die Entstehung eines Digital Twins. Ohne Digital Thread kann man den digitalen Zwilling manuell nachbauen, aber nicht oder nur schwer auf dem aktuellen Stand halten. Zum anderen ermöglicht die Rückverfolgbarkeit entlang des Digital Threads, Entscheidungen in der Entwicklung und Fertigung zu hinterfragen sowie Optimierungspotenziale in Verbindung mit den Betriebsdaten aus dem realen Leben des Assets zu identifizieren.

Grundlage für die automatische Zusammenführung der Informationen ist die Erstellung eines Informationsmodells, das alle relevanten Informationsobjekte und ihre Verbindungen abbildet. Man muss sich das wie eine Landkarte vorstellen, mit deren Hilfe sich die Brüche in den Informationsflüssen identifizieren und beseitigen lassen. Das Informationsmodell wird unabhängig von der aktuellen IT-Bebauung erstellt, kann aber dann auf die bestehenden IT-Systeme abgebildet werden. Zugleich dient es als Orientierung für einen eventuell erforderlichen Umbau der PLM-Architekturen mit Blick auf den Digital Thread.

Die digitale Durchgängigkeit wird heute dadurch erschwert, dass sich die Produktdaten der einzelnen Disziplinen über eine Vielzahl von Datensilos (z. B. TDM-, PDM-, ALM-, ERP-Systeme) verteilen und in unterschiedlichen Strukturen verwaltet werden. Konstruktions-, Fertigungs- und Service-Stückliste bilden unterschiedliche, oft voneinander unabhängige Sichten auf das Produkt ab, die ohne Medienbrüche ineinander überführt werden müssen. Ein wesentlicher Bestandteil des Informationsmodells muss daher die Beschreibung der erforderlichen Produktstrukturen in einem ganzheitlichen Produktstrukturmodell sein. Dieses ganz-

heitliche Produktstrukturmodell dient dazu, IT-systemübergreifende Prozesse und deren Informationsflüsse zu unterstützen, um Redundanzen und Informationsbrüche zu vermeiden.

Management der Produktkonfigurationen

Aus PLM-Sicht ist der Startpunkt des digitalen Zwillings eine bestimmte Konfiguration des Produkts oder Produktionssystems, zum Beispiel das Asset im ausgelieferten Zustand. Dazu gehören nicht nur Mechanik-, Elektrik/Elektronik- und Software-Komponenten, sondern vielleicht auch servicerelevante Informationen, wie z. B. die Lebensdauer bestimmter Komponenten. Diese Informationen manuell zusammenzuführen und zu pflegen, ist aufwendig und fehleranfällig, zumal sich die Konfiguration im Laufe des Produktlebens verändert, sei es durch Software-Updates oder andere Maßnahmen im Rahmen der

Wartung oder Weiterentwicklung des Assets. Die Erwartung an heutige PLM-Systeme ist, die Konfiguration für den Digital Twin automatisch ausleiten und aktuell halten zu können.

Um eine Konfiguration des Produkts entlang des IT-systemübergreifenden Produktstrukturmodells zu erzeugen, ist der Einsatz einer leistungsfähigen PLM-Integrationsplattform mit Konnektoren zu allen beteiligten IT-Systemen erforderlich, die das Struktur-Mapping unterstützt. Als systemneutrale Zwischenschicht ermöglicht sie die Koexistenz verschiedener IT-Systeme und schafft die Voraussetzung dafür, die Informationen aus den einzelnen IT-Systemen in einer dem Digital-Thread-Konzept entsprechenden Weise zusammenzuführen. PROSTEP spricht hier vom Konzept des Configuration Lifecycle Managements (CLM), das es ermöglicht, zeitlich gültige Sichten auf das Produkt über IT-Systemgrenzen hinweg zu erzeugen und die Produktkonfigurationen über alle Phasen des Produktlebenszyklus hinweg zu managen (Bild 3).

Wesentliche Funktion des CLM ist es, die verschiedenen Sichten auf das digitale Produktmodell im Laufe des Lebenszyklus zu erzeugen, konsistent zu halten und ihre zeitliche Gültigkeit zu dokumentieren. Dazu bedient es sich system- und disziplinübergreifender Baselines. Diese Baselines dokumentieren den Zustand der Konfiguration zu einem bestimmten Zeitpunkt oder Reifegrad und steuern damit auch die Repräsentation des Digital Twin. Sie versetzen Unternehmen in die Lage, zu jedem Zeitpunkt im Prozess sofort und zuverlässig die Frage zu beantworten, ob und wie das Produkt oder Asset die an

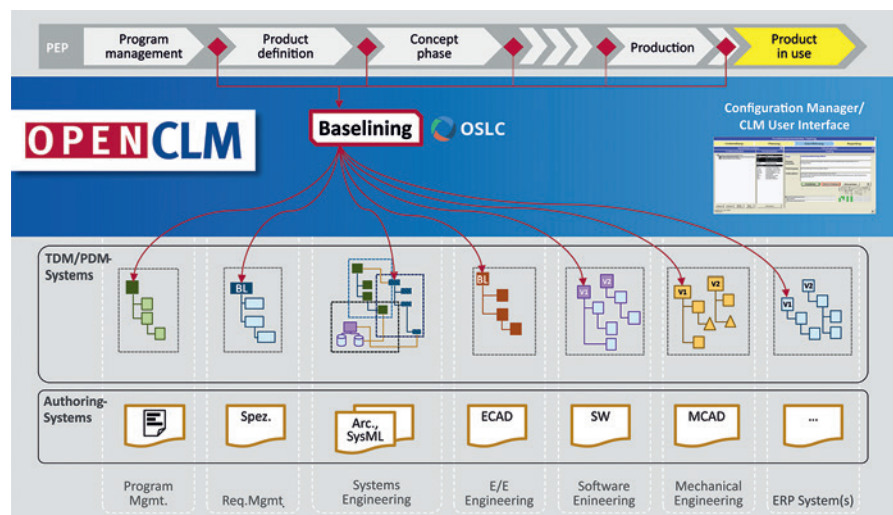


Bild 3. Configuration Lifecycle Management (Quelle: PROSTEP)



dieses gestellten Anforderungen erfüllt oder in welchem Zustand das Asset zu einem definierten Zeitpunkt war, zum Beispiel welche Produktkonfiguration an den Kunden ausgeliefert wurde.

CLM bedient sich der Produktstruktur und der Klassifizierung und Konfiguration der Produktdaten, zum Beispiel durch Attribute und berechenbare Werte wie Einsatz- oder Entfalldatum, Seriennummer oder logische Bedingungen, um die Produktdaten zu sortieren, zu filtern und miteinander zu kombinieren. Die Informationen aus den benutzten Autoren-systemen bzw. den datenverwaltenden Systemen werden unter Nutzung vorhandener Integrationen und moderner Techniken der Daten-Verlinkung in einem virtuellen Datenmodell zusammengeführt. Je nachdem, welche Kriterien der Anwender auswählt, bekommt er in seiner Baseline unterschiedliche Ergebnisse bereitgestellt. Sie lassen sich direkt mit den Informationen in den Datenquellen verknüpfen, sodass sie mit den gewünschten Merkmalen wie Reifegrad, Datum der letzten Änderung, Verantwortlichkeit angezeigt und auch mit anderen Projektergebnissen verglichen werden können.

Unternehmensübergreifende Collaboration

In Branchen wie dem Maschinen- und Anlagenbau oder dem Schiffbau stehen die Unternehmen vor der Herausforderung, dass der Hersteller, der den Digital Twin aufbaut und bereitstellt, nicht notwendigerweise der Betreiber und Nutzer ist, der ihn mit Betriebsdaten füttert. Sowohl die digitalen Daten als auch die Betriebsdaten oder zumindest ein Teil davon müssen also unternehmensübergreifend ausgetauscht und synchronisiert werden, um den digitalen Zwilling auf dem aktuellen Stand zu halten und die Betriebsdaten für die kontinuierliche Verbesserung der realen Asset nutzen zu können. Fragen wie Datensicherheit, Schutz des geistigen Ei-

gentums und Eigentümerschaft der Daten spielen deshalb bei Aufbau und Nutzung einer Digital-Twin-Anwendung eine ganz zentrale Rolle.

Immer mehr Kunden verlangen heute von ihren Lieferanten, dass sie zusammen mit den physischen Assets digitale Daten und Modelle für die Unterstützung von Digital Twin-Anwendungen ausliefern. Mithilfe von CLM lassen sich nicht nur die bereitgestellten Informationsumfänge steuern, sondern auch der Detaillierungsgrad der Informationen und die Formate, in denen sie bereitgestellt werden. Sie können weitgehend automatisiert zusammengetragen und dem Kunden als Datenpaket zum Beispiel im 3D-PDF-Format zur Verfügung gestellt werden.

Um die digitale Durchgängigkeit bei der Zusammenarbeit über Unternehmensgrenzen hinweg aufrechtzuerhalten, müssen sich die Austauschpartner zunächst einmal über den Umfang der auszutauschenden Informationen verständigen und gemeinsame Standards für den Umgang mit diesen Informationen vereinbaren. Die zentrale Frage aber ist, wo der Digital Twin leben soll? Nach Überzeugung von PROSTEP ist es zweckmäßig, dafür eine gemeinsame Collaboration-Plattform einzurichten, die Teil des Informationsmodells wird. Sie bietet die Möglichkeit, dem Kunden schon im laufenden Entwicklungsprozess die Informationsumfänge bereitzustellen, die er für den Aufbau seiner Digital Twin-Anwendung benötigt, und Änderungen im laufenden Betrieb bei Bedarf auch wieder mit den Mastermodellen zu synchronisieren. Voraussetzung für die Rekonstruktion des Digital Thread ist, dass der Kunde keine Änderungen an dem grundlegenden Informationsmodell vorgenommen hat. Über die gemeinsame Plattform können auch Teilumfänge der Betriebsdaten, die der Hersteller für neue Service-Angebote wie Predictive Maintenance oder Produktverbesserungen benötigt, mit dem Digital Thread verknüpft werden.

Drei Bausteine für den Digital Twin

Die Grundlagen für den Digital Twin werden schon in der Produktentwicklung und Produktionsplanung gelegt. Um ihn zum Leben erwecken und am Leben erhalten zu können, darf die digitale Nabelschnur nicht gekappt werden. Deshalb ist eine Integrationsplattform erforderlich, die die digitalen Informationen aus den unterschiedlichen Autoren- und Datenverwaltungssystemen zu jedem Zeitpunkt verfügbar macht. Ein leistungsfähiges Konfigurationsmanagement, das die Beziehungen zwischen den Informationsumfängen und ihre Gültigkeit managt, ist für den Aufbau eines Digital Twin unerlässlich. Die digitale Durchgängigkeit ist aber keine Einbahnstraße. Um den maximalen Nutzen aus dem Produkt-Zwilling im Sinne des Closed Loop Engineerings ziehen zu können, muss die Rückverfolgbarkeit zwischen Digital Twin und Digital Thread gegeben sein. Die Schaffung einer Collaboration-Plattform hält die digitale Durchgängigkeit auch über Unternehmensgrenzen hinweg aufrecht.

Der Autor dieses Beitrags

Dr. Lars Wagner, geb. 1977, arbeitet seit 2012 für den Schiffbau in der Hamburger PROSTEP-Niederlassung und leitet seit 2017 das fachliche Beratungscluster „Digital Twin“ als Manager Processes & Methods der BU Strategie & Prozesse. Zuvor studierte der gebürtige Bonner Maschinenbau mit Schwerpunkt Fertigungstechnik an der TU Hamburg und promovierte dort zum Thema Fertigungsorganisation und Materialflusssimulation.

Summary

Digital Twins offer the possibility to simulate the behaviour of physical assets – be it ships, cars or industrial plants – to monitor them during operation and to continuously improve them by feedback of operational data. The data and models from development form the context in which the operational data can be correctly interpreted. Their Twin-compatible preparation and provision is therefore an essential prerequisite for the use of Digital Twin applications.

Bibliography

DOI 10.3139/104.112315
ZWF 115 (2020) Special; page 2-4
© Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG
ISSN 0947-0085