

Smart Factory mit digitalem Doppelgänger

Was der virtuelle Zwilling vorab zeigt, entscheidet später über Takt, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit. Mit KI und realen Prozessdaten wird daraus eine belastbare Grundlage für planbare Automatisierung.



In vielen Werken beginnt der Weg zur Smart Factory nicht mit dem Neubau einer Linie, sondern mit einer konkreten Aufgabe im Bestand. Ein Cobot soll Bauteile aus einem Tray entnehmen und lagerichtig in eine Vorrichtung setzen. Der Platz ist knapp, daneben arbeitet ein Bediener, der nächste Prüfplatz gibt den Takt vor. Was in der Planung wie ein überschaubarer Handhabungsschritt wirkt, betrifft im Betrieb Greifer, Reichweite, Sicherheit, Materialbereitstellung, Steuerung und Ergonomie.

Ähnliche Abhängigkeiten entstehen bei Prüfstationen, Verpackungsschritten, internen Übergaben oder angepassten Materialflüssen. Jede Änderung beeinflusst mehr als den einzelnen Prozessschritt. Genau hier entscheidet sich, ob Automatisierung skalierbar wird oder im Alltag zusätzlichen Abstimmungsaufwand erzeugt. Digitale Zwillinge schaffen dafür eine tragfähige Planungsgrundlage: Sie machen sichtbar, wie sich technische Entscheidungen im realen Zusammenspiel auswirken.

Wenn das Modell den Prozess sichtbar macht

Digitale Zwillinge gehören in der industriellen Automatisierung inzwischen zum etablierten Werkzeugkasten. Die entscheidende Frage lautet deshalb, wie weit das virtuelle Modell über einzelne Anlagen, Bewegungen oder Zustände hinausreicht. Sein Wert wächst, sobald Maschinen, Robotik und Materialfluss gemeinsam

betrachtet werden. Steuerungslogik, Bedieneingriffe und Umgebungsbedingungen ergänzen das Modell zu einer realitätsnahen Prozessdarstellung.

Für die Praxis ist dieser Unterschied zentral. Eine Bewegung kann für sich genommen korrekt programmiert sein und im Gesamtablauf trotzdem Probleme auslösen. Der Greifer erreicht das Bauteil, blockiert aber einen Bedienweg. Der Takt passt rechnerisch, kollidiert jedoch mit der Materialbereitstellung. Eine Umstellung spart Platz, erhöht aber den Aufwand für Wartung oder Qualitätsprüfung. Solche Effekte lassen sich im Modell früher erkennen.

In bestehenden Produktionsstrukturen unterstützt der digitale Zwilling konkrete Entscheidungen. Er zeigt, welche Variante zur vorhandenen Linie passt, welche Schnittstellen angepasst werden müssen und wo Risiken für Prozessstabilität entstehen. Für gewachsene Fertigungsumgebungen ist das besonders wertvoll. Dort treffen neue Automatisierungsschritte häufig auf bestehende Anlagen, unterschiedliche Steuerungsgenerationen und knappe Flächen.

KI gibt der Simulation Richtung

Mit Künstlicher Intelligenz gewinnt dieser Ansatz weiter an Wirkung. Die Stärke liegt dabei in der systematischen Auswertung großer Datenmengen. Simulationsläufe, Sensormeldungen, Qualitätsinformationen und Produktionsdaten liefern Hinweise, die manuell nur mit hohem Aufwand



Autor:
Michael Mayer-Rosa
Global Head of Intelligent Robotics System
Delta Electronics EMEA
www.delta-emea.com

erkennbar wären. KI ordnet Muster schneller ein und macht Zusammenhänge zwischen Prozessparametern sichtbar.

In der Smart Factory unterstützt sie damit Entscheidungen während der Planung und im laufenden Betrieb. So lassen sich stabile Takte, Engpässe sowie Auswirkungen auf Energieverbrauch, Ausschuss und Anlagenverfügbarkeit schneller erkennen. Die Verknüpfung realer Prozessdaten mit Simulationsmodellen erleichtert zudem, auffällige Abweichungen als mögliche Störungssignale einzuordnen. Damit trägt KI sowohl zur Variantenbewertung als auch zur kontinuierlichen Optimierung laufender Produktionsprozesse bei. Der digitale Zwilling liefert dabei die Grundlage, um Varianten vor ihrer Umsetzung belastbar zu bewerten.

Auch die Simulation selbst profitiert von der KI-gestützten Auswertung. Variantenräume lassen sich systematisch durchsuchen und Szenarien gezielter bewerten. Die Ergebnisse helfen, praktikable Lösungen schneller einzugrenzen. Der Mensch bleibt dabei Entscheider. Er erhält jedoch eine verlässliche Basis, um technische, wirtschaftliche und organisatorische Auswirkungen gegeneinander abzuwägen.

Die Brücke in den realen Betrieb

Damit modellbasierte Planung im Betrieb trägt, muss das Modell ausreichend nah an der Realität liegen. Bewegungen, Kräfte, Sensorik, Steuerungslogik und Prozessdaten müssen zusammenpassen. Genau hier setzt Sim-to-Real an, also der Weg von der virtuellen Prüfung zur realen Umsetzung. Je genauer dieser Übergang gelingt, desto geringer wird der Aufwand bei Inbetriebnahme, Anpassung und Skalierung.

Für industrielle Anwendungen spielen offene Simulationsumgebungen, physikalisch genaue Modelle und durchgängige Datenstrukturen eine wichtige Rolle. Technologien wie NVIDIA Omniverse, Isaac Sim oder OpenUSD können helfen, Robotik, Umgebung und Prozesslogik virtuell zusammenzuführen. Anwendungen wie DIATwin ergänzen solche Ansätze um industrielle Digital-Twin-Funktionen für Abläufe, Zustände und Produktionsdaten. Auf diese Weise lässt sich auch das Verhalten von Robotersystemen wie der D-Bot-Serie von Delta Electronics in ihrer späteren Einsatzumgebung prüfen.

Wichtig ist dabei die technische Einordnung. Solche Bausteine verbinden physikalische Modelle, Steuerungslogik und reale Randbedingungen zu einem prüfbareren Szenario. Dadurch wird eine Prozessvariante funktional bewertet, bevor sie in die reale Produktionsumgebung übertragen wird.

Robotik wird berechenbarer

Am Handhabungsschritt mit dem Cobot wird diese Logik konkret. Der Roboter soll ein Bauteil aufnehmen, bewegen und in eine Vorrichtung setzen. Im Modell lässt sich prüfen, ob Reichweite,



Greifer, Bahnplanung und Sicherheitsabstand zur Aufgabe passen. Auch die Position des Trays, die Lage der Vorrichtung und der Eingriff des Bedieners können einbezogen werden.

So zeigt sich früh, welche Lösung im Betrieb tragfähig ist. Eine andere Tray-Position kann Wege verkürzen, eine angepasste Greifstrategie den Takt stabilisieren. Eine veränderte Bahnplanung senkt womöglich Kollisionsrisiken und schafft zugleich mehr Raum für manuelle Tätigkeiten. Solche Details entscheiden häufig über den Erfolg einer Automatisierung. In der Simulation lassen sie sich vor dem Umbau durchspielen. Die Ergebnisse unterstützen zugleich die Auswahl und Auslegung des Roboters. Reichweite, Traglast, Greifkonzept und Schnittstellen müssen zur Aufgabe und zur vorhandenen Fertigungszelle passen.

Die Qualität der Automatisierung hängt vom Zusammenspiel aller beteiligten Komponenten ab. Digitale Zwillinge prüfen vor der Realisierung, ob Robotik, Materialbereitstellung und Bedienung zuverlässig ineinandergreifen. Dadurch können Betriebe gezielt automatisieren und ihre vorhandenen Produktionsstrukturen weiter nutzen.

Wenn Gebäudetechnik Teil der Smart Factory wird

Die nächste Entwicklung führt den digitalen Zwilling über einzelne Linien und Fertigungszellen hinaus. Auch die Gebäudetechnik prägt den Fabrikbetrieb. Raumklima, Beleuchtung, Beschattung und Energieversorgung beeinflussen Arbeitsbedingungen, Verbrauchswerte und teilweise die Prozessstabilität. Besonders energieintensive Standorte profitieren deshalb von einer gemeinsamen Betrachtung ihrer Produktion und Infrastruktur.

Ein Gebäudezwillings bildet diese technischen Systeme und ihre gegenseitigen Abhängigkeiten

ab. So wird beispielsweise erkennbar, wie Sonneneinstrahlung, Raumnutzung und Anlagenauslastung den Kühl- oder Energiebedarf verändern. Unterschiedliche Einstellungen lassen sich vorab vergleichen und auf Effizienz, Komfort sowie Betriebsstabilität abstimmen.

Damit erhält die Smart Factory eine breitere Datengrundlage. Produktionsanlagen, Materialflüsse und technische Infrastruktur können übergreifend betrachtet werden. Das hilft, Energie gezielter einzusetzen und bislang getrennt optimierte Bereiche besser aufeinander abzustimmen.

Planungssicherheit vor der Investition

Die Cobot-Anwendung zeigt, wie viele Faktoren bereits bei einem überschaubaren Automatisierungsschritt zusammenwirken. Im Modell werden ihre Wechselwirkungen sichtbar, bevor Hardware beschafft und die Fertigungszelle angepasst wird.

Als Ausgangspunkt für eine datenbasierte Automatisierungsplanung eignet sich eine klar abgegrenzte Aufgabe mit messbarer Wirkung. Das kann eine Übergabe, ein Prüfablauf, ein Verpackungsschritt oder ein energieintensiver Bereich sein. Entscheidend ist, dass sich Varianten technisch prüfen und wirtschaftlich vergleichen lassen.

Jedes auf diese Weise geprüfte Projekt erweitert die Datenbasis für weitere Automatisierungsschritte. Planung und Umsetzung greifen enger ineinander, während Entscheidungen auf realen Prozessdaten und validierten Szenarien beruhen. Maschinen, Abläufe, Gebäude und Energieflüsse lassen sich so schrittweise zu einer Smart Factory vernetzen. Digitale Zwillinge schaffen die virtuelle Planungsgrundlage, KI-gestützte Auswertungen erschließen das Potenzial der verfügbaren Daten. Gemeinsam treiben sie die industrielle Transformation voran. ◀