

## Stufe 2 auf dem Weg zur „Smart Factory“

# Die reaktionsfähige Fabrik

Mittlerweile wird immer deutlicher, dass der Erfolg der Vision „Industrie 4.0“ davon abhängt, wie flexibel und wandelbar Fertigungsbetriebe sind. Andererseits bringt Industrie 4.0 aber auch Werkzeuge mit sich, die diese Flexibilität ermöglichen. Um zum Kunden hin die notwendige Flexibilität zu bieten, muss die Fabrik intern enorm reaktionsfähig sein. Aber was verbirgt sich hinter dem Begriff Reaktionsfähigkeit und welche Voraussetzungen müssen dafür geschaffen werden?

Zunächst sei festzuhalten, dass weder Industrie 4.0 noch die „Smart Factory“ über Nacht realisiert werden kann. Hierzu wird eine wohlgedachte Roadmap benötigt. Für den systematischen Weg zur „Smart Factory“ propagieren die MES-Experten von MPDV daher ein einfaches Vier-Stufen-Modell (Bild 1), welches bereits sowohl in der Fachpresse, auf führenden Industrie-4.0-Portalen als auch bei anerkannten Experten auf große Zustimmung gestoßen ist.

### In vier Stufen zur Smart Factory

Die erste Stufe des Modells ist die transparente Fabrik. Das heißt, dass Unternehmen zeitnah wissen müssen, was in ihrer Produktion gerade passiert. Darauf setzt die reaktionsfähige Fabrik auf. Ziel ist hierbei, möglichst schnell und zielführend auf Abweichungen vom Idealzustand reagieren zu können. Dann folgt die selbstregelnde Fabrik, in der man auf Basis der Reaktionsfähigkeit eine Regelung der Produktionsabläufe aufbauen kann. Und als vierte Stufe die funktional vernetzte Fabrik, die den Blick auf angrenzende Prozesse und Systeme wie PLM, Energie- und Gebäudemanagement ausweitet.

#### Autor:

**Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kletti,**  
**Geschäftsführer MPDV**  
**Mikrolab GmbH**



**Bild 1: Vier-Stufen-Modell „Smart Factory“ von MPDV**

Für die Realisierung der einzelnen Stufen dieses Modells haben sich moderne Manufacturing Execution Systeme (MES) als geeignete und teilweise auch unverzichtbare Werkzeuge erwiesen.

### Reaktionsfähigkeit sicherstellen

Die wachsende Bedeutung der zweiten Stufe „reaktionsfähige Fabrik“ gründet im Wesentlichen auf zwei Dingen: Erstens läuft auch in der Fertigung selten alles nach Plan und zweitens ändern Kunden oftmals nachträglich ihre Wünsche bezüglich der zu produzierenden Artikel. Kurz gesagt: Die Fertigung muss auf unvorhersehbare Ereignisse reagieren. Je schneller und flexibler das funktioniert, desto weniger Verluste entstehen dabei. Klassische Beispiele für Störungen in der Fertigung sind Werkzeugprobleme, erkrankte Mitarbeiter oder falsch angeliefertes Material. Kunden haben dafür meist wenig Verständnis und erhöhen den Druck auf die Produktion sogar noch zusätzlich durch kurzfristige Änderungswünsche.

Ein MES hat gegenüber anderen IT-Tools oder gegenüber einem ERP-System den Vorteil, dass es die komplette Produktion mit allen beteiligten Elementen überblickt.

So kann es einerseits Störungen frühzeitig erkennen und andererseits Ausweichmöglichkeiten aufzeigen. Ohne ein integriertes MES zieht eine Störung oder eine Änderungsanfrage eines Kunden oftmals zahlreiche Telefonate, E-Mails und kurzfristig einberufene Besprechungen nach sich. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, brauchen Fertigungsunternehmen ein Werkzeug, das solche unnötigen Verschwendungen auf ein Minimum reduziert. Gerade in Zeiten, in denen die Welt immer dynamischer wird, brauchen Fertigungsunternehmen daher ein integriertes MES.

### Planung und Steuerung

Aufbauend auf der Kenntnis über den aktuellen Zustand der Fertigung können nun Aufträge, die ein MES in der Regel von einem ERP-System übergeben bekommt, eingeplant werden. Im Gegensatz zu einer groben Planung im ERP-System gegen unbegrenzte Kapazitäten

legt der Fertigungssteuerer im MES exakt fest, auf welcher Maschine und wann genau der Auftrag gefertigt werden soll. Hierzu muss er wissen, welche Aufträge bereits eingeplant sind bzw. aktuell laufen und welcher Fertigungsfortschritt bereits erreicht wurde. Man spricht dabei auch von einer Planung gegen reale Kapazitäten.

Erweitert man die Planung zusätzlich um Echtzeitdaten aus der Fertigung, so wird die Planung zur Steuerung, die auf aktuelle Ereignisse reagieren kann. Ein Werkzeugbruch oder eine andere Maschinenstörung wird sofort erkannt und löst in der Feinplanung eine entsprechende Verschiebung nachfolgender Aufträge aus. Der Planer wird benachrichtigt und kann gezielt auf die neue Situation reagieren. So hat er die Möglichkeit, ggf. zeitkritische oder wichtige Aufträge umzuplanen, zu splitten oder zusätzliche Kapazitäten zu schaffen – z.B. durch Sonderschichten.

### Maschinen, Werkzeuge und andere Ressourcen

Reichte es bisher meist aus, lediglich die Kapazität einer Maschine für einen Auftrag zu reservieren, so verstärkt sich die Notwendigkeit einer Mehr-Ressourcen-Planung. Komplexe Zusammenhänge von Maschinen, Werkzeugen, Vorrichtungen und anderen Hilfsmitteln sorgen dafür, dass die klassische Plantafel an der Wand oder das selbst entwickelte EXCEL-Sheet überfordert sind. Die grafische Feinplanung in einem integrierten MES schafft Abhilfe, indem alle benötigten Ressourcen in einem System verwaltet und deren Verfügbarkeit in einem mehrdimensionalen Gantt-Diagramm dargestellt werden (Bild 2).

### Hinweis

Wie wichtig verlässliche Daten für Fertigungsunternehmen im Sinne von Stufe 1 sind, wurde bereits im Whitepaper von MPDV „Industrie 4.0 konkret“ anschaulich dargelegt.

Link: <http://www.beam-verlag.de/fachartikelarchiv-pc-industrie/software/>



**Bild 2: Mehr-Ressourcenplanung (links) im HYDRA-Leitstand und Berücksichtigung von Materialbeständen (rechts)**

Zusätzlich zum Fertigungsequipment sollten im Idealfall auch Verbrauchsressourcen bei der Planung berücksichtigt werden. Neben dem Material (Bild 2) wie Rohmaterial, Halbzeuge oder Endartikel gehört in vielen Branchen mittlerweile auch die Energie zu einer wichtigen Planungsgröße.

## Qualifikationsbasierte Personaleinsatzplanung

Aber auch die Werker, Maschinenbediener und andere Mitarbeiter im Shopfloor müssen effizient und gemäß ihrer Qualifikation eingesetzt werden. Auch hierfür dominiert heutzutage noch eine einfache Planung der Schichtstärke, sei es mit einer Stecktafel an der Wand oder mit der EXCEL-Tabelle. Im Sinne eines modernen Personalmanagements kann ein MES auch hier wirksam dabei unterstützen, Abläufe durch Eliminierung der Medienbrüche zu digitalisieren und gleichzeitig zu vereinfachen.

In der einfachsten Variante ist der Personalbedarf direkt an einem im MES verwalteten Arbeitsplatz hinterlegt. Somit erfolgt die Zuweisung von Mitarbeitern zu einzelnen Maschinen und Arbeitsplätzen in einem Gantt-Chart (Bild 3). Dabei werden sowohl die jeweiligen Qualifikationen der Mitarbeiter farblich angezeigt als auch die geplanten Anwesenheitszeiten durch Balken visualisiert. Dies verhindert, dass Mitarbeiter eingeplant werden, die nicht verfügbar sind bzw. nicht über die nötige Qualifikation verfügen. Eine automatische Belegung unterstützt

den Meister bei der Planung. Ist der Meister mit dem Ergebnis zufrieden, so gibt er den Plan frei. Die Resultate werden automatisch an alle Mitarbeiter verteilt. Diese können dann entweder am Shopfloor Terminal oder auf ihrem Smartphone sehen, für welche Arbeitsplätze sie in den kommenden Tagen und Wochen eingeteilt sind (Bild 3).

Der Mensch spielt aber nicht nur als Mitwirkender in der Wertschöpfung eine wichtige Rolle, sondern auch als Dirigent der Planung.

## Variantenreiche Sequenzfertigung

An der Grenze von der zweiten zur dritten Stufe, „die selbstregelnde Fabrik“, ist eine spezielle Art der Produktion angesiedelt, die in Zukunft an Bedeutung zunehmen wird - die variantenreiche Sequenzfertigung. Dahinter verbirgt sich eine Fertigungsmethode, bei der unterschiedliche Varianten eines Produkts auf ein und derselben Produktionslinie hergestellt werden. Oft wird dabei auch das Prinzip des „One Piece Flow“ umgesetzt.

Bisher ist die Sequenzfertigung vorwiegend bei Automobilzulieferern anzutreffen. Durch Konzepte wie „Mass Customization“ werden aber auch andere Branchen diese Methoden in der Zukunft anwenden müssen. Die besondere Herausforderung der Sequenzfertigung besteht darin, die Reihenfolge einerseits so gut wie möglich zu planen sowie andererseits den Ablauf mit kurzen Zeitintervallen zu steuern und dabei auf unterschiedlichste Ereignisse

sofort zu reagieren. Werden zum Beispiel Qualitätsmängel entdeckt, sorgt eine automatische Prozessverriegelung dafür, dass ein schadhafes Teil nicht weiter verarbeitet und zur Nacharbeit ausgeschleust wird. Es geht bei der Sequenzfertigung also sowohl um Reaktionsfähigkeit als auch um Selbstregelung und Dezentralisierung.

Bisher wurden solche Anforderungen mit sogenannten JIT/JIS-Systemen (Just-in-Time / Just-in-Sequence) abgebildet, die in der Regel in Form von Kopfsteuerungen auf SPS-Basis betrieben wurden. Das hatte den Nachteil, dass Änderungen aufwendig programmiert werden mussten. Bei über längere Zeit feststehenden Produkt-Konfiguratoren war dies unproblematisch. Mit immer kürzeren Produkt-Lebenszyklen wird sich das allerdings ändern. Künftig wird sowohl die Geschwindigkeit der heutigen JIT/JIS-Systeme benötigt als auch die Flexibilität eines modernen MES-Systems. Daher ist die Integration von JIT/JIS-Funktionen in ein MES unabdingbar.

## Handlungsempfehlung

Unabhängig davon, ob die variantenreiche Sequenzfertigung im konkreten Anwendungsfall bereits relevant ist, empfehlen die MES-Experten von MPDV nach wie vor, die einzelnen Schritte auf dem Weg zur „Smart Factory“ nacheinander

zu durchlaufen und dabei falls nötig, individuell einzelne Themen aus höheren Stufen vorzuziehen. Wichtig bleibt allerdings, im Rahmen der Digitalisierung die Prozesse zu analysieren und nach Möglichkeit zu verschlanken. Denn allein durch die Einführung eines MES wird die Produktion noch nicht effizienter. Vielmehr unterstützt ein MES dabei, verborgene Potenziale aufzudecken und zu heben. Letztendlich brauchen Fertigungsunternehmen genau dieses Mehr an Effizienz, um den neuen Herausforderungen von Industrie 4.0 erfolgreich zu begegnen. Auf der anderen Seite profitieren die Unternehmen aber auch von den Technologien und Methoden der Industrie 4.0. Die Realisierung einer reaktionsfähigen Fabrik gemäß Stufe 2 mag zwar trivial erscheinen, aber die Erfahrung hat gezeigt, dass ein großer Teil der Fertigungsbetriebe noch weit davon entfernt ist. Daher ist es in jedem Fall sinnvoll, im ersten Schritt für Transparenz zu sorgen und im nächsten für Reaktionsfähigkeit. Zusammengefasst sichern und steigern Produktionsunternehmen dadurch nachhaltig ihre Wettbewerbsfähigkeit – auch und gerade mit Blick auf Industrie 4.0 und eine stetige Globalisierung der Märkte.

■ MPDV Mikrolab GmbH  
www.mpdv.com

## Weitere Informationen

Weitere Informationen stehen im Whitepaper von MPDV zur Verfügung, das unter [www.mpdv.info/pciwp2i40](http://www.mpdv.info/pciwp2i40) angefordert werden kann.



**Bild 3: Arbeitsplatzbelegung in der Personaleinsatzplanung und mobiler Personaleinsatzplan auf dem Smartphone mit HYDRA von MPDV**