

# Serie II: Prozessoptimierte Produktion



Nach bedeutenden Automatisierungserfolgen bei Produktionsmaschinen und –anlagen werden in der industriellen Produktion mehr denn je automatisierte, durchgängige Gesamtlösungen in einem homogenen System für komplexe Produktionsanlagen angestrebt. Das Angebot an passenden automatisierenden Produkten ist vorhanden, die grundlegenden Anforderungen können erfüllt werden. Was aber ist der Stand der Entwicklung, und wo geht die Reise hin? x-technik AUTOMATION beleuchtet Ist-Stand und Zukunftspotenziale in Form einer Artikelserie. Teil 1 konzentriert sich auf die Automatisierung der Bearbeitungsprozesse auf Maschinenebene, Teil 2 auf die Integration bisher getrennter Produktionsschritte über mehrere Maschinen hinweg, und Teil 3 betrachtet die Gesamtautomatisierung ganzer Betriebe. In Interviews und einem Diskussionsforum kommen in Teil 4 Experten zu Wort.

# Teil 3: Die Produktionsstätte

Auf der Ebene der einzelnen Produktionsmaschine sorgt ein hoher und weiter steigender Automatisierungsgrad bereits heute für sensationelle Produktivitätswerte. Auch die naheliegende Fortsetzung der Automatisierung durch Integration der Logistik zwischen den unterschiedlichen Maschinen hat Potenzial und wird weiter ausgebaut. Wo aber steht die Automatisierung heute, wenn es um die nächst höhere Integrationsebene geht? Wie weit entfernt sind wir von der Fabrik, die von einem einzigen Arbeitsplatz aus gesteuert und überwacht werden kann? Oder, angesichts der von der Internet-Technologie gebotenen Möglichkeiten, vom steuernden Umgang mit verteilten Produktionsstätten, die sich für die Produktionsverantwortlichen wie eine einzige große Fabrik darstellen?

Autor: Ing. Peter Kempfner / x-technik

## Vision Durchgängigkeit

50.248 Stellplätze in 168 Parkhäusern und -plätzen betreibt Österreichs führendes Dienstleistungsunternehmen für die professionelle Parkraumbewirtschaftung. Die Steuerung und Überwachung der Anlagen – von den Schranken über die Ein- und Ausfahrtssäulen, von den Bezahlautomaten bis zu den Belegungssensoren – sowie deren Programmierung und Softwarewartung erfolgt von einem einzigen Büro am Wiener Karlsplatz aus. Dorthin werden auch Autofahrer verbunden, die per Sprechtafel Hilfe anfordern. Von hier aus werden alle per Softwareeingriff lösbaren Probleme behoben, von hier aus werden alle Transaktionen verfolgt. Auch wenn das vielleicht für manche utopisch erscheint, ist das seit mehr als fünfzehn Jahren gelebte Realität.

Was das mit prozessoptimierter Produktion zu tun hat? Ganz einfach: Genau diese Durchgängigkeit ist das Endziel der industriellen Automation. Auch und besonders in der Produktion ist der Betrieb im Vorteil, dem es gelingt, den Herstellungsprozess in seiner Gesamtheit durchgehend zu automatisieren und von allen Interaktionen zu befreien, die diesem nicht direkt dienlich sind. Wie bei der einzelnen Maschine besteht die Motivation darin, Herstellkosten zu sparen, allerdings nicht durch noch schnellere einzelne Produktionsschritte, sondern durch das Einsparen nicht direkt produktiver Tätigkeiten und Vorgänge und durch das Eliminieren von Fehlerquellen.

Die Vision ist hier, aus Produkt- und Auftragsdaten unmittelbar die Anweisungen für Maschinen, Handhabungsgeräte, Transporteinrichtungen und Prüfgeräte abzuleiten, sie über die Gesamtanlage zu verteilen und diese zentral zu überwachen und zu steuern. Kurz: Die ganze Fabrik zu betreiben, als wäre sie eine einzige Maschine.

Nicht, dass es solche Fertigungsstätten in der industriellen Produktion nicht gäbe. Raffinerien, Zementwerke, Kraftwerke und Walzwerke arbeiten genau nach diesen Prinzipien. Sie werden von zentralen Leitwarten aus kontrolliert und gesteuert, von der Rohstoffanlieferung bis zur Verla-

derung des Endproduktes. Man nennt sie halt nicht Fabriken, sondern Anlagen. Und spricht nicht von Fertigungsautomatisierung, sondern von Anlagensteuerung.

Dass diese Durchgängigkeit in anderen Produktionsbereichen nicht ebenso verbreitet ist, hat konkrete und leicht nachvollziehbare Ursachen. In der Komplexität der Produkte, die aus vielen Einzelteilen bestehen. In der Verschiedenheit der einzelnen Produktionsprozesse, denen diese unterworfen sind. In der Problematik des Transportes zwischen einzelnen Fertigungsschritten. Nicht zuletzt aber auch in der Tatsache, dass sich viele Herstellungsschritte der Mechanisierung entziehen und menschliche Arbeitskraft an zahlreichen Stellen im Produktionsvorgang selbst unersetzlich ist.

## Automatisierung als Schichtenmodell

An dieser Stelle erscheint es angebracht, ein allgemeines Wort zur industriellen Automation zu verlieren und die Begriffsdefinition in Erinnerung zu rufen: Automationslösungen werden in mehrere Schichten unterteilt. Dabei ist der Level 1 die prozessnahe Schicht, also die unterste Ebene. Aufgabe der Level-2-Automatisierung ist, die Funktion der Level-1-Automatisierung zu optimieren sowie Stellgrößen und Sollwerte vorzugeben. Level-3-Automatisierung dient hingegen der Planung, Qualitätssicherung und Dokumentation.

Für Systeme, die gesamte Installationen überwachen, visualisieren, steuern und regeln, hat sich der Terminus SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) eingebürgert. Wie bei vielen interessant klingenden Begriffen, die von Lieferanten zur Bezeichnung der Einsatzmöglichkeiten ihrer Produkte adoptiert werden, herrscht bezüglich der Unterschiede zwischen SCADA-Systemen und verteilten Steuerungssystemen (Distributed control system; DCS). Mit SCADA werden Systeme bezeichnet, die Prozesse in Echtzeit koordinieren, aber nicht steuern. Das ist den auf den Ebenen 1 (und mittlerweile zunehmend häufiger auch auf Ebene 2) arbeitenden SPS-Systemen vorbehalten. Allerdings verschwimmen diese Begriffe angesichts der Fortschritte in der Kommunikationsinfrastruktur (Stichworte Ethernet und TCP/IP) und leistungsfähiger Industrierechner,

↳ Fortsetzung Seite 16

die beide Funktionen übernehmen, immer mehr. Das vor allem auf der Ebene einzelner Maschinen, die ja – siehe Teil 1 dieser Artikelserie – zunehmend öfter vormals getrennte Funktionen in einem Gerät vereinen. Aus diesem Grund wird für die Gesamtleitung und –überwachung gesamter Installationen aus mehreren Maschinen und Anlagenteilen in letzter Zeit wieder stärker der Begriff Prozessleittechnik verwendet.

### Ein System ist nicht genug

Prozessleitsysteme gibt es von allen namhaften Herstellern industrieller Steuerungssysteme. Sie sind in der Lage, mit den Steuerungen der einzelnen am Produktionsprozess beteiligten Maschinen unabhängig von deren Fabrikat zu kommunizieren und so neben der Überwachung des Gesamtprozesses auch die übergeordnete Kontrolle zu übernehmen. Darüber hinaus sind die meisten heutigen Produkte in der Lage, über eigenintelligente I/O-Baugruppen direkt Sensoren abzufragen oder Antriebe anzusteuern. Das hilft beispielsweise bei der Integration einfacher Transporteinrichtungen zwischen den Maschinen, aber auch bei der Einbeziehung externer produktionswichtiger Faktoren, etwa der Raumtemperatur oder Beleuchtung. Auch erge-

ben sich dadurch direkte Eingriffsmöglichkeiten innerhalb der Maschinen selbst, also die manchmal hilfreiche Umkehr der Reaktionskette. Schließlich können HMI-Systeme direkt angebunden werden, was die Interaktion mit menschlichen Arbeitskräften erlaubt und damit die Integration manueller Arbeitsplätze in die Gesamtautomatisierung gestattet.

Schon die Installation eines Prozess- oder Produktionsleitsystems kann die Wirtschaftlichkeit komplexer Produktionsabläufe erheblich steigern. Mit heutigen Mitteln der Hardware und der Netzwerktechnik ist die Ausstattung mit solchen Systemen so preiswert geworden, dass man sich wundert, gerade bei kleineren und mittelgroßen Produktionsstätten solche Systeme meist vergeblich zu suchen. Das noch mehr, seit durch mittlerweile ausgereifte Funkvernetzung auch die früher oft als Hindernis empfundene Verkabelung zum Großteil eingespart wird. Was teilweise tatsächlich noch fehlt, sind hingegen Anschlussmöglichkeiten für ältere Maschinen an die moderne Netzwerkkumgebung. Daran wird allerdings, teilweise bereits sehr erfolgreich, von den Anbietern der Leittechnik ebenso gearbeitet wie von den Lieferanten der Netzwerktechnik. Und die Automatisierungshersteller haben längst erkannt, dass auch die Umrüstung der langlebigeren Mechanik älterer Maschinen auf neueste Steuerungstechnik ein für Kunden wie Hersteller lohnendes Geschäft ist.

Für die wirklich durchgängige Automatisierung der unterschiedlichen Produktionsprozesse ist die Leittechnik allein allerdings nur die halbe Miete. Zu ihrer Vervollständigung



braucht sie Schnittstellen zu produktionsfernen Systemen, und sie braucht sowohl oberhalb als auch unterhalb des eigenen Wirkungsbereiches Software-Ebenen zur Ergänzung.

### Eine Ebene dazwischen

Beginnen wir unten: Bereits seit längerem gibt es DNC (Distributed Numeric Control) Systeme zur zentralen Programmierung aller angeschlossenen Maschinen. Sie sind für viele Fertigungsunternehmen der wahre Grund zur Vernetzung der Werkshallen, denn durch sie konnte sich die Maschinenprogrammierung von der Arbeit vor Ort zur Büro-tätigkeit entwickeln. Zudem sind die Diagnosemöglichkeiten meist besser als direkt am Gerät. Der Produktivitätsgewinn wäre allerdings nicht annähernd so groß ohne die Maschinensimulation, die einen virtuellen Probelauf ermöglicht und damit Korrekturmöglichkeiten schafft, während die Maschine noch mit einem anderen Produktionslos beschäftigt ist. Dadurch können die Stillstandszeiten auf ein Minimum reduziert werden.

Hier gibt es Überschneidungen mit den CAM-Systemen, die aus den Konstruktionsdaten der einzelnen Teile Programmcodes für Fertigungsmaschinen erzeugen und diese Maschinenraumsimulation meist ebenfalls enthalten.

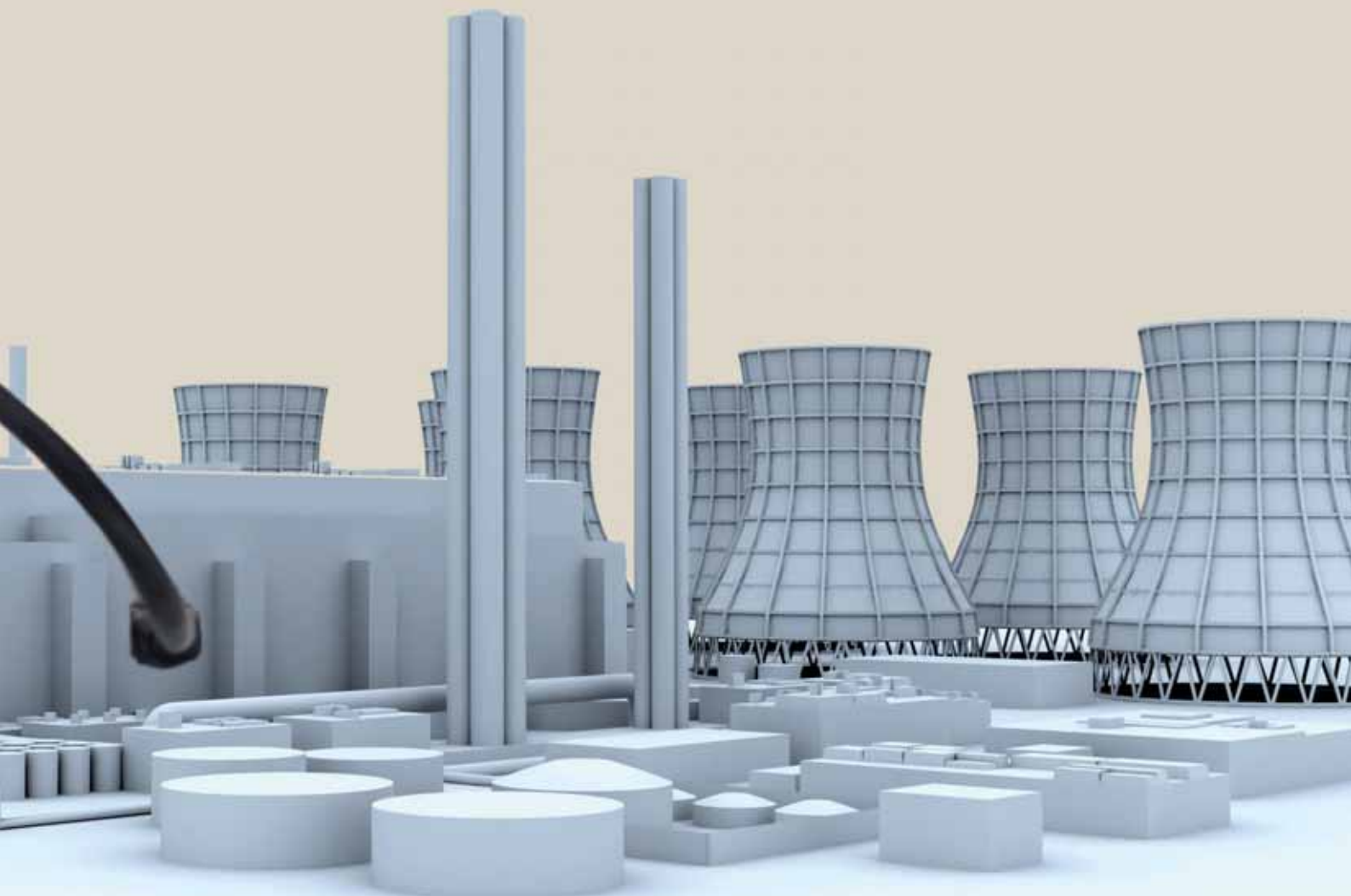
Da es nicht immer praktisch ist, das übergeordnete Prozessleitsystem mit Diagnosefunktionen zu überfrachten, reihen sich in diese Ebene auch Auswertesysteme ein, die

mittels eigener Sensorik – meist an Stellen, die für die Maschinen und Handhabungsgeräte selbst nicht direkt relevant sind, aber für den Gesamtprozess dennoch wichtig – Zustandsbilder des Produktionsflusses ableiten, aus denen Rückschlüsse auf Optimierungs- oder Wartungsbedarf gezogen werden können. In Anlehnung an Business Intelligence, also Systeme, die ähnliche Funktionen im kaufmännischen Bereich ausführen, nennen manche Hersteller solche Betriebsdatenerfassungs-Systeme Plant Intelligence.

### Davor, danach, dazwischen

Wichtig für den durchgängigen, will heißen lückenlosen, Aufbau einer Automatisierungskette über das gesamte Produktionsunternehmen ist die Einbeziehung von Systemen, welche die Vorgänge dazwischen steuern. Siehe auch Teil 2 dieser Artikelserie. Dazu gehört die innerbetriebliche Logistik unter Einschluss von Transport sowie Ein- und Auslagerung, die Qualitätskontrolle über automatische Mess- und Prüfsysteme ebenso wie Verpackung und Kommissionierung. Für diese und weitere Bereiche gibt es Spezialunternehmen, welche Komplettlösungen zu deren Automatisierung anbieten, die sich für das übergeordnete Leitsystem nicht anders darstellen als etwa Maschinensteuerungen. Gleichberechtigt mit diesen können sie über ähnliche Schnittstellen integriert werden. Das wird anhand des Beispiels Transport zwischen Produktionshallen oder -stätten deutlich: Die GPS-Position des Transportbehälters

↳ Fortsetzung Seite 18



ist auch nur ein Wert in der Sensorik-Kette, auf den die Leittechnik reagieren kann, indem sie beispielsweise bei Verspätungen den nachfolgenden Prozess verzögern oder ein anderes Produktionslos einschleusen kann, um die Wartezeit sinnvoll zu überbrücken.

Bei aller Automatisierungswut liegt die Kunst hier weniger in der vollständigen Integration automatischer Systeme als vielmehr in der Berücksichtigung der manuellen oder teilmanuellen Option, entweder für das Ausweichszenario oder weil die völlige Automatisierung nicht immer das Wirtschaftlichste ist.

### Die Ebene darüber

Ganz erheblich hängt die Erreichung des Zieles, ganze Produktionsbetriebe durchgängig zu automatisieren, vom Zusammenspiel der SCADA-Ausstattung und produktionsferner Werkzeuge ab. Zu diesen gehören vor allem ERP-Systeme mit ihren Warenwirtschaftspaketen, aber auch die Produktionsplanung und -steuerung (PPS). Gerade in diesem Bereich sind Integrationsvorhaben in der Vergangenheit häufig daran gescheitert, dass die Systeme auf beiden Seiten der Schnittstelle zu sehr auf ihr jeweiliges Ziel ausgerichtet sind. Erweiterungen der einzelnen Systeme führen auch nicht immer zum Erfolg, da sie oft nur mit viel Aufwand die Logik des Einzelsystems überlisten können.

Den Durchbruch, der softwaremäßig voll vernetzte Systeme auch für andere als die großen Massenproduzenten leistbar machte, brachten in diesem Bereich PDM (Produktdatenmanagement) bzw. PLM (Product Lifecycle Management) Systeme. Sie bieten allen angeschlossenen Systemen eine Verbindung zu sämtlichen Daten der zu erzeugenden Produkte im Gesamtsystem. Das reicht von Konstruktionsdaten über Teileverfügbarkeiten und Stücklistenvarianten bis zu den Programmen und Einstellungen der einzelnen Maschinen, die zur Herstellung erforderlich sind. Jedes Subsystem kann darauf so zugreifen, dass es nur die jeweils relevanten Informationen „sieht“. Das Produkt dient dabei als Schlüssel zur Herstellung der virtuellen Verbindung.

Dieser daten- statt ablaufbasierte Ansatz eliminierte ein bis dahin schwierig zu überwindendes Problem. Das nämlich, dass jedes Einzelsystem damit überfordert ist, die Verantwortung und die Datenbereitstellung für alle anderen zu übernehmen. Von Kompatibilitätsproblemen der einzelnen Programme und dem durch die Gleichzeitigkeit entstehenden Eingabeaufwand ganz abgesehen.

Die Entlastung von der Datenhaltung im Programm selbst führte nicht zuletzt auch dazu, dass Produktionsleitsysteme schlank gehalten werden können und daher mittlerweile auch für Mittelbetriebe wirtschaftlich überaus attraktiv sind. So können etwa CAM-Daten in direkter Kommunikation mit der Maschinenautomatisierung oder über DNC-Tools in NC-Programme übergeleitet werden, ohne das Leitsystem zu belasten. Dieses sendet nur eine Referenz auf die betreffenden Daten mit dem Steuerbefehl an die jeweilige Maschine.

### Sim Factory

Zwei Dinge fehlen noch bis zum Endziel, der funktionalen Integration von Produktentwicklung, Fertigungsüberleitung und Arbeitsvorbereitung: Eines davon ist die rechnerische Überleitung der Engineering-Daten auf Maschinenprogramme und Anweisungen für alle angeschlossenen Einrichtungen, also das, was CAM-Systeme in Form der Ableitung von NC-Code aus 3D-Konstruktionsmodellen von Einzelteilen tun, für alle Teile und die Zusammenstellung über die gesamten Produktionskette inklusive dazwischen liegender Logistik. Latent können das die meisten namhaften CAM-Werkzeuge, doch können sie im Gegensatz zu Einzelmaschinen nicht auf hinterlegte Datenmodelle zurückgreifen, weil dazwischen meist kundenspezifische Lösungen, Platzverhältnisse und andere Parameter liegen, von denen kein System von selbst informiert sein kann.

Das zweite ist die Möglichkeit, die Produktionskette zunächst nur abstrakt aufzubauen und in Abhängigkeit von Stückzahlen, Auslastungen und betrieblichen Notwendigkeiten flexibel auf unterschiedliche Produktionsmittel aufzuteilen.

Für beides ist eine Simulation der Gesamtanlage die beste Grundlage. Was Anwender moderner Bearbeitungszentren innerhalb der einzelnen Maschine können, lässt sich nach Modellierung aller prozessrelevanten Einrichtungen und Vorgänge auch auf die komplette Fabrik oder das gesamte Fertigungsunternehmen mit mehreren Standorten ausdehnen. Die Werkzeuge dazu sind vorhanden, und im Industrieanlagenbau ist eine solche Vorgehensweise auch bereits gängiger Standard. Aus den Ergebnissen einer solchen Simulation können Codes für die Maschinenautomatisierung ebenso erzeugt werden wie für das Leitsystem. Mit Varianten für die flexible Zuweisung von Teilaufträgen innerhalb des Maschinenparks inklusive alternativer Transportwege dazwischen.

Verändern wird das einige Berufsbilder und Gewohnheiten: Arbeitsvorbereiter werden von Datenaufbereitern wieder zu den Prozessoptimierern, die sie eigentlich sein sollten und Maschinenprogrammierer werden zu Architekten von Produktionsprozessen, die ihre Maschinen nur noch selten sehen und dafür frühzeitig und eng mit den Produktentwicklern zusammenarbeiten. Hersteller von Produktions- und Transportmitteln werden vor Installation ihrer maschinenbaulichen Werke Simulationsmodelle liefern und Softwarelieferanten werden zu Dienstleistern, die zum Teil davon leben, die Integration der unterschiedlichen Teilsysteme in eine durchgängige Gesamtautomation der kompletten Produktionskette durchzuführen. Zukunft? Ja, aber die steht vor der Tür.

#### In der nächsten Ausgabe:

##### Die Sonderausgabe zur Serie „Prozessoptimierte Produktion“

- Was sagen die Experten?  
Führende Köpfe aus Automatisierung und Maschinenbau diskutierten am runden Tisch.
- Zusammenfassung der Serien-Themen in einer Ausgabe.