

The Siemens logo is displayed in a white rectangular box in the top right corner of the page. The background of the entire page features a portrait of a man with a beard and a wireframe industrial plant structure on the right side.

SIEMENS

Alexander Mankel, Madlyn Kowalczyk

Daten + Kontext = wertvolle Informationen

Plantsight für die Prozessindustrie

Wie Daten zur Wertschöpfung in der Prozessindustrie beitra- gen können

Schon lange bevor das Thema Digitalisierung Fahrt aufgenommen hat, spielten Daten im Anlagenalltag der Prozessindustrie eine entscheidende Rolle: Produktqualität, Anlageneffizienz, Prozesssicherheit uvm. lassen sich – damals wie heute – nur auf Grundlage von Daten sicher bestimmen. Im Rahmen weltweiter Digitalisierungsbestrebungen rückt das Thema Daten, deren Management und Analyse noch

mehr in den Brennpunkt. Der technologische Fortschritt bedeutet in diesem Zusammenhang einerseits die atemberaubende Zunahme der generierten Daten, bietet andererseits aber sowohl Techniken als auch Werkzeuge, diese Daten gewinnbringend zu nutzen. Dieses Whitepaper will einen Überblick über die wertschöpfenden Potenziale von Daten in der Prozessindustrie geben.



Inhaltsverzeichnis

Daten in der Prozessindustrie	3
Big Data / Dark Data / Smart Data – Definitionen	4
Grundlegende Charakteristiken	5
Herausforderungen im Umgang mit Big Data in der Prozessindustrie	6
Der digitale Zwilling	7
Definition	8
Anforderungen	8
Der digitale Zwilling im Einsatz	10
Anwendungsbeispiele und -szenarien	11
Holistische, aktuelle Anlagenübersicht	11
Disziplinspezifische Assetinformationen	12
Überwachung und Verwaltung kritischer Assets	13
Prozess- und Assetperformance-Management	13
Steigerung der Betriebsperformance	14
Optimierung von Gesundheits-, Arbeits- und Umweltschutzmaßnahmen	14
Fazit	15
Literaturverzeichnis	16

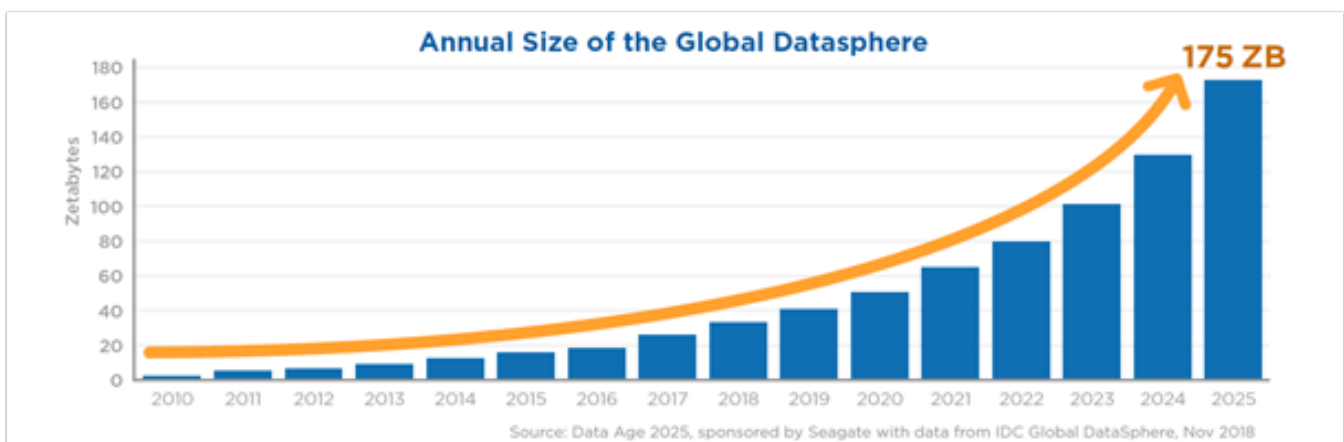
Daten in der Prozessindustrie

Das international tätige Marktforschungs- und Beratungsunternehmen International Data Corporation (IDC) hat im Jahr 2018 drei wesentliche Kristallisationspunkte für die Digitalisierung definiert, an denen digitale Inhalte erstellt werden: den Kern (core – traditionelle und Cloud-Rechenzentren), den Rand (edge – gehärtete Netzinfrastruktur wie Mobilfunkmasten und Netzknotenpunkte) und die Endpunkte (endpoints – PCs, Smartphones und cyber-physische Systeme (CPS) bzw. Teilnehmer am Internet of things (IoT)). Die Summe all dieser Daten, unabhängig davon, ob sie generiert, erfasst oder repliziert werden, wird von IDC als ‚Global Datasphere‘ bezeichnet, und sie erlebt ein enormes Wachstum. IDC prognostiziert, dass die Global Datasphere von 33 Zettabytes (ZB) im Jahr 2018 auf 175 ZB im Jahr 2025 anwachsen wird.¹ Entsprechend wachsen auch die Datenmengen in der Prozess- oder der Fertigungsindustrie. So erzeugen etwa die bei der Produktion von Simatic-Geräten im Siemens-Werk Amberg beteiligten Maschinen mit ihrer Sensorik und Aktorik pro Stunde ein Terabyte an Daten.²

Angenommen, eine Anlage verfügt über 3000 Sensoren und jeder liefert pro Sekunde einen Wert. Wie viele Datensätze kommen in einem Jahr zusammen? Hunderttausende? Milli-onen? In diesem zugegebenermaßen theoretischen Beispiel wären es 94.608.000.000 – fast 95 Milliarden Datensätze! In echten Prozessanlagen entstehen Messwerte mitunter im Millisekundentakt, dazu azyklische Daten wie Alarmer, Meldungen, Labormessungen, Wartungsdaten oder Batchinformationen. Es sind also nicht nur die enormen Mengen, die eine Wertschöpfung aus diesen so genannten Big Data zur Herausforderung machen, auch weitere Merkmale haben entscheidenden Einfluss.

< tl; dr>³

Die ‚Global Datasphere‘, die Summe aller Daten, die weltweit generiert, erfasst oder repliziert wird, wächst rasant. Mit dem Internet der Dinge wird die Wachstumsgeschwindigkeit weiter zunehmen.



Die Summe aller Daten weltweit (generiert, erfasst oder repliziert) wächst unaufhaltsam. [Quelle: siehe ¹Seite 6]

¹ David Reinsel, John Gantz, John Rydning: "The Digitization of the World – From Edge to Core." An IDC Whitepaper, November 2018.

² Jürgen Hill: „Siemens erweitert Digital-Enterprise-Angebot“, Computerwoche vom 25.02.2019. Zuletzt abgerufen am 01.09.2020: <https://www.computerwoche.de/a/siemens-erweitert-digital-enterprise-angebot,3546601,2>

³ tl: too long, dr: didn't read

Big Data / Dark Data / Smart Data – Definitionen

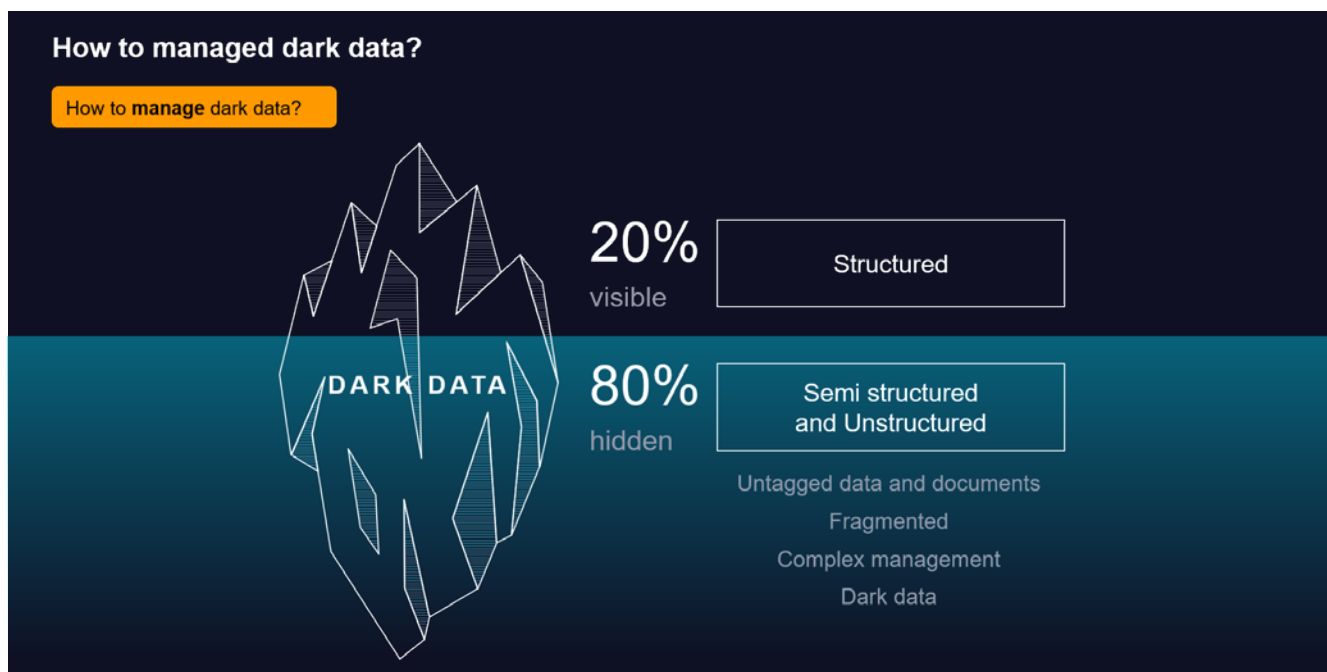
Bislang existiert keine eindeutig festgelegte Definition für den Begriff ‚Big Data‘. Das ist darauf zurückzuführen, dass sich das Thema sehr vielschichtig präsentiert und aus ganz unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden kann. Während ursprünglich die Menge an Daten das Hauptkriterium für Big Data war³ – ohne dabei Angaben zu machen, ab wann eine Datenmenge als Big Data bezeichnet werden kann –, wurde der Begriff im weiteren Verlauf auch auf die Komplexität von Daten, Datenverarbeitung und -analyse sowie auf die wirtschaftlichen Potenziale hin ausgeweitet⁴. Die Charakteristik von Big Data soll im nächsten Kapitel eingehender betrachtet werden. Im Whitepaper werden unter Big Data große Mengen an strukturierten, semi-strukturierten und unstrukturierten Daten verstanden, die so umfangreich und komplex sind, dass traditionelle Techniken und Methoden zur Datenverarbeitung und -nutzung nicht mehr wertschöpfend oder effizient anwendbar sind. Für die effiziente Verarbeitung von Big Data werden als Alternative zu konventionellen relationalen Datenbanken deshalb neue Technologien, IT-Systeme und IT-Architekturen benötigt (z. B. NoSQL-Datenbanken). Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass die Nutzung von Big Data einen relevanten Produktions- und Wettbewerbsfaktor darstellt und neue Wertschöpfungspotenziale eröffnet.⁵

Im Folgenden wird auch der Begriff ‚Dark Data‘ verwendet. Sie bilden eine Untermenge von Big Data. Gartner definiert diese als diejenigen Informationswerte, die Unternehmen während ihrer regulären Geschäftstätigkeit sammeln, verarbeiten und speichern, aber im Allgemeinen nicht für weitere Zwecke nutzen (z. B. für Analysen, Geschäftsbeziehungen und direkte Kommerzialisierung)⁶. Dark Data sind unzugängliche oder versteckte Daten, die sich einer einfachen elektronischen Verarbeitung entziehen, beispielsweise weil sie nicht in digitaler Form vorliegen.

Schließlich bezeichnet ‚Smart Data‘ in diesem Whitepaper das Ergebnis der Umwandlung von Big Data (einschließlich Dark Data) in strukturiertes und nutzbares Wissen. Voraussetzung hierfür sind die Integration dieser Daten aus heterogenen Systemen sowie das Gewinnen von Erkenntnissen aus diesen sehr unterschiedlich strukturierten Daten in hoher Geschwindigkeit mithilfe von skalierbaren Methoden und Techniken.

< tl; dr>

Die Definition von ‚Big Data‘ ist unscharf und entwickelt sich weiter. Der Begriff impliziert heute nicht nur Datenmenge, sondern auch Komplexität und damit Herausforderungen im Umgang mit Daten.



Ein Großteil der Daten in Unternehmen ist unzugänglich aber nicht minder wertvoll

³ Doug Laney: „3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety“, META Group Whitepaper, 2001.

⁴ BITKOM-Studie: „Big Data im Praxiseinsatz - Szenarien, Beispiele, Effekte“. Berlin, 2012.

⁵ Einen aktuellen Überblick über die diversen Definitionen von Big Data findet sich in Philipp Gölzer: „Big Data in Industrie 4.0. Eine strukturierte Aufarbeitung von Anforderungen, Anwendungsfällen und deren Umsetzung“. Dissertation vorgelegt an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 2016. https://www.researchgate.net/publication/312522237_Big_Data_in_Industrie_40_-_Eine_strukturierte_Aufarbeitung_von_Anforderungen_Anwendungsfallen_und_deren_Umsetzung zuletzt abgerufen am 04.09.2020.

⁶ Vgl. Gartner Glossary 'Dark Data': "Gartner defines dark data as the information assets organizations collect, process and store during regular business activities, but generally fail to use for other purposes (for example, analytics, business relationships and direct monetizing)." <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/dark-data> zuletzt abgerufen am 04.09.2020.

Grundlegende Charakteristiken

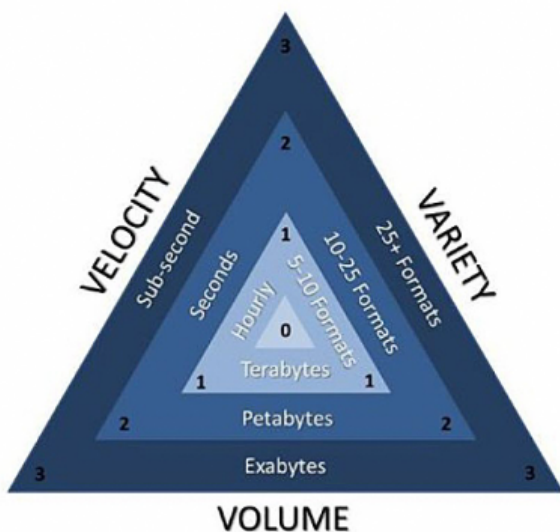
In einem viel beachteten Leitartikel im Harvard Business Review haben die Autoren Andrew McAfee und Erik Brynjolfsson 2012 eine Management-Revolution ausgerufen, die durch Big Data ausgelöst werden wird: „Die Nutzung riesiger neuer Informationsflüsse kann die Leistung Ihres Unternehmens radikal verbessern. Aber zuerst müssen Sie Ihre Entscheidungskultur ändern.“⁷ Nach ihren Kriterien definieren sich Big Data folgendermaßen:

Volume – Im Umgang mit Big-Data wird die Menge oder auch Masse der Daten besonders hervorgehoben. Wobei es unterschiedliche Lesarten bezüglich ‚volume‘ gibt, so wird damit entweder die Größe der Datenmenge oder die Menge der Daten, die an einem Tag generiert wird, bezeichnet.

Velocity – Die nächste Kerneigenschaft von Big Data die Geschwindigkeit von Daten. Bei ‚velocity‘ spielt sowohl die Geschwindigkeit der Datengenerierung als auch bei Speicherung, Verarbeitung und Visualisierung der Daten eine maßgebliche Rolle.

Variety – Die dritte identifizierte Haupteigenschaft beschreibt die Vielfalt der Daten. Diese liegen oft nicht in strukturierten Form vor, sodass etablierte Modelle der Datenverarbeitung fehlschlagen. Aber ‚variety‘ bezeichnet auch die Vielfalt an Formaten, Strukturen und Ablagen in unterschiedlichen Systemen.

Diese Kerneigenschaften wurden in den folgenden Jahren erweitert. So wird die Datenqualität und damit die Zuverlässigkeit der zugrunde liegenden Daten unabhängig vom Datentyp mit ‚**Veracity**‘ (Richtigkeit, Wahrhaftigkeit) bezeichnet. Richtigkeit wird in der Literatur häufig in Form von Widerspruchsfreiheit, also statistischer Zuverlässigkeit, und Vertrauenswürdigkeit interpretiert. Wobei das Vertrauen von mehreren Faktoren beeinflusst wird, etwa Herkunft, Sammlungskriterien und Verarbeitungsmethoden sowie der Sicherheit der Datenquellen inklusive Unveränderbarkeit und Schutz vor unautorisiertem Datenzugriff.⁸ Der Wert der Daten, mit ‚Value‘ bezeichnet, ist mittlerweile als weitere Ergänzung allgemein akzeptiert. Diese Eigenschaft bezieht sich auf den ökonomischen Wert, der zu verarbeitenden Daten. Insbesondere bei semi- und unstrukturierten Daten, die sich von traditionellen Datenstrukturen abheben, können Informationen im Verborgenen liegen, die bei entsprechender Identifizierung und Analyse einen hohen Wert für Unternehmen darstellen. Ebenfalls in die allgemeine Definition übergegangen ist die Veränderung der Datendurchflussrate im Zeitverlauf, die sogenannte ‚**Variability**‘. Sie wurde flankierend zu Velocity eingeführt und trägt der Tatsache Rechnung, dass die Geschwindigkeit der Daten und deren Verarbeitung nicht immer konstant ist, oftmals entstehen ereignisgesteuerte Lastspitzen. Schließlich findet sich auch oft der Begriff ‚**Viability**‘, der sich auf die Brauchbarkeit von Datenattributen bezieht: Bei Analysen werden die Attribute von Daten nicht als gleichwertig betrachtet, je nach Kontext können einige Attribute vernachlässigt werden. Im Sinne der ressourcenschonenden Auswertung oder Speicherung von Daten gilt es, nur die Attribute zu identifizieren, die den größten Wert besitzen und damit am brauchbarsten sind.



Das 3V-Modell ergänzt durch Doug Laneys Gartner-Data-Magnitude-Index (DMI)

- 0: ohne Auswirkung
- 1: geringe Auswirkung
- 2: mittlere Auswirkung
- 3: hohe Auswirkung

Grafik nach: Matthias Volk und Stefan Willi Hart: „Big-Data: Bestimmung der Big-Data-artigkeit von Projekten“, 2016.

⁷ „Exploiting vast new flows of information can radically improve your company's performance. But first you'll have to change your decision-making culture.“ Siehe Andrew McAfee, Erik Brynjolfsson: „Big Data. The Management Revolution. Harvard Business Review, Oktober 2012.

⁸ Yuri Demchenko, Paola Grosso, Cees de Laat, Peter Membrey: „Address-ing big data issues in Scientific Data Infrastructure.“ In: 2013 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS).Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)

Herausforderungen im Umgang mit Big Data in der Prozessindustrie

Aus den genannten Eigenschaften leitet sich eine Vielzahl von Herausforderungen beim Umgang mit Daten ab. Im industriellen Umfeld entstehen riesigen Mengen von Datensätzen, die aus unterschiedlichen Quellen stammen, entsprechend über verschiedenartige Strukturen, Semantik und Spezifikationen verfügen und sich somit nicht einfach zusammenführen lassen: „Dabei sind die Daten von Sensoren, aus Engineering- und anderen Datenbanken, aus Prozess-Informations-Management-Systemen (PIMS) sowie aus Schichtbüchern und Betriebsvorschriften sehr heterogen und müssen für die Verknüpfung in einem zentralen Data Warehouse auf eine gemeinsame semantische Basis übertragen werden.“⁹

Zum Vorteil für die Prozessindustrie wird die Tatsache, dass über das Prozessleitsystem sowohl umfangreiche Betriebsdaten als auch historische Daten zur Verfügung stehen. Durch die Analyse dieser vorhandenen Daten können wirtschaftlichere Fahrweisen der Anlagen ermittelt und umgesetzt werden, ohne dabei die Produktionsanlage als solche zu verändern. Allerdings müssen geeignete Methoden für Datenanalysen für den laufenden Anlagenbetrieb gefunden, getestet und etabliert werden. Beispielsweise zeichnen sich Daten im Industriumfeld – neben genannter hoher ‚Velocity‘ und ‚Variety‘ – auch durch Rauschen und hohe Redundanz aus. Will man mit der Auswertung von Big Data etwa Maschinenanomalien erkennen, müssen neben ausreichender Rechenkapazität auch Algorithmen entwickelt werden, die mit spezifischen Suchkriterien und Filtern dafür sorgen, dass ein sowohl effektiver als auch effizienter Erkenntnisgewinn sichergestellt wird.

In jeder verfahrenstechnischen Anlage gibt es zudem Konzepte zur Datenhaltung, die zumeist auf den jeweiligen Dokumentationspflichten basieren. Die Nutzung dieser Daten für statistische Auswertungen ist nicht ohne weiteres möglich, da die dokumentationsgerechte Speicherung von Datensätzen an die Infrastruktur ganz andere Ansprüche stellt als die statistische Auswertung, bei der Zugriffszeiten, Transferraten usw. ausschlaggebend sind. So muss auch die Frage nach zentraler oder dezentraler Datenhaltung für beide Anwendungsfälle differenziert betrachtet werden. Das steigende Datenaufkommen – ‚Volume‘ – sorgt grundsätzlich dafür, dass etablierte Speichersysteme und –konzepte überdacht werden müssen. Vor allem unter dem Gesichtspunkt, dass bei Analyse von Big Data die Aktualität der Daten entscheidend ist. Daher muss genau darauf geachtet werden, wie Datenqualitätssicherung erreicht werden kann, und es muss entschieden werden, welche Daten archiviert und welche nach Nutzung gelöscht werden können. Die Vollständigkeit der Datengrundlage stellt ein weites Feld an Herausforderungen dar. Hier spielen Gesichtspunkte wie physische Zugänglichkeit, elektronische Verfügbarkeit und Übermittlungsraten ebenso wichtige Rollen wie die Informationsextraktion aus unstrukturierten Daten.

Nicht zu vernachlässigen ist die auch Frage nach der Präsentation von Ergebnissen aus der Datenanalyse. Nur wenn diese sich intuitiv gestaltet, kann sie zur effektiven Entscheidungsfindung beitragen. Die Ergebnisse müssen je nach Nutzerrolle unterschiedlich aufbereitet und dargestellt werden und sollten in puncto Detailtiefe, Umfang, Frequenz und Visualisierungsform auf den jeweiligen Informationsempfänger zugeschnitten sein.

Eine weitere Problematik ist zudem im Wesen prozesstechnischer Anlagen verwurzelt: Sie unterliegen stetigem Wandel. Bei der Optimierung von Prozessen, Erweiterung oder Modifikation von Anlagen (teilen), bei planmäßigen Wartungsstillständen werden Komponenten getauscht oder ergänzt sowie Prozessführungsstrategien angepasst. Dadurch erodieren die angelernten Modelle für die Datenanalytik und so wird ein ständiger Lernprozess von Big-Data-Modellen zum festen Bestandteil im Lebenszyklus von Anlagen und Geräten.

Die genannten Herausforderungen sind nur exemplarisch genannt und müssen individuell ergänzt werden.¹⁰ Dazu sind sowohl Expertenwissen als auch -werkzeuge notwendig, was nicht zuletzt zu potenziellen Sicherheitsrisiken führt: Betriebsdaten zur Steuerung wichtiger Geschäftsprozesse enthalten sensible Informationen und daher dürfen Big-Data-Analysen nur dann an Dritte zur Verarbeitung weitergegeben werden, wenn geeignete Präventivmaßnahmen zum Schutz dieser sensiblen Daten getroffen werden.

< tl; dr >

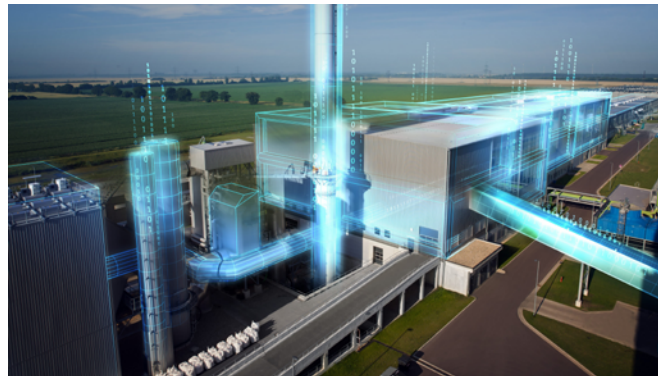
Eine begleitende Strategie sowie professionelle Softwaresysteme sind essentiell, um die mannigfaltigen Herausforderungen bei der wertschöpfenden Verwendung von Daten in der Prozessindustrie zu meistern.

⁹ Jens Folmer et al.: „Big und Smart Data. Herausforderungen in der Prozessindustrie“ In: atp magazin, S. 58-69, März 2017.

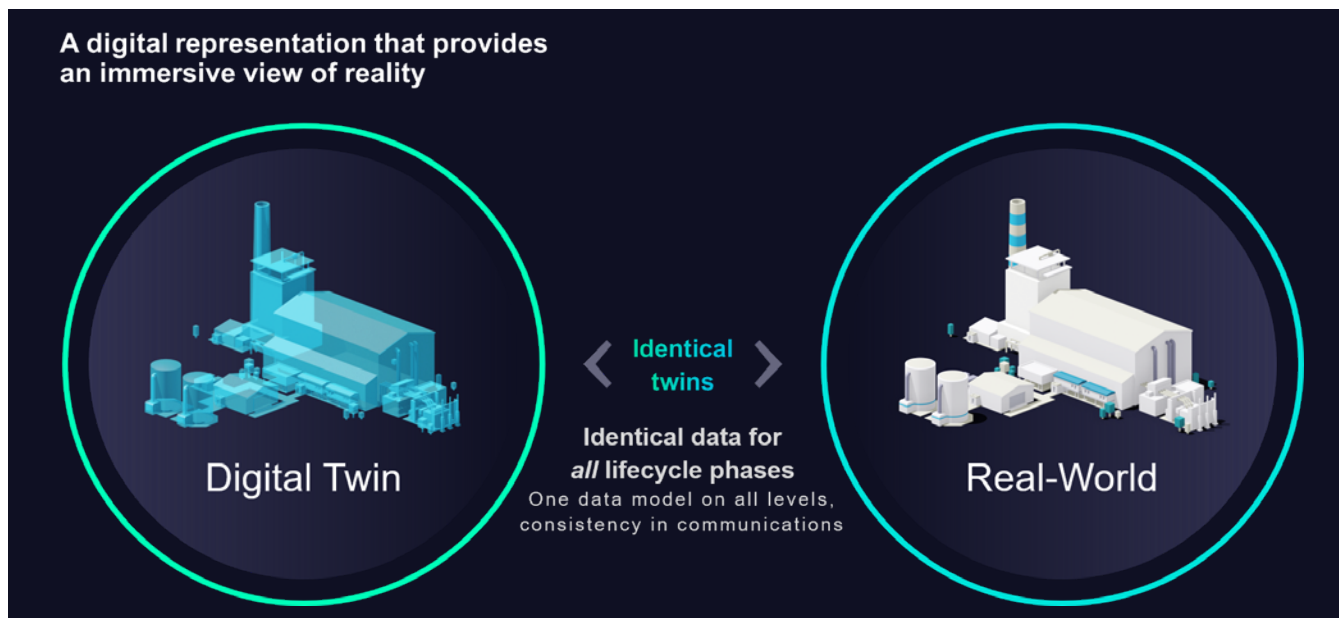
¹⁰ Ein Beispiel für methodisches Vorgehen findet sich bei JunPing Wang, WenSheng Zhang et al.: „Industrial Big Data Analytics: Challenges, Methodologies, and Applications“, 2018. https://www.researchgate.net/publication/326171566_Industrial_Big_Data_Analytics_Challenges_Methodologies_and_Applications zuletzt abgerufen am 04.09.2020.

Der digitale Zwilling

Wie lässt sich die Integration großer, verschiedenartiger, weit verteilter und mitunter versteckter Datenmengen bewerkstelligen? Ein heutzutage viel diskutierter Ansatz ist der digitale Zwilling, das digitale Abbild eines Objekts. Dabei handelt es sich nicht um eine statische elektronische Kopie eines realen Gegenstandes, sondern um ein dynamisch synchronisiertes System, das ein Mindestmaß an Vollständigkeit und Genauigkeit über einen Zeitraum aufrechterhalten muss und Objektzustände nahezu in Echtzeit abbilden sollte. Wie bereits bei Big Data aufgezeigt, so gibt es auch beim digitalen Zwilling keine eindeutige, allgemein anerkannte Definition. Für dieses Whitepaper soll folgendes Zitat als erste Annäherung dienen:



„Eine Schlüsselaufgabe des Digitalen Zwillings ist die Vernetzung der Partialmodelle zu einem integrierten Informationsraum [...] zu organisieren und zu koordinieren sowie (Roh-) Daten und Algorithmen dauerhaft vorzuhalten und für die zugriffsberechtigten Menschen und technischen Systeme leicht verfügbar zu machen. Eine besondere Bedeutung haben dabei Meta-daten, also Information, die den notwendigen Kontext liefern, um relevante Inhalte leichter finden, bewerten und in offenen Innovationsprozessen handeln zu können.“¹¹



¹¹ Andreas Bamberg, Leon Urbas et al.: „Was den Digitalen Zwilling zum genialen Kompagnon macht“. In: Chemie Ingenieur Technik, 3/2020.

Definition

Die wichtigsten Eigenschaften sind damit bereits ins Spiel gebracht. Für die weitere Betrachtung finden sich im 2020 erschienenen ARC-Strategiepapier¹² „Digital Twin Demystified“ wertvolle Ausführungen. So besteht demnach der digitale Zwilling aus drei Kernelementen:

- **Kontext- und Kenndaten**, die die Eigenschaften des realen Assets oder Prozesses definieren und zum großen Teil während der Planungsphase entstehen. Typische Daten sind Prozessdiagramme, Simulationen, 1D-, 2D- und 3D-Modelle, Stücklisten, Instandhaltungsvorschriften oder Produktspezifikationen.
- **Echtzeit- und Betriebsdaten**, die während des Lebenszyklus der Anlage oder des Prozesses entstehen. Hierunter werden Prozesswerte, Meldungen oder Alarmer, die in Echtzeit aufkommen oder als historische Daten vorliegen, verstanden.
- **Ein Informationsmodell**, das zur Integration aller vorgenannten Daten verwendet wird. Es formalisiert die Eigenschaften, Beziehungen und Operationen, die für jeden Datentyp, der Teil des digitalen Zwillings ist, durchgeführt werden können. Als Datenbank implementiert, fasst es Daten aus den unterschiedlichen Systemen zusammen und fungiert für jede Anwendung, die auf den digitalen Zwilling zugreift, als ‚single source of truth‘ – als einzig gültigen Zugangspunkt zu konsistenten Daten.

Das Strategiepapier unterscheidet überdies zwei grundlegende Arten von digitalen Zwillingen: statische projektbezogene einerseits sowie dynamische leistungsbezogene digitale Zwillinge andererseits. Erstgenannte werden für die Entwicklung und den Einsatz neuer Produkte, Anlagen oder Prozesse verwendet; letztgenannte dienen der Optimierung der Anlagenleistung und der Verbesserung der betriebswirtschaftlichen Funktionen in Bezug auf ein Produkt, eine Anlage oder einen Prozess. Das schließt sämtliche Instandhaltungs- und Wartungsvorgänge mit ein.

Anforderungen

Soll der digitale Zwilling als Basis für eine integrierte Datenhaltung und -auswertung zur Optimierung von Entscheidungsprozessen und Verbesserung der Anlagenperformance dienen, muss das Anlageninformationsmanagement eine Reihe von Rahmenbedingungen erfüllen. Diese sollen unter Berücksichtigung spezieller Anforderungen der Prozessindustrie kurz umrissen werden.

Für verfahrenstechnische Anlagen eine Selbstverständlichkeit ist ein präzises Anlagenkennzeichnungssystem. Speziell wenn Bestandsanlagen, sogenannte Brownfield-Anlagen, ins digitale Zeitalter überführt werden sollen, stellen Inkonsistenzen hinsichtlich der Kennzeichnung der technischen Plätze oder in der Struktur der Anlagenkennzeichnung große Herausforderungen dar, denn der digitale Zwilling benötigt zwingend eine auf einschlägigen Normwerken beruhende Anlagenkennzeichnung. Optimalerweise wird die Kennzeichnung aus der in der Planungs- oder ERP-Software (Enterprise-Resource-Planning) hinterlegten, fest definierten Struktur abgeleitet. Hier spielt eine weitere wichtige Anforderung mit ein: Das Anlageninformationsmodell muss über den gesamten Lebenszyklus Gültigkeit haben. Das bedeutet auch, dass Planungsmodelle beim Handover störungsfrei in die Betriebsphase übergehen sollten. Folgende Ergänzung ist dabei wertvoll: „Es ist ungenau formuliert, von dem Lebenszyklus einer Anlage zu sprechen. Vielmehr gibt es drei verschiedene Lebenszyklusaspekte, die unabhängig voneinander betrachtet werden [...]. Dies sind der Lebenszyklus des Prozesses, der Lebenszyklus der Anlagenstruktur und der Lebenszyklus der eigentlichen Assets der Anlage.“¹³

< tl; dr>

Der digitale Zwilling kann als integrierter Informationsraum und damit als Basis für konsistente Datenhaltung und -auswertung dienen. Daraus abgeleitete Informationen verbessern Entscheidungsprozesse.

¹² Die 1986 gegründete ARC Advisory Group ist ein führendes Technologie-forschungs- und Beratungsunternehmen für Industrie und Infrastruktur mit Hauptsitz in den USA. ARC zeichnet sich durch eine fundierte Beschäftigung sowohl mit Informationstechnologien (IT) als auch mit operativen Technologien (OT) und den damit verbundenen Geschäftstrends aus.

¹³ Andreas Schüller et al.: „Der Digitale Zwilling in der Prozessindustrie“. In: atp magazin, S. 70-81, 2019.

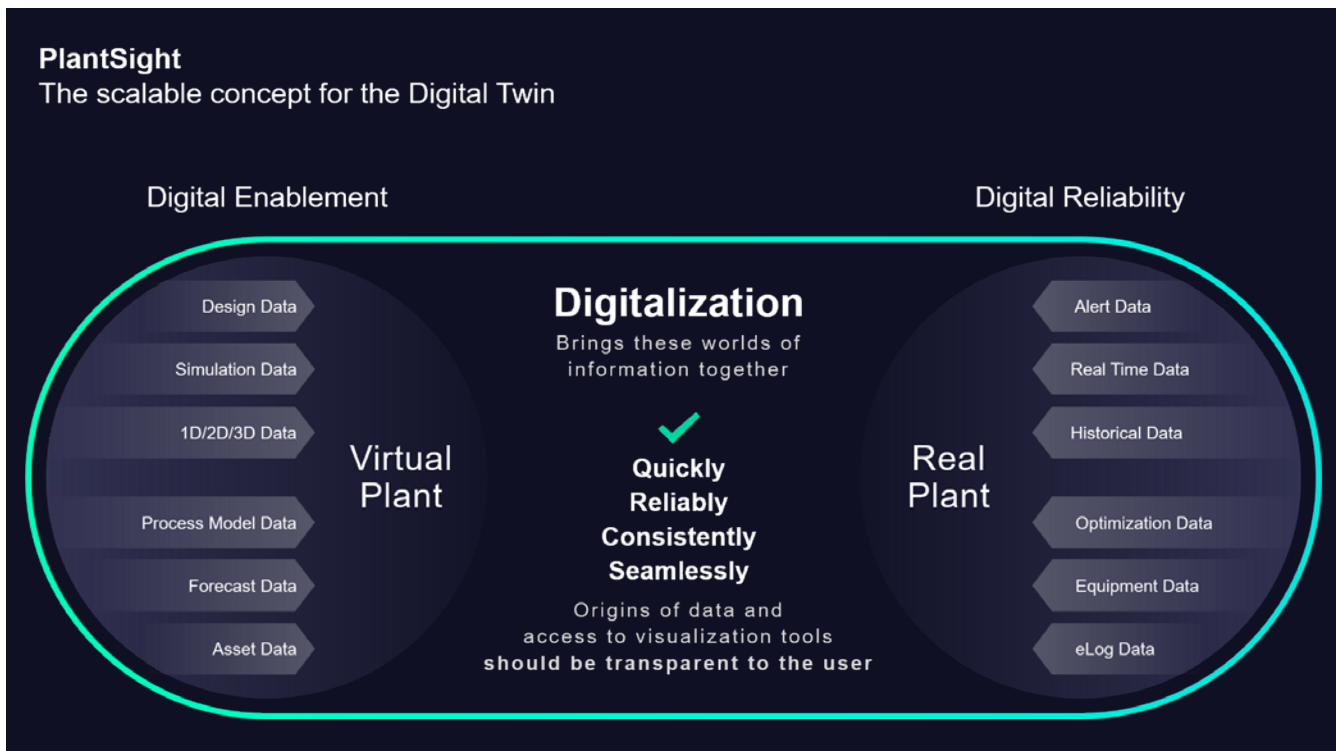
Der Nutzwert des digitalen Zwillings hängt direkt von der Verfügbarkeit der Informationen aus allen Wertschöpfungsketten und sämtlichen Lebenszyklen ab. Entscheidend sind

- ein beständiger Informationsrückfluss aus den im Betrieb gewonnenen Erkenntnissen in die Planung zur Optimierung der Anlagenperformance sowie
- ein automatisierter kontinuierlicher Datenabgleich zwischen Modell(en) und Wirklichkeit.

Für diese Datenabgleiche sind entsprechend genormte Schnittstellen, festgelegte Methoden und Prozesse sowie passende elektronische Systeme notwendig. Aus Anwendersicht stellt eine derart multidimensionale Implementierung eines digitalen Abbildes einer Anlage enorme Zeit- und Kostenaufwände dar. Das macht den Wunsch nach skalierbaren Ansätzen nachvollziehbar und ist wirtschaftlich unabdingbar. Können z. B. Modernisierungen von Teilanlagen einen ersten Schritt zur Digitalisierung darstellen? Ist es möglich, zunächst nur die wichtigsten Assets einzubinden? Oder kann die Einführung eines Wartungs- und Instandhaltungsmanagements dazu genutzt werden, den digitalen Zwilling zu etablieren?¹⁴



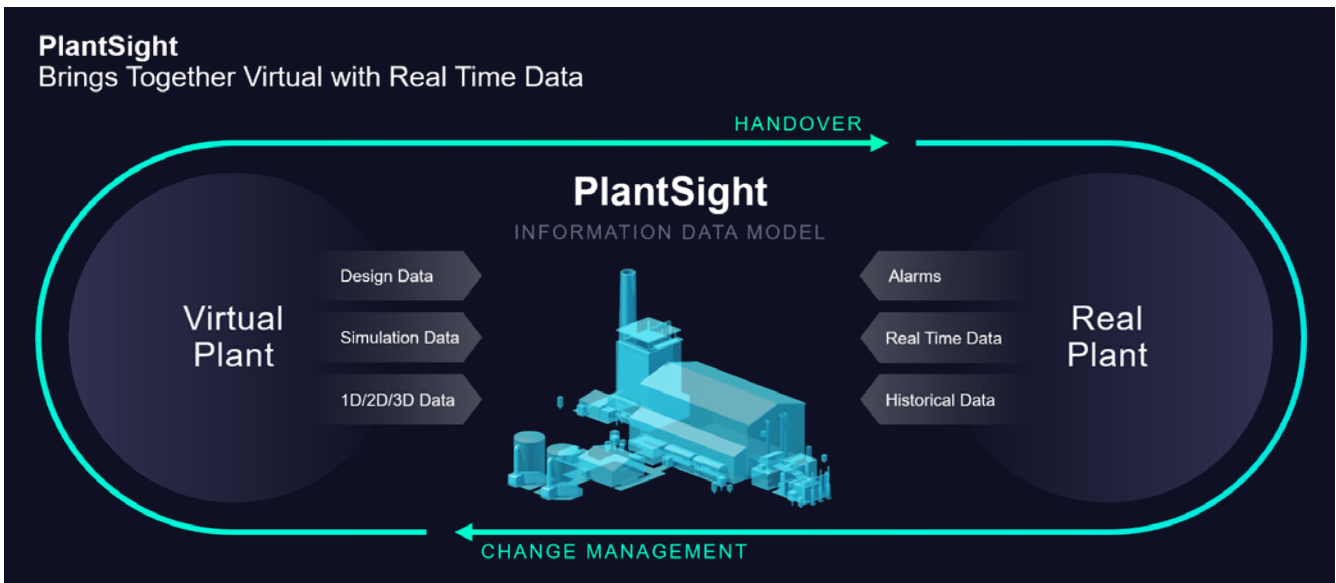
Wie eingangs erwähnt, beruhen Planung, Betrieb und Wartung von Anlagen auf stark arbeitsteiligen Prozessen, an denen viele spezialisierte Disziplinen beteiligt sind. Soll der digitale Zwilling tatsächlich einen integrierten Informationsraum schaffen, so besteht eine weitere Anforderung darin, dass Informationen rollenspezifisch zugänglich, bearbeitbar und anschaulich sichtbar gemacht werden. Dazu gehört auch die uneingeschränkte Bereitstellung von Daten über mobile Endgeräte beispielsweise für Inbetriebnahme- oder Instandhaltungspersonal.



Digitalisierung bringt die virtuelle und die reale Anlage zusammen

¹⁴ Viele weitere wichtige Fragen finden sich in: Andreas Bamberg, Leon Urbas et al.: „Was den Digitalen Zwilling zum genialen Kompagnon macht“. In: Chemie Ingenieur Technik, 3/2020, S. 197.

Der digitale Zwilling im Einsatz



Mit ihrem umfangreichen Digital-Enterprise-Portfolio bietet die Siemens AG Industrieunternehmen jeder Größe den Schlüssel dazu, relevante Geschäftsprozesse zu integrieren und zu digitalisieren, um damit das volle Potenzial der Digitalisierung für sich ausschöpfen zu können und um sicher die nächste Stufe der digitalen Transformation zu erreichen.¹⁵

Grundlagen

Mit Plantsight schafft Siemens die technologische Grundlage für den vollständigen digitalen Zwilling, der kontinuierlich aktualisiert wird, sein physisches Gegenstück sowohl im Verhalten als auch im Informationskontext getreu nachbildet und den Anwendern erforderliche Informationen situationspezifisch zur Verfügung stellt. Plantsight kombiniert statische 1D-, 2D- und 3D-Daten mit dynamischen Echtzeitdaten zu einer einzigen, übersichtlichen und aktuellen Darstellung einer Anlage. Kennzeichen (tag numbers) stellen die Verbindung zwischen den sämtlichen Datentypen her und gewährleisten eine formatübergreifende Integration aller Datenquellen. Zu diesen Quellen können bereits bestehende Engineering- oder Wartungsdatenbanken, 3D-Modelle, fotogrammetrische Informationen ebenso gehören wie Daten aus Enterprise Resource Planning (ERP) Systemen, Rezepturdatenbanken, Projekt- und Portfoliomanagementsystemen oder Laborinformationsverwaltungssystemen. Eine offene Systemarchitektur ermöglicht es Anwendern, den digitalen Zwilling aus Zeichnungen, die mit den Tools von Anbieter A erstellt wurden mit den 3D-Modellen von Anbieter B und den Simulationsmodellen von Anbieter C aufzubauen. Umgesetzt wird dies durch Micro-Services und Konnektoren, die als Container für fast jeden Datentyp fungieren können und somit in der Lage sind, eine verbundene Datenumgebung (connected data environment – CDE) schaffen. Dieser Ansatz der verteilten

Formatübergreifende Integration aller Datenquellen dank einheitlichem Informationsmodell von Plantsight

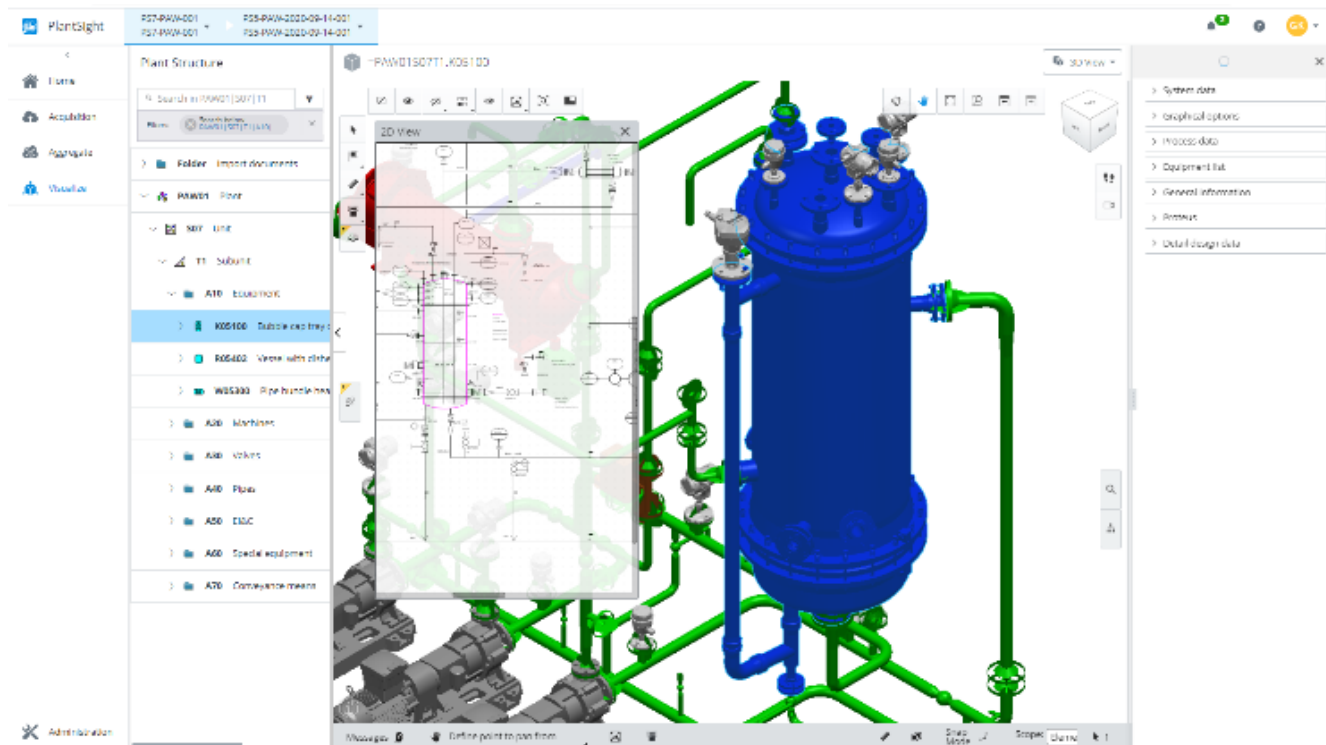
Datenverwaltung (bei dem Datenpunkte intelligent miteinander verknüpft sind) vermeidet unnötige Datenreplikation und bietet gleichzeitig Konsistenz und Zugänglichkeit. Solche Funktionalitäten können den Aufwand für den Aufbau des digitalen Zwillings erheblich reduzieren und außerdem den Prozentsatz der dokumentierten Bestandsinformationen erhöhen. Services zur Validierung und Verknüpfung von Daten mit anderen Informationen, kombiniert mit Änderungsverfolgung, verbessern die Genauigkeit, Vollständigkeit und Vertrauenswürdigkeit von Asset-Daten (vgl. ‚Veracity‘ aus Kapitel 2.2). Services for validating and linking data with other information, combined with change tracking, improve the accuracy, completeness and trustworthiness of asset data (cf. ‚Veracity‘ from chapter 2.2).

Den einfachsten Einstieg in die Erstellung des digitalen Zwillings sowohl bei Green- als auch Brownfieldprojekten bildet das R&I Rohrleitungs- und Instrumentenfließschema (R&I-Fließschema / Piping and Instrumentation Diagram – P&ID). R&Is sollten in der Regel auch bei älteren Anlagen auf aktuellem Stand sein. In ihnen werden die realen Anlagenkomponenten mit entsprechender Kennzeichnung repräsentiert und von dort aus können diese dann mit weiteren Daten, Attributen und Arbeitsprozessen ergänzt werden. Sollte ein CAD-Modell verfügbar ist, kann dieses mithilfe von Konnektoren ebenfalls gekoppelt werden. Durch Einbindung der Resultate von Laserscans oder Fotogrammetrie lassen sich auch Bestandsanlagen aufnehmen und mit dem R&I in Verbindung bringen. Sobald Plantsight die Daten erfasst und verknüpft hat, werden diese Ergebnisse visualisiert und können dann verifiziert und durch Verknüpfungen weiter kontextualisiert werden, beispielsweise durch Verbinden mit dem ERP-System, dem Wartungsmanagement oder anderen Quellen.

¹⁵ Übersichtlicher Einstieg: <https://siemens.de/digital-enterprise>

Anwendungsbeispiele und -szenarien

Bei allen Anlagen wird der Aufbau eines digitalen Zwillings stets mit einer bestimmten Absicht verbunden sein. Die Art der Herausforderung, die mit seiner Hilfe zukünftig gemeistert werden soll, bestimmt das individuelle Vorgehen der soeben dargestellten allgemeinen Methodik. Im Folgenden werden typische Anwendungsfälle skizziert.



Auf Grundlage der zentral verwalteten Daten können Anlagenassets in 2D- oder 3D-Ansicht inklusive verbundener Daten wie Prozesswerten visualisiert werden.

Holistische, aktuelle Anlagenübersicht

Die Integrität von Daten und die möglichst vollständige Einbindung sämtlicher Quellen sind die Schlüssel für die Reduzierung ungeplanter Ausfallzeiten und zur Effizienzsteigerung in unterschiedlichen Ausprägungen, z. B. geringere Kosten, höhere Produktqualität oder weniger Wartungsaufwand. Wer die Vorteile des digitalen Zwillings so umfassend wie möglich nutzen will, muss ihn auf ein stabiles (Daten)Fundament bauen. Dazu sind eine notwendige/sinnvolle Datenaggregation und -validierung mit integriertem Änderungsmanagement essenziell. Vergleichsweise statische Informationen wie 1D-, 2D- und 3D-Daten aus dem Engineering müssen konsolidiert werden und mit dynamischen Daten aus dem Betrieb kontextualisiert werden: historische und aktuelle Prozesswerte, Auftragsinformationen, Wartungs- und Inspektionsdaten etc.

Dann kann das digitale Abbild die Anlage über Jahrzehnte begleiten und jederzeit optimal unterstützen. Ziel ist die beständige Nachvollziehbarkeit und einfache Visualisierung aller vorgenommenen Modifikationen an Anlagenkomponenten oder Prozessen. PlantSight schafft dafür eine integ-

rierte funktionale und räumliche Modellierung, die sicherstellen kann, dass sämtliche Änderungen im laufenden Betrieb zeitnah und genau erfasst und aufgezeichnet werden. Noch wichtiger ist der einfache und rollenspezifische Zugang zu den Informationen, die sich durch PlantSight aus den Daten und ihrem Kontext gewinnen lassen. Sie erzeugen echten Mehrwert und ermöglichen schnellere und effizientere Entscheidungen aller Handlungsträger in einer Anlage – aufgrund einer gesicherten und nachvollziehbaren Daten-/Informationslage.

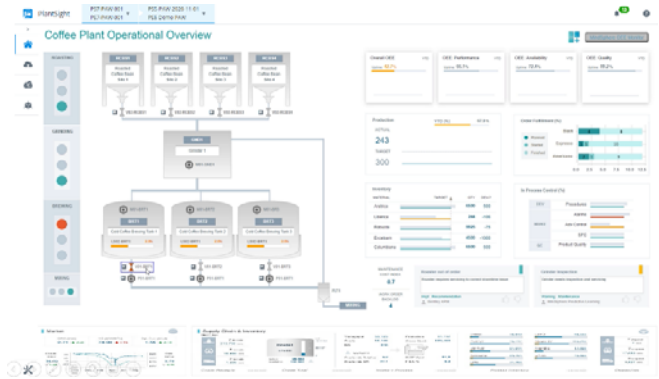
< tl; dr >

Je nach Zielsetzung variieren Aufbau und Einsatz des digitalen Zwillings. Eine stufenweise Einführung und Erweiterung ist flexibel möglich, integrierte Datenbestände lassen sich vielfältig zur Optimierung nutzen.

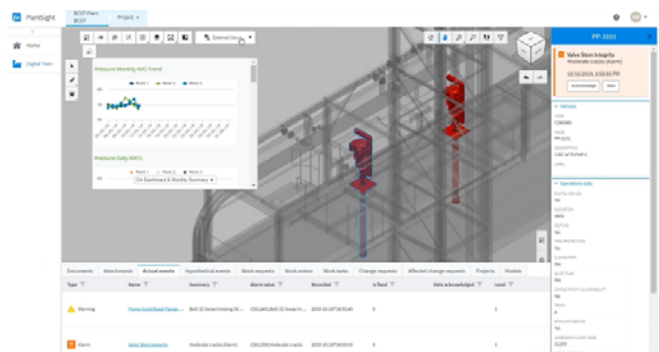
Disziplinspezifische Assetinformationen

Die Grundlage für schnelle und präzise Entscheidungsprozesse ist dann vorhanden, wenn jeder Akteur stets den aktuellen Zustand seiner technischen Umgebung kennt. Sämtliche Informationen, die für die augenblickliche Tätigkeit in der entsprechenden Situation entscheidend sind, müssen klar visualisiert sein und Maßnahmen für ein proaktives Handeln ebenso einfach ableitbar sein. Ein zentrales Digital Asset Portal ermöglicht diese effiziente Entscheidungsfindung und erlaubt ein proaktives Betriebsmanagement der Anlage durch den Zugang zu Echtzeitdaten, Überwachungs- und Warnmeldungen sowie den Zugriff auf relevante Systeme inklusive unterstützender Dokumentation. Typischerweise werden die folgenden Disziplinen abgedeckt: Betrieb, Gesundheit und Sicherheit, Produktion, Wartung, Inspektion und Planung.

Anlagen, die vor umfangreichen Modernisierungsarbeiten stehen, profitieren vom digitalen Zwilling als Plattform für die reibungslose Zusammenarbeit unterschiedlicher Disziplinen. So können beispielsweise Verfahreningenieure ihr Wissen ebenso beisteuern wie Konstruktionsteams. Jeder arbeitet mit den bewährten und spezialisierten Werkzeugen, der digitale Zwilling bietet aber die Grundlage zur Vernetzung sämtlicher erzeugter Informationen. Durch rollenspezifischen Zugriff auf Anlageninformationen über 3D- und VR-Darstellungen kann die Zeit, die während Planungs- oder Instandsetzungsarbeiten in Brownfieldprojekten normalerweise in der Anlage verbracht werden muss, deutlich verringert werden. Bei Greenfieldprojekten ist dagegen eine virtuelle Begehung, die Durchführung von Trainings etc. möglich, noch bevor die Anlage errichtet und in Betrieb genommen ist.



Auf einen Blick kann die Overall Equipment Effectiveness (OEE), die Gesamtanlageneffektivität erfasst werden. Die Dashboards lassen sich individuell anpassen.



Die Kennzahlen einzelner Assets inkl. aktueller und historischer Werte sowie der kompletten Dokumentation sind schnell und intuitiv erreichbar.

< tl; dr >

Mithilfe der konsistenten Daten aus dem zentralen Asset Portal lässt sich der Anlagenzustand holistisch visualisieren. Das erlaubt eine effiziente Entscheidungsfindung und ein proaktives Betriebsmanagement.

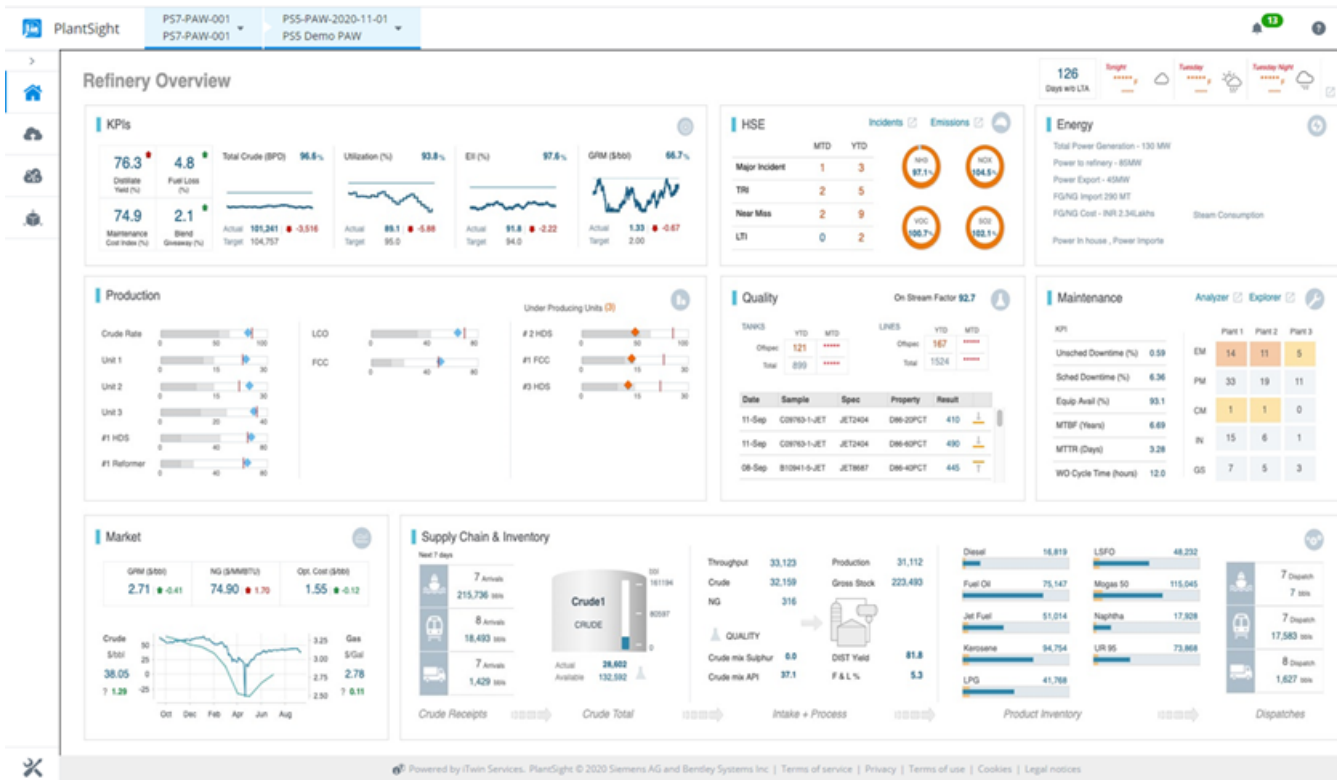
Überwachung und Verwaltung kritischer Assets

Sollen zunächst die wichtigsten Anlagenteile wie kritisches Equipment oder besonders energieintensive Aggregate überwacht werden, so lässt sich über den digitalen Zwilling eine detaillierte Zustandsüberwachung mit erweiterten Analysemöglichkeiten von Diagnosedaten inklusive prädiktiven Wartungsstrategien abbilden. Konsolidierte Informationen aus aufgenommenen Zeitreihen ermöglichen es, Trends in Bezug auf Ausfallwahrscheinlichkeiten abzuleiten. So können risikobasierte Instandhaltungsmaßnahmen etabliert werden. Über durchgehendes Monitoring von Turbinen, Kompressoren, Pumpen oder anderer kritischer Assets lassen sich aus dem Vergleich aktueller Leistungsdaten mit den angegebenen Herstellerspezifikationen wertvolle Erkenntnisse ableiten und bessere Entscheidungen zu treffen. Der digitale Zwilling bietet aber auch weitreichende Handlungsmöglichkeiten: Mit seiner Hilfe lassen sich unterschiedliche Szenarien virtuell evaluieren. Welche Fahrweise optimiert den Ertrag, welche verlängert die Wartungszeiten maximal? Wie wirken sich Änderungen an Betriebsbedingungen auf das Equipment, den Prozess oder die Leistung aus?

Prozess- und Assetperformance-Management

Der digitale Zwilling kann auch zur Produktionsoptimierung in Echtzeit eingesetzt werden. Durch den ständigen Rückfluss von Informationen aus dem Betrieb können Regelkreise optimiert, Energie- und Qualitätsmanagement betrieben oder Auswirkungsanalysen (FMEA – Failure Mode and Effects Analysis) gefahren werden. Die Integration von Simulationen in das digitale Abbild birgt enormes Potenzial zur online Produktionsoptimierung. Was bislang durch manuelles Eingreifen in den Prozess initiiert wurde, kann in Zukunft auf Basis der Simulation und mithilfe von Methoden des maschinellen Lernens selbstständig durch das System erfolgen bzw. als Handlungsvorschläge für den Operator dienen.

Ein Assetperformance-Management mit ganzheitlichem Zugriff auf alle relevanten statischen und dynamischen Betriebsdaten (inklusive historischer Daten) deckt Fehlverhältnisse zwischen Soll und Ist auf und unterstützt gleichzeitig die Identifikation der Ursache inklusive Untersuchung, Diagnose und Planung von Abhilfemaßnahmen für alle angeschlossenen Assets in der Produktionsanlage.



Grundlage sämtlicher Optimierungsmaßnahmen – auf Prozess-, Equipment- oder auf Betriebsebene – sind validierte und kontextualisierte Daten sowie die Ableitung entsprechender Kennzahlen.

Steigerung der Betriebsperformance

Durch das hinterlegen von Produktions-KPIs ist mithilfe eines digitalen Zwillinges auch ein effektives Betriebsleistungsmanagement einführbar: Eine operative Entscheidungsunterstützung in quasi Echtzeit, die die Ziele der Führungsebene in ihrem Geschäftskontext mit den entsprechenden operativen Treibern verbindet, schafft die Möglichkeit für nachhaltige und kontinuierliche Verbesserung der Gesamtbetriebsperformance und erlaubt ein zielorientiertes Reagieren auf Ausnahmefälle. Zusätzlich zu dieser KPI-gesteuerten Leistungsbeeinflussung kann über die ganzheitliche Definition und Verwaltung operativer Ziele und deren logischer Verknüpfung mit Warnung vor weichen und harten Grenzwertüberschreitungen (high high, high, low, low low) sowohl die derzeitige als auch die zukünftige Planung (Tag, Woche, Monat, Jahr, 5 Jahre) mit der aktuellen Betriebsleistung verglichen und Fahrweisen entsprechend angepasst werden.

Optimierung von Gesundheits-, Arbeits- und Umweltschutzmaßnahmen

Die Informationen, die der digitale Zwilling bereitstellt, tragen auch zu akuter Fehlervermeidung während laufender Prozesse bei: Da aus den Datenbeständen Erkenntnisse zu Unregelmäßigkeiten abgeleitet werden können, kann die zukünftige Ausgestaltung von Arbeitsprozessen optimiert werden. Darüber hinaus kann die Arbeitsqualität verbessert werden, indem kritische Faktoren identifiziert sowie Fehler oder Risiken durch automatische Analysen rechtzeitig erkannt und dadurch Folgeschäden vermieden werden. Immersive Trainingssimulationen in einer virtuellen Anlagenumgebung tragen dazu bei, situatives Bewusstsein zu schulen und die Vertrautheit mit der Anlage zu erhöhen, noch bevor man sich auf der physischen Anlage befindet.

Ein digitaler Zwilling kann auch zur Aufzeichnung sämtlicher Ereignisse, die die Umwelt beeinflussen, eingesetzt werden. So werden alle relevanten Informationen im Zusammenhang mit solchen Ereignissen, beispielsweise der Entlüftung von Drucksystemen, Abfackeln von Gas, Entsorgung von Abfallstoffen usw., entsprechend der behördlichen Vorgaben aufgezeichnet. Er wird sichergestellt, dass entsprechende Berichte an die Regierungsbehörden geliefert werden können, aber auch als Audit-Protokoll dienen können, falls es zu Zwischenfällen/Unfällen kommt.

Wie auch immer Ausgangspunkt oder das gewünschte Ziel aussehen mögen, der digitale Zwilling kann an vielen Stellen gewinnbringend eingesetzt werden. Mit Plantsight wird es möglich, zunächst eine konkrete Herausforderung zu bewältigen und im weiteren Verlauf neue Szenarien ins Visier zu nehmen – einmal integrierte Datenbestände lassen sich vielfältig nutzen und je mehr Daten zugänglich gemacht werden, desto zahlreicher die Möglichkeiten.



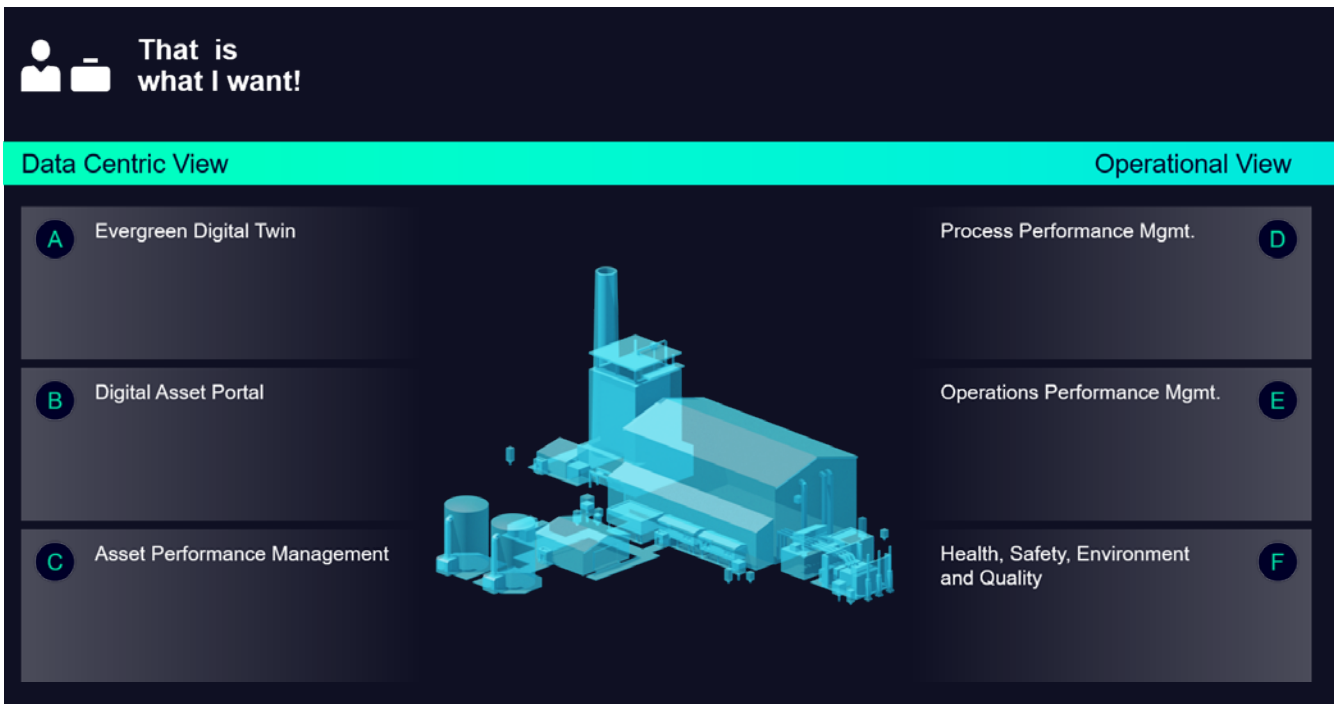
Virtuelle Trainingssimulationen auf Grundlage integrierter Daten tragen zur Steigerung der Anlagensicherheit bei.

Fazit

Die meisten Anlagen der Prozessindustrie verfügen über massive Datenschätze aus denen in vielfältiger Weise Erkenntnisse gezogen werden könnten, die zu Prozessoptimierung sowie zur Verbesserung von Betriebsleistung, Sicherheit und Produktqualität beitragen würden. Ein sorgsam aufgesetzter digitaler Zwilling schafft Mehrwert aus diesen Datenbeständen, die mithilfe von Plantsight zugänglich gemacht, vereint, kontextualisiert und rollenbasiert über ein Web-Portal zur Verfügung gestellt werden. 1D-, 2D- und 3D-Daten, die aus vielen verschiedenartigen Quellen zusammengeführt werden, liefern konsistente Daten. Modellgestützte Datenanalysen decken relevante Zusammenhänge auf und sorgen für fundierte Einsichten. In Plantsight lassen sich reale und virtuelle Welt durch eine alles übergreifende Digital-Twin-Plattform miteinander in Einklang bringen. Das bedeutet auch eine konsistente Anlagendokumentation über den Lebenszyklus der Anlage hinweg und das schafft eine bessere Ausgangslage für Simulationen, Optimierungen, Erweiterungen oder Neuplanungen.

Qualität und Vollständigkeit der Anlageninformationen stets überwacht werden und dass Änderungen der Anlagenleistung in Bezug auf Anlagenmerkmale oder Anlagenänderungen vergleichbar sind.

Neben dem Aspekt der prädiktiven, bedarfsgerechten Wartung wird eine ressourcenschonende Prozessführung insbesondere durch die Nutzung von Algorithmen zur (dynamischen) Online-Optimierung erreicht. Die Rückmeldung aus der realen in die virtuelle Welt erlaubt die Berechnung von Auslastungs- und Effektivitätsdaten und mittels integrierter Artificial-Intelligence- und Machine-Learning-Technologien in der Simulation der virtuellen Anlage können Entscheidungen für zukünftige Anlagenmodifikationen oder -fahrweisen vorab überprüft werden. Plantsight transformiert Rohdaten in einen digitalen Zwilling und stellt allen Beteiligten konsistente zuverlässige Informationen zur Verfügung, die anwender- und situationsabhängig aufbereitet sind und somit jederzeit eine fundierte Entscheidungsfindung ermöglichen.



Egal, an welchem Punkt mit der Erstellung des digitalen Zwillings durch Plantsight begonnen wird, die inhärenten Prozesse sorgen für eine sich selbst verstärkende Dynamik: Das Zusammenführen von Daten zu einem integrierten Informationsraum bietet funktionalen Kontext zu physikalischen Darstellungen und umgekehrt. Je mehr Dark Data sichtbar gemacht, mit Tags versehen, validiert und mit anderen verfügbaren Informationen verknüpft werden können, desto wertvoller und kontextreicher werden die Informationen. Der Wert von Daten wird auch durch einen einfachen Zugang erhöht, denn je intuitiver es ist, Assetinformationen zu aktualisieren und zu ergänzen, desto höher ist der Grad der Dokumentation der Assets und desto zuverlässiger und vollständiger werden die Informationen für andere Beteiligte sein. Um den langfristigen Erfolg messbar zu machen, sorgen integrierte Technologien dafür, dass die

Plantsight unterstützt Sie bei der Realisierung ganz unterschiedlicher Use Cases und sorgt mit dem integrierten Informationsraum für eine durchwegs fundierte Entscheidungsfindung.

< tl; dr >

Digitale Zwillinge eröffnen über den gesamten Anlagenlebenszyklus enorme Optimierungspotenziale. Plantsight als übergreifende Digital-Twin-Plattform bringt reale und virtuelle Welt in Einklang.

Literaturverzeichnis

Bamberg, Andreas; Urbas, Leon et al.: „Was den Digitalen Zwilling zum genialen Kompagnon macht“. In: Chemie Ingenieur Technik, 3/2020.

BITKOM-Studie: „Big Data im Praxiseinsatz - Szenarien, Beispiele, Effekte“. Berlin, 2012.

Demchenko, Yuri; Grosso, Paola et al.: „Addressing big data issues in Scientific Data Infrastructure“: In: International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2013.

Folmer, Jens et al.: „Big und Smart Data. Herausforderungen in der Prozessindustrie“. In: atp magazin, S. 58-69, März 2017.

Gölzer, Philipp: „Big Data in Industrie 4.0. Eine strukturierte Aufarbeitung von Anforderungen, Anwendungsfällen und deren Umsetzung“. Dissertation vorgelegt an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 2016.

Hill, Jürgen: „Siemens erweitert Digital-Enterprise-Angebot“. In: Computerwoche vom 25.02.2019: <https://www.computerwoche.de/a/siemens-erweitert-digital-enterprise-angebot,3546601,2> last accessed 2020/09/01.

Laney, Doug: „3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety“. META Group Whitepaper, 2001.

McAfee, Andrew; Brynjolfsson, Erik: „Big Data. The Management Revolution“. Harvard Business Review, Oktober 2012.

Reinsel, David; Gantz, John; Rydning, John: „The Digitization of the World – From Edge to Core“. An IDC Whitepaper, November 2018.

Schüller, Andreas et al.: „Der Digitale Zwilling in der Prozessindustrie“. In: atp magazin, S. 70-81, 2019.

Volk, Matthias und Hart, Stefan Willi: „Big-Data: Bestimmung der Big-Data-artigkeit von Projekten“ In: Schenk, Michael (Hg.): „Nutzung digitaler Methoden und Modelle in Engineering and Construction im Anlagenbau. 25. Industriearbeitskreis »Kooperation im Anlagenbau« 21. Juni 2016“, S. 29-43.

Wang, JunPing; Zhang, WenSheng et al.: „Industrial Big Data Analytics: Challenges, Methodologies, and Applications“. In: In IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2018.



Siemens AG

Digital Industries
Process Automation
Oestliche Rheinbruckenstrasse 50
76187 Karlsruhe, Deutschland

Änderungen vorbehalten
Artikel Nr. DIPA-B10189-00-7600
Printed in Germany
© Siemens 2021