

Integrierte Tool Suite ebnet Weg für digitalen Zwilling im Großanlagenbau

Inzwischen hat die Prozessindustrie viele Digitalisierungsinitiativen auf den Weg gebracht, mit dem Ziel, ihre Produktion effizienter und flexibler zu gestalten. Im Zentrum der Überlegungen steht der Aufbau des digitalen Zwillings der Anlage. Hierzu ist eine durchgängige Systeminfrastruktur notwendig, die den verlustfreien Datenaustausch gewerkeübergreifend über den gesamten Lebenszyklus der Anlage hinweg erlaubt.

Siemens schafft durch seine vollständig integrierte Tool Suite vom Engineering über die Inbetriebnahme bis hinein in den laufenden Betrieb die notwendige Grundlage, um einen derartigen digitalen Zwilling nicht nur zu erzeugen, sondern auch auf Stand zu halten.

Vereinfacht gesprochen ist der digitale Zwilling ein lebendiges, aktuell gehaltenes Abbild der realen Anlage im Betrieb. Allerdings unterscheidet sich diese digitale Kopie einer prozesstechnischen Anlage erheblich von dem einer Maschine oder eines Automobils. Insgesamt sind fünf verschiedene Kategorien von Informationen zu trennen, die zum Aufbau und Nutzen des digitalen Zwillings beitragen.

So gibt es die reinen **Attribute**, die das Layout der Anlage und die verwendete Ausrüstung charakterisieren. Es sind alle Merkmale aus mechanischer Sicht, deren physische Repräsentanten mit dem Auge begutachtet und in 2D und 3D visualisiert werden können.

Die zweite Kategorie bezieht sich auf das **Verhalten** der Komponenten und der Anlage insgesamt: Was geschieht in der Anlage? Welche Stoffe werden wie umgesetzt? Welche Zeitabhängigkeiten gibt es? Hierbei geht es um die Prozessbeschreibung auf einer abstrakten Ebene.

Ein dritter Aspekt ist **Connectivity**. Wie sind die einzelnen Komponenten miteinander verknüpft? Connectivity fasst funktionale Einheiten zusammen, um ein übergeordnetes Produktionsmodul zu beschreiben.

Des Weiteren gibt es **Aktivitäten**, d. h. Vorgänge beim Betrieb der Anlage.

Ebenfalls nicht vergessen werden dürfen die sogenannten **Events**. Dabei handelt es sich um zeitlich begrenzte Ereignisse wie Shutdowns für Wartungsmaßnahmen oder die Änderung des Betriebsmodus, wenn beispielsweise ein anderer Stoff produziert werden soll.

All diese Facetten spielen beim Design des digitalen Zwillings eine wichtige Rolle – der digitale Zwilling einer Anlage umfasst folglich viel mehr als nur das 3D-Modell einer Anlage!

Der digitale Zwilling dokumentiert As-designed-Daten (aus der Planung) und As-is-Daten (Modifikationen infolge der Errichtung der Anlage) sowie As-was-Zustände – nach dem Motto: Was war die Ursache des letzten Shutdowns? Außerdem ermöglicht er die Untersuchung von As-if-Szenarien, was beispielsweise im Falle einer geplanten Änderung eintreten würde. Ein derartig umfassendes Datenmanagement ist gerade in regulierten Branchen wie der Pharmaindustrie von großer Bedeutung.

Von einer **ersten Stufe** des digitalen Zwillings kann gesprochen werden, wenn alle Informationen einer Anlage vollständig digital vorliegen. Siemens unterstützt Anlagenbetreiber dabei, im Sinne eines Brownfield Enablements ihre Wartungs- und Modernisierungsprozesse durch durchgängig digitale Lösungen

schneller und kostensparender zu gestalten. Ziel des Brownfield Enablements ist es, ein digitales Kataster aller verwendeten Assets in einer Anlage zu erstellen.

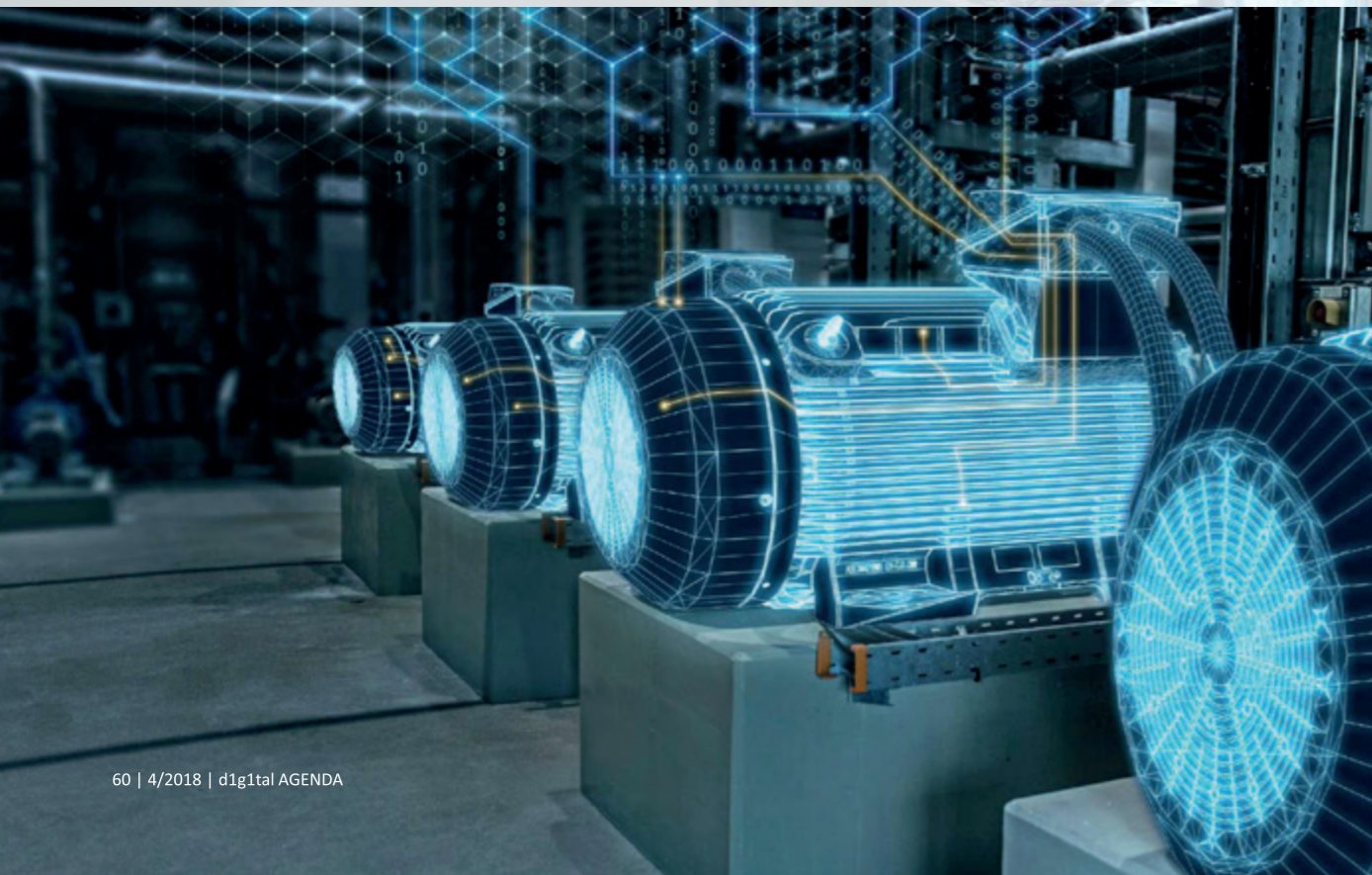
Als **zweite Stufe** des digitalen Zwillings lässt sich die Durchführung von Simulationen und das Vergleichen mit den verlinkten Daten bezeichnen. Beispiele hierfür sind die virtuelle Inbetriebnahme und die schnelle Störungsanalyse. Der Vergleich von digitalen Zwillingen verschiedener Produktionsstandorte mit Markttrends wie die Preisentwicklung von Rohstoffen, in Hinblick auf hergestellte Endprodukte oder Verfügbarkeit von Hilfsstoffen dient dem Asset Performance Management.

Totally integrated Engineering und Operation – wichtige Voraussetzung

Zur Erstellung des digitalen Zwillings einer prozesstechnischen Anlage können die Siemens-Lösungen COMOS fürs Anlagendesign, SIMATIC PCS 7 für die Prozessautomatisierung und SIMIT für die Simulation von Funktionseinheiten durchgängig genutzt werden. Aufgrund ihrer engen Verzahnung ermöglichen die drei Lösungen den verlustfreien Austausch von verfahrenstechnischen und automatisierungsbezogenen Informationen bereits im Engineering. Während der Betriebsphase können darüber hinaus unterstützend XHQ zur Schaffung von „Operations Intelligence“ und Apps genutzt werden, die den schnellen Datenaustausch mit der MindSphere-Cloud ermöglichen, um den Anlagenbetrieb weiter zu optimieren.

Die Grundlage für die Struktur des späteren digitalen Zwillings wird in der ersten Planungsphase mit COMOS gelegt. Das Tool dient einerseits der gewerkeübergreifenden Planung und konsolidiert andererseits die Daten aller Stakeholder – auch aus externen Quellen – in einem einzigen, objektorientierten Datenmodell (auch Shared-Data Modell). So wird die Basis gelegt, um den digitalen Zwilling über den gesamten Anlagenlebenszyklus auf aktuellem Stand zu halten. Der Betreiber hat so stets direkten Zugriff auf die aktuelle Dokumentation seiner Anlagen und Projekte, mit anderen Worten: Er behält die vollständige Kontrolle über seine Anlageninformationen.

Parallel zur Anlagenplanung kann die Projektierung der Automatisierung mit SIMATIC PCS 7 beginnen. Das PCS-7-Modul Plant Automation Accelerator (PAA) übernimmt auf Knopfdruck Spezifikationsdaten aus COMOS und integriert diese in SIMATIC PCS 7, in der die Anlagenstruktur unmittelbar erzeugt wird. Dadurch lassen sich Einsparungen von 20 Prozent und mehr an Zeit für die Programmierung der Leittechnik erreichen.



Vor der Inbetriebnahme kann das Anlagenverhalten im Anschluss mit SIMIT entweder virtuell oder real simuliert, getestet und anschließend in Betrieb genommen werden. Die Simulation erfolgt über Hardware-in-the-Loop-(HiL-) und/oder Software-in-the-Loop-(SiL-)Szenarien oder auch unter Einbindung der bereits implementierten Hardware (reale Controller). Die entsprechenden Daten lassen sich verlustfrei aus dem CAE-Tool und dem Leitsystem übernehmen.

Für schnelle (Factory Acceptance Tests, FATs) können Daten aus den Schaltplänen von SIMATIC PCS 7 nach SIMIT exportiert und mit weiteren Informationen wie die Anlagentopologie aus COMOS ergänzt werden. Die Modellbeschreibungen der Ausrüstung und des Prozessverhaltens werden in einem gemeinsamen Simulationsmodell zusammengefasst und in Standardbibliotheken abgelegt.

Die virtuelle Inbetriebnahme auf Basis des integrierten Ansatzes von Siemens lässt die tatsächliche Inbetriebnahmezeit um beachtliche 30 bis 60 Prozent sinken. Außerdem wirkt sich die erreichte höhere Qualität der Automatisierung positiv auf die Time-to-Production aus. Weiterer Vorteil: Die Simulationsergebnisse können im digitalen Zwilling abgespeichert und für effizientes Re-Engineering genutzt werden.

Hardware-in-the-Loop (HiL) bezeichnet ein Verfahren, bei dem ein eingebettetes System (zum Beispiel Speicher-programmierbare Steuerung – „Hardware“) über dessen Ein- und Ausgänge und einem Feldbus an das Simulationsmodell angeschlossen wird. HiL dient der Funktionsüberprüfung der eingebetteten Systemen im Sinne einer vorzeitigen Inbetriebnahme von Maschinen und Anlagen. Bei **Software-in-the-Loop (SiL)** wird im Gegensatz zum HiL keine dezidierte Hardware eingesetzt. Das resultierende Simulationsmodell der Software wird lediglich in den für die Zielhardware verständlichen Code kompiliert.

Eine derartige Funktionsabsicherung (auch „virtuelle Inbetriebnahme“) kann entweder am finalen Aufstellort der Maschine/Anlage beim Kunden stattfinden (Site Acceptance Test, SAT) oder im Vorfeld beim Lieferanten (Factory Acceptance Test, FAT), was eine schnellere Reaktion auf etwaige Fehler ermöglicht.

Nutzen des digitalen Zwillings im Betrieb

Soll der Produktionsprozess im laufenden Betrieb geändert oder Anlagenteile modernisiert werden, müssen zunächst die Engineering-Informationen entsprechend aktualisiert oder neu erzeugt werden. Die in COMOS gemanagte Anlagen- und Projektdokumentation ist aufgrund des objektorientierten Ansatzes sowie der zugrundeliegenden Arbeitsschichten-Technologie jederzeit zuverlässig und konsistent.

Im Anschluss kann durch Simulation überprüft werden, ob sich der gewünschte Effekt auch tatsächlich einstellt. Erst nach erfolgreichem Testdurchlauf auf Basis des virtuellen Modells wird die Änderung physisch in der Anlage umgesetzt. Der auf aktuellem Stand gehaltene digitale Zwilling dient folglich als Benchmark für die Modifikationen der Anlage bzw. eines Anlagenteils.

Im produktiven Betrieb liefert die Anlage eine Fülle von Daten, zum Beispiel aus der Feldebene. Diese liegen heute zum großen Teil noch unstrukturiert vor und werden auch nur zu einem Bruchteil effizient ausgewertet (Stichwort „Big Data“). Eine Möglichkeit, aus Big Data sogenannte Smart Data zu gewinnen, ist, die Informationen über Apps in MindSphere, Siemens Cloud-basiertes, offenes IoT-Ökosystem zu laden und dort zu analysieren.

Eine weitere Option für die Verbesserung der Anlagen-Performance bietet der Einsatz von XHQ. Diese Softwarelösung kann Echtzeit-Betriebsdaten – auch von mehreren Standorten – konsolidieren und mit Daten aus anderen Quellen in Beziehung setzen, um so ein effektives Asset Performance Management zu implementieren.

Asset Performance Management

Integriertes Anlagenmanagement im Sinne von Asset Performance Management (APM) betrachtet die Komponenten einer Anlage und die Anlage insgesamt als Vermögenswerte („Assets“). Daher kann es als Königsdisziplin im Großanlagenbau und -betrieb bezeichnet werden.

Ein einfaches Beispiel veranschaulicht das wie folgt: Die zustandsbasierte Überwachung einer im Betrieb befindlichen Pumpe findet über SIMATIC PCS 7 Pump Monitoring statt. Meldet PCS 7 die Abweichung einer Kennlinie vom Defaultwert, besteht die Gefahr, dass die Pumpe demnächst ausfällt, was möglicherweise einen Anlagenstillstand zur Folge hat. Daher ist es ratsam, proaktiv (ggf. auch außerhalb der turnusmäßigen Planung) einen Wartungsprozess zu initiieren

und durchzuführen. Hierfür kann die entsprechende Information nahtlos an COMOS übergeben werden, in dem – basierend auf dem objektorientierten Datenmodell – im Modul MRO (steht für Maintenance, Repair and Overhaul) die notwendigen Arbeitspakete erzeugt und Ressourcen definiert werden, um die geplante Wartungsmaßnahme schnell und sicher durchzuführen. Der digitale Zwilling bleibt dabei jederzeit up-to-date. In Verbindung mit der VR-Visualisierung in COMOS Walkinside kann außerdem sichergestellt werden, dass die Arbeitsumgebung bereits virtuell begangen und beispielsweise eine Lokalisierung des Einbauorts der Pumpe oder die effiziente Wegeplanung erfolgen kann. Natürlich lassen sich darin auch Wartungsmitarbeiter immersiv, in einem geschützten Umfeld für ihre Standard-Arbeitsabläufe oder Notfallsituationen (Gas-Leckage oder Verhalten im Brandfall) trainieren.

In Summe gesprochen garantiert APM auf Basis von kontextbezogenen und konsistenten Informationen eine hohe Anlagenverfügbarkeit und verringert signifikant den Zeitbedarf und Kosten für die Instandhaltung und Wartung. APM kann zudem bedeuten, die Effizienz von Anlagen zu vergleichen, die zwar an verschiedenen Standorten stehen, aber vergleichbare Stoffe herstellen oder mit der selben Ausrüstung Verfahren aussteuern. Hier kommt wieder die Operations Intelligence Software XHQ zum Tragen. XHQ verdichtet Betriebsdaten aus dem Feld mit weiteren Informationen aus Business- oder anderen Systemen in Form von aussagekräftig arrangierte Dashboards zur schnellen Entscheidungsfindung – und dies auch mit Echtzeitdaten.

Das Potenzial des digitalen Zwillings entfaltet sich weiter, wenn er für **Modularisierungs- und Standardisierungsinitiativen** herangezogen wird. Mithilfe des digitalen Zwillings lassen sich in COMOS sogenannte Knoten realisieren, komplette virtuelle Teilanlagen einschließlich aller Attribute, Schnittstellen und Simulationsergebnisse. Aus den Knoten kann eine neue Anlageninstanz abgeleitet werden.

Fazit und Ausblick

Der digitale Zwilling bietet Anlagenbetreibern die Chance, eine eindeutige Entscheidungsgrundlage für allen Stakeholder bereitzustellen – wesentlich für jede Digitalisierungsstrategie, die den Anspruch hat, den Weg in die betriebliche Praxis zu finden. Die „Intelligenz“ bietet der digitale Zwilling durch seine Struktur und die Verknüpfung der Daten, nicht durch das reine Erfassen und Speichern von Daten.

In COMOS ist jede Information nur ein einziges Mal am Objekt hinterlegt und die unterschiedlichen Stakeholder erhalten die für sie relevante Sichtweise auf die Information. Die unterschiedlichen Arbeitsschichten ermöglichen es allen Stakeholdern in ihren geschützten Layern zu arbeiten und dann im Anschluss die freigegebenen Schichten zum aktuellen Status zu konsolidieren. Ein **dezidiertes Rechte- und Rollenmanagement** schützt dabei stets zuverlässig vor unautorisiertem Zugriff auf die Daten.

www.siemens.com/comos

Die vollständig integrierte Tool Suite von Siemens für Engineering und Prozessautomatisierung, COMOS, SIMATIC PCS 7 und SIMIT ermöglicht es, dafür ein konsistentes Datenmodell über den gesamten Lebenszyklus der prozesstechnischen Anlage zu kreieren und aktuell zu halten. Weitergehende Optimierungspotentiale lassen sich durch Einbeziehung der Lösungen XHQ und dem offenen IoT-Ökosystem MindSphere heben.

Auch für das aktuell breit diskutierte Thema künstliche Intelligenz (KI) leistet der digitale Zwilling einen wichtigen Beitrag: KI ist auf Referenzfälle angewiesen, an denen die Algorithmen trainiert werden können. Referenzfälle lassen sich aus dem digitalen Zwilling ableiten, da dieser u.a. aus entsprechenden Prozessdaten gespeist wird. Zum Beispiel von den einzelnen Messstellen. Die extrahierten Werte lassen sich mit den Spezifikationen abgleichen, um aus den fortlaufenden Veränderungen im Betrieb für die Zukunft zu lernen.

In Zukunft ist davon auszugehen, dass der digitale Zwilling weiter an Bedeutung gewinnt, indem er als zentraler „Data Access“ auch für die Einbindung von Zulieferern, Kunden und Dienstleistern genutzt wird. Sie können über eine geschützte Verbindung die von ihnen zu editierenden Informationen in den digitalen Zwilling eingeben oder die dort bereitgestellten Daten zur Auswertung nutzen.

Weiter lässt sich auch das Daten Hosting auslagern, zum Beispiel an einen externen Dienstleister oder Lösungspartner, verbunden mit dem Auftrag, den digitalen Zwilling in einer Cloud-Umgebung zu pflegen.

www.siemens.com/pcs7