



Seit 40 Jahren setzt Beckhoff mit PC-based Control auf eine durchgängige und offene Automatisierung.

Durchgängige Lösung für Software-defined Automation

Zukunftsthemen

löst man nicht mit Inseln

Software-defined Automation, die Konvergenz von IT und Produktionstechnik (OT) sowie der nächste Schritt hin zu Physical AI treffen zeitgleich auf verkürzte Entwicklungszyklen und höheren Kostendruck. Doch all diese Technologietrends und Anforderungen lassen sich mit Beckhoff in einer gemeinsamen Architektur zusammenführen. Die Basis dafür bildet der durchgängige Ansatz von PC-based Control, wie er vor 40 Jahren erstmals formuliert wurde. Entscheidend ist heute aber nicht mehr nur die Verfügbarkeit einzelner Funktionen, sondern vor allem ihr Zusammenspiel. Was das genau bedeutet, können Messebesucher auf der SPS 2026 am Stand von Beckhoff (Halle 7, Stand 406) live erleben.

Mit Auslieferung der ersten PC-basierten Maschinensteuerung markierte Beckhoff 1986 den Start einer neuen Ära. Dahinter stand anfangs vor allem eine Überlegung: Wer Steuerungstechnik auf IT-Standards aufsetzt, nimmt an deren Innovationszyklen teil und ist nicht mehr an proprietäre Entwicklungspfade gebunden. Der Clou bestand jedoch nicht nur darin, einen PC in die Maschine zu integrieren. Er lag ebenso in der Abstraktion der Steuerungsfunktion von proprietärer Hardware. So bildet die Automatisierungsplattform TwinCAT seit 1996 das softwareseitige Fundament, das von der Logik- und Bewegungssteuerung über Kommunikation, HMI, Safety und Messtechnik bis zu Bildverarbeitung, Robotik und KI-Tools alles in einer Umgebung vereint.

Was die Branche heute als Software-defined Automation bezeichnet, war bei Beckhoff also schon ein Vierteljahrhundert vor Industrie 4.0 eine konstruktive Entscheidung. Auf dieses Konto haben seither zahlreiche Technologiesprünge eingezahlt: Der Einsatz von PC-Technik erlaubte eine unkomplizierte Anbindung von Maschinen an Datenbanken, ERP- und IoT-Systeme über standardisierte Protokolle aus der IT. Ethercat ermöglichte, die wachsende Rechenleistung der Steuerung durch schnelle, deterministische Kommunikation und präzise Synchronisierung für den Maschinenprozess zu nutzen. Multicore-Prozessoren lieferten ausreichend Performance für Aufgaben, die zuvor externe Hardware erforderten. Web-Technologien lösten proprietäre Bedienkonzepte ab. Jede dieser Entwicklungen beantwortete neue Anforderungen, die

nach und nach aufkamen. Heute geht es also darum, eine Vielzahl benötigter Eigenschaften und Funktionen gleichzeitig und durchgängig über eine Automatisierungslösung zur Verfügung zu stellen.

Automation in Software denken

Moderne Maschinen sollen präzise und dynamisch sein, Varianten verarbeiten, sicher mit Menschen interagieren, Prozesszustände erfassen, Daten bereitstellen, intuitiv bedienbar bleiben und über Jahre weiterentwickelt werden. Keine dieser Eigenschaften ist für sich genommen neu. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, ist es für Maschinenbauer künftig jedoch essenziell, dass alle Funktionen im selben Projekt, im selben Engineering und über denselben Lebenszyklus zusammenwirken.

Software-defined Automation verlagert die Veränderbarkeit einer Maschine von der Mechanik in die Architektur. Bewegungsprofile, Prozessfolgen und Varianten werden in Software beschrieben. Das schafft neue Freiheitsgrade, ist aber nur dann beherrschbar, wenn Steuerungslogik, Bewegung, Sicherheitstechnik, Bedienung und Prozessdaten aufeinander abgestimmt sind. Die Konvergenz von IT und OT bringt zwei Welten mit unterschiedlichen Logiken zusammen: Die Steuerung benötigt deterministische Reaktionen in definierten Zeitrastern. Analyse, Visualisierung und übergeordnete Dienste arbeiten mit anderen Zeitbezügen und Datenmodellen. Beide müssen sich eine Architektur teilen, ohne dass die Verlässlichkeit der Maschine leidet.



► Physical AI verbindet die Bewertung von Prozessdaten mit einer kontrollierten Reaktion der Maschine.

Hinzu kommt hoher wirtschaftlicher Druck: Projektlaufzeiten verkürzen sich und Kostenrahmen werden enger gesteckt. Gleichzeitig sollen Maschinen während ihrer Laufzeit möglichst flexibel und adaptiv auf neue Anforderungen oder Varianten reagieren können. Wie eng diese Themen verzahnt sind, zeigt sich im Detail. Eine veränderte Bewegung wirkt auf Sicherheitsfunktionen, Prozesszeiten und Bedienabläufe zurück. Ein Bildmerkmal wird erst durch Werkstück, Position, Prozessschritt und Zeitbezug zur verwertbaren Information. Und eine zusätzliche Datenverbindung muss so gestaltet sein, dass sie weder Echtzeitfähigkeit noch Sicherheit noch die langfristige Beherrschbarkeit beeinträchtigt.

Zwischen Erkennen und Handeln

Am deutlichsten wird das bei Physical AI, also wenn künstliche Intelligenz mit der

physischen Welt interagiert. Dann bleibt KI nicht auf Datenanalyse beschränkt, sondern verbindet sich mit Bilddaten, Prozesswerten, Bewegungszuständen und Signalen aus dem Feld. Der kritische Übergang liegt zwischen dem Erkennen und dem Handeln: Ein Modell kann eine Abweichung bewerten – ob und wie die Maschine darauf reagiert, entscheidet sich an anderer Stelle. Welcher Prozessschritt läuft gerade? Welche Bewegung ist zulässig? Welche Sicherheitsfunktion ist aktiv? Muss ein Mensch einbezogen werden?

Daraus folgt eine Konsequenz, die einem verbreiteten Reflex widerspricht: KI ersetzt die Grundlagen der Automatisierung nicht, sie erhöht die Anforderungen an deren Zusammenspiel. Vision und Messtechnik liefern Informationen aus der realen Umgebung, die Steuerung verbindet sie mit dem aktuellen Ablauf, Motion Control setzt Bewegungen präzise um, die Sicherheitstechnik definiert den zulässigen

Handlungsrahmen, und das HMI macht Zustände, Entscheidungen und Eingriffsmöglichkeiten nachvollziehbar. Erst diese Orchestrierung erzeugt belastbaren Nutzen. Technisch bedeutet das: Twincat verteilt Anwendungen, Echtzeit-Tasks und Module auf mehrere CPU-Kerne und führt alles zusammen, ohne die deterministische Ausführung kritischer Prozesse zu gefährden. Die Leistungsfähigkeit einer Maschine kann innerhalb einer gemeinsamen Architektur skalieren, ohne für jede neue Funktion eigenständige Insellösungen aufbauen zu müssen.

Genau dafür ist das Beckhoff-Portfolio ausgelegt. Seine Skalierbarkeit reicht vom kompakten Embedded-PC bis zum leistungsstarken Industrie-Server. Die Offenheit erlaubt die Nutzung verschiedener Programmiersprachen, die unkomplizierte Einbindung trainierter Machine-Learning-Modelle oder die Integration von Komponenten und Lösungen ande-

► Durch die große Skalierbarkeit erhält der Anwender genau die Rechenleistung, die seine Applikation benötigt – vom Embedded-PC bis zum Industrie-Server.





► PC-based Control führt Steuerung, Motion, Kommunikation, Safety, Messtechnik, Bildverarbeitung, Robotik und KI auf einer gemeinsamen Architektur zusammen.

rer Hersteller. Über die Distributed Clocks schafft Ethercat einen präzisen Zeitbezug für die angebundenen I/Os, Antriebe und Messtechnikkomponenten.

Der Blick auf das große Ganze

Auf der SPS 2026 widmet Beckhoff dem Systemgedanken einen prominent positionierten Bereich. Themenwände erläutern die zentralen Aufgaben moderner Maschinenautomatisierung – von der Ablauf- und Bewegungssteuerung über Bedienung, Sicher-

heitstechnik und Messtechnik bis zu Bildverarbeitung, künstlicher Intelligenz und Connectivity. Es handelt sich bewusst nicht um Produktübersichten. Jede Wand beantwortet stattdessen, welche Aufgabe die Maschine lösen muss, welche Hardware- und Softwaretechnologien dafür bereitstehen und wie sich diese Lösung in das Gesamtsystem einfügt. Hardware und Software werden dabei immer gemeinsam betrachtet.

Was das in der Praxis bedeutet, können Messebesucher am Stand von Beckhoff live erleben. Eine reale Maschine, wie sie auch in der hauseigenen I/O-Produktion eingesetzt wird, bildet den zentralen Bezugspunkt. Sie vereint alle Technologien aus dem Automatisierungsbaukasten von Beckhoff – von SPS, Kommunikation und Motion über Messtechnik und Robotik bis zu KI-Tools und den schwebenden Movern von XPlanar. Die Kombination der Funktionen und Technologien zeigt auf der SPS also anschaulich, warum der Systemansatz heute den Ausschlag gibt. Besuchern lässt sich der Zusammenhang in beide Richtungen erklären: von einer konkreten Maschinenanforderung zur Technologie, die sie löst – oder von einer Technologie zu ihrer Anwendung an der Maschine.

Vom Sonderweg zur Normalität

Die Entscheidung für PC-basierte Steuerungstechnik im Jahr 1986 wurde anfangs belächelt und galt lange als Sonderweg. 40 Jahre später hat die Bedeutung offener und standardisierter Schnittstellen deutlich zugenommen. PC-based Control ist damit also vom Gegenentwurf zu einem etablierten Automatisierungsansatz geworden – nicht nur im Maschinen- und Anlagenbau, sondern auch in vielen anderen Bereichen und Branchen.

Was einmal Vision war, ist längst messbarer Vorteil: weniger Schnittstellen, geringere Latenzen integriertes Engineering, eine gemeinsamen Steuerungsplattform und abgestimmte Kommunikations- und Zeitbezüge. Das sind Eigenschaften, die sich nachträglich nur mit erheblichem Integrationsaufwand umsetzen lassen. Wo Steuerung, Bewegung, Sicherheit, Messtechnik und Datenwelt als getrennte Technologiewelten aufgebaut wurden, bleiben sie für den Anwender ein Integrationsprojekt – mit zusätzlichen Schnittstellen, speziellen Werkzeugen und Sonderlösungen, deren Kosten über den Lebenszyklus wachsen. Damit verschiebt sich das Differenzierungsmerkmal. Nicht die Zahl verfügbarer Technologien entscheidet über die Wettbewerbsfähigkeit einer Maschine, sondern die Fähigkeit ihrer Architektur, neue Funktionen aufzunehmen. n

► Seit 1996 bildet die Automatisierungsplattform TwinCAT ein sicheres und vielseitiges Fundament für Software-defined Automation.

