

Industrie 4.0 konkret

# Die selbstregelnde Fabrik



Stufe 4: funktional vernetzte Fabrik

Stufe 3: selbstregelnde Fabrik

Stufe 2: reaktionsfähige Fabrik

Stufe 1: transparente Fabrik

# MPDV-Whitepaper

## Wissen ist Macht!

Unsere Whitepaper bieten Ihnen Wissenswertes zu MES und Industrie 4.0 in kompakter Form. Neben interessanten Fachartikeln, Trendberichten und Produktinformationen enthalten die Whitepaper auch spannende Experten-Interviews und nützliche Checklisten für die Praxis.

### Die Themen der MPDV-Whitepaper:

- Die selbstregelnde Fabrik
- Die reaktionsfähige Fabrik
- In vier Stufen zur Smart Factory
- Horizontale Integration
- Dezentralität
- Management Support
- Zukunftssicher in Richtung Industrie 4.0
- Das MES der Zukunft
- HYDRA for Metals



## Vorwort von Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kletti

# Der Mensch im Zentrum der Smart Factory

Das Interesse an Industrie 4.0 ist nach wie vor ungebrochen. Allerdings häufen sich in letzter Zeit die Fragen nach konkreten Anwendungsszenarien und auch nach dem Nutzen von Industrie 4.0. Genau hier setzen wir mit unserem Vier-Stufen-Modell zur Smart Factory an und konkretisieren im vorliegenden Whitepaper die dritte Stufe „selbstregelnde Fabrik“. Auch wenn das eher abstrakt und nach Modewort klingt, so meinen wir damit ganz konkrete Möglichkeiten, die Fertigung effizienter und vor allem fit für die Zukunft zu machen.



Weiterhin bin ich davon überzeugt, dass wir auch mit Industrie 4.0 keine menschenleeren Fabriken haben werden. Der Mensch wird Teil der Selbstregelung werden und moderne Manufacturing Execution Systeme (MES) werden ihm dafür die notwendigen Informationen und Planungsmöglichkeiten bieten. Als „Augmented Operator“ übernimmt der Mensch die zentrale Rolle, die ihm seit der ersten Nennung von Industrie 4.0 zugesprochen wird.

Ebenfalls ein aktuelles Anwendungsbeispiel der Industrie 4.0 ist die flexible und kostengünstige Herstellung von Produkten in kleinen Losgrößen. Was hauptsächlich in der Automotive-Industrie bisher mit dem Begriff „variantenreiche Sequenzfertigung“ bezeichnet wurde, gewinnt mit Industrie 4.0 auch in anderen Branchen deutlich an Relevanz. Erfahren Sie im vorliegenden Whitepaper, wie Sie die damit verbundenen komplexen Montageprozesse flexibel mit einem MES überwachen und steuern können.

Im Sinne unseres Firmenmottos stehen wir als „Die MES-Experten!“ an Ihrer Seite und begleiten Sie auf Ihrem Weg zur Smart Factory.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen



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

## Stufe 3 auf dem Weg zur Smart Factory

# Die selbstregelnde Fabrik

**Begriffe wie Selbstregelung, Selbstoptimierung oder selbstlernende Maschinen tauchten bereits in den Anfängen der Industrie 4.0 auf, haben sich hartnäckig gehalten und erfahren in letzter Zeit eine immer häufigere Nennung. Aber was genau steckt hinter diesem Themenfeld? Und viel wichtiger: was bringt es der Fertigungsindustrie?**

Nach wie vor träumen viele Enthusiasten davon, dass sich mit Industrie 4.0 alles selbst regelt und kein Mensch mehr eingreifen muss. Um die dadurch vorprogrammierte Komplexität zu beherrschen, müsste man aber die gesamte Erfahrung und Intelligenz der Menschheit in ein IT-System übertragen. Da es bis dahin noch etwas dauern wird und die menschenleere Fabrik auch nicht im Sinne der Industrie 4.0 ist, soll dieser Beitrag sich auf die Selbstregelung als eine relativ klar umrissene Disziplin beschränken. Innovative Konzepte wie Selbstoptimierung oder selbstlernende Maschinen sollen als weiterführende Ansätze gesehen werden, die mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Selbstregelung aufbauen. Als Definition der Selbstregelung sei festzuhalten, dass es sich dabei im Wesentlichen um einen modernen Begriff

aus der Regelungstechnik handelt. Neu daran ist insbesondere die gesteigerte Transparenz, die es möglich macht, früher auf Abweichungen vom Soll zu reagieren bzw. im Idealfall eine Abweichung vorauszusehen und vorab gegenzusteuern.

Einfach gesagt, geht es bei der Selbstregelung darum, dass ein bestimmter Ablauf bzw. Prozess sich selbst so reguliert, dass vorgegebene Parameter möglichst gut eingehalten werden. Dieses Prinzip kennt man von Heizkörpern oder Klimaanlagen. Der Unterschied herkömmlicher Thermostate bzw. Stellknöpfe zu modernen Regelungsanlagen besteht darin, dass man mit der herkömmlichen Methode nur einstellt, wie viel Leistung abzugeben ist, bei einer Regelung jedoch die Zielsituation definiert wird. Ganz konkret: Steuern

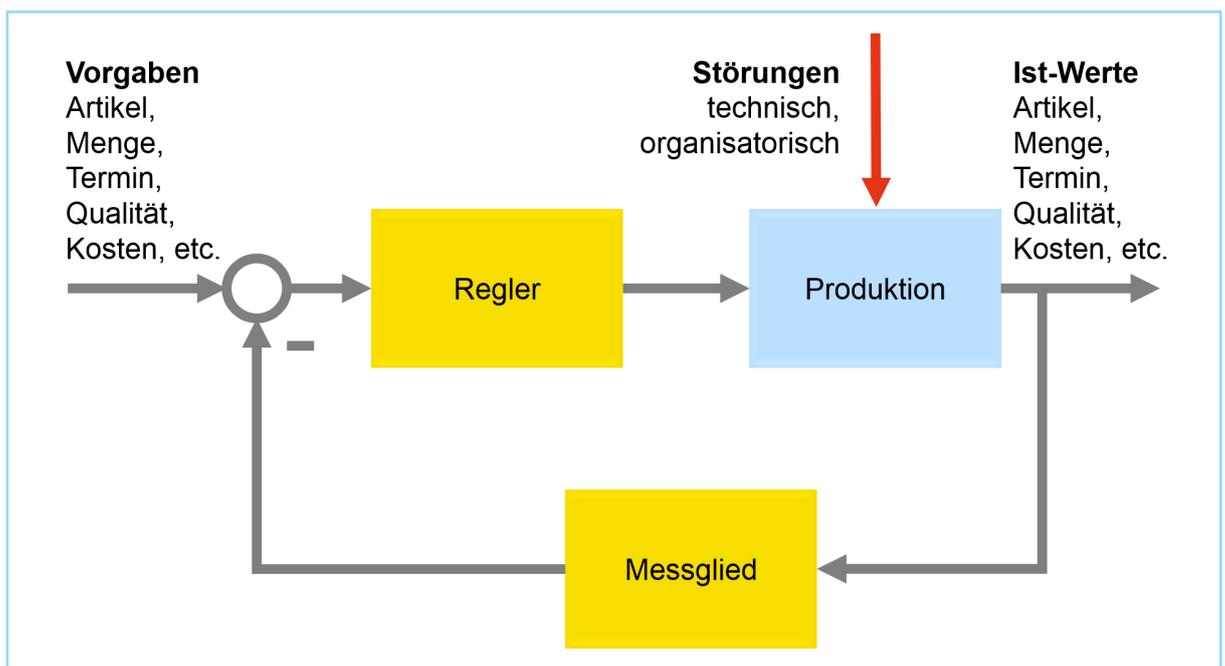


Bild 1: Darstellung der Produktion als Regelkreis – auf die Detaillierung kommt es an

heißt „Stufe 3“ und Regelung bedeutet „Raumtemperatur 22°C“. Wie die Anlage die gewünschte Temperatur erreicht, ist ihr selbst überlassen – Hauptsache, der Wunschzustand wird hergestellt und vor allem auch gehalten.

### Selbstregelung in der Fertigung

Im Fertigungsumfeld sind Zielzustände wesentlich komplexer. Hier geht es beispielsweise um eine optimale Auslastung von Maschinen, die Sicherstellung von Qualität, die Einhaltung von Richtlinien oder die Steigerung der Produktivität. Die Zahl der möglichen Stellgrößen sowie der spezifizierten Zielparameter ist dabei beliebig groß. Auch lassen sich manche Parameter nur durch manuellen Eingriff verändern. Trotzdem führen die Ansätze der Selbstregelung zum Erfolg – vorausgesetzt, man definiert die passenden Regelkreise (Bild 1) und stattet diese mit den notwendigen Kompetenzen und Befugnissen aus. Selbstregelung setzt ein bestimmtes Maß an Dezentralisierung voraus und orientiert sich dabei oftmals an

dezentralen Zielen, die allerdings zentral synchronisiert werden sollten.<sup>[1]</sup>

### Stufe 3 der Smart Factory

Gemäß dem Vier-Stufen-Modell „Smart Factory“ von MPDV <sup>[2]</sup> braucht die moderne Fertigung zunächst Transparenz und Reaktionsfähigkeit, um darauf aufsetzend eine Selbstregelung einzurichten. Basis für die beiden ersten Stufen sind integrierte Manufacturing Execution Systeme (MES), die dazu sowohl Daten in Echtzeit erfassen als auch Funktionen zu deren Visualisierung und zur Steuerung der Produktion anbieten.<sup>[3]</sup> Die Selbstregelung ist nun die nächste Stufe der Nutzung von erfassten Daten und etablierten Steuerungsmechanismen (Bild 2).

### Ausprägungen der Selbstregelung

Die einfachste Form der Selbstregelung besteht darin, einen oder mehrere Parameter zu überwachen und beim Überschreiten der gesetzten Schwellenwerte eine Benachrichtigung zu verschicken.



Bild 2: Vier-Stufen-Modell „Smart Factory“



Bild 3: Ein ins MES integriertes Eskalationsmanagement informiert Mitarbeiter über wichtige Ereignisse in der Fertigung

cken bzw. ein Signal zu geben (Bild 3), damit manuell darauf reagiert werden kann. In heutigen MES-Systemen heißen Funktionen dieser Art beispielsweise „Eskalationsmanagement“<sup>[4]</sup> oder „Messaging & Alerting“.

Etwas mehr können Funktionsbausteine, die im MES in der Regel als „Workflow Management“ bezeichnet werden. In diesem Fall wird nicht nur über die Abweichung vom Soll informiert sondern auch gleich eine Gegenmaßnahme vorgeschlagen bzw. eingeleitet. Ein praxisnahes Beispiel wäre das Auslösen einer Prüffälligkeit, sobald die Temperatur in einer Maschine 60°C überschreitet. So wird sichergestellt, dass äußere Einflüsse keine Auswirkungen auf die gefertigte Qualität haben.

Eine weitere Steigerung sind komplett selbstregelnde Systeme. Ein Beispiel hierfür ist Kanban bzw. das digital unterstützte Äquivalent eKanban. Damit wird automatisch Nachschub bestellt, sobald das Material zur Neige geht. Durch die eingebaute Regelung werden jedoch keine unnötigen Bestände aufgebaut.

Die Königsklasse der Selbstregelung ist die Prozessverriegelung. Diese stellt beispiels-

weise sicher, dass nur das Material verwendet wird, welches für den jeweiligen Arbeitsschritt vorgesehen bzw. freigegeben ist und dass nur diejenigen Teile weiterkommen, die einwandfrei bearbeitet wurden. Insbesondere in der variantenreichen Sequenzfertigung ist die Prozessverriegelung von essenzieller Bedeutung, da hier eine Null-Fehler-Produktion angestrebt bzw. vom Kunden gefordert wird.

Alle diese Ausprägungen der Selbstregelung lassen sich mit einem integrierten MES abbilden, da die dafür notwendigen Informationen bereits im System vorliegen und auch die beteiligten Personen mit dem MES interagieren.

### Mensch-Technik-Interaktion

Es bleibt zu klären, wie die angebundenen Maschinen bzw. stellvertretend das MES mit den Mitarbeitern im Shopfloor bzw. dem Management kommunizieren. Dabei sollte stets im Vordergrund stehen, dass die Technik eine Unterstützung für den Menschen ist und nicht der Mensch der Technik zu dienen hat. Vielmehr wird der Werker durch die Unterstützung des MES zum „Augmented Operator“ (Bild 4). Hinter diesem Begriff steckt das Konzept, dass der Werker unmittelbaren Zugang zu weiterführenden Informationen hat, die ihm in

der jeweiligen Situation nützlich sind, um fundierte Entscheidungen zu treffen. Durch eine geeignete Mensch-Technik-Schnittstelle wird der Werker so auf ergonomische Art und Weise zum Teil der Selbstregelung. Um die Wirksamkeit dieser Integration zu steigern, sollten die Mitarbeiter in ihrem jeweiligen Bereich mit den notwendigen Kompetenzen ausgestattet werden, um im Bedarfsfall dezentrale Entscheidungen zu treffen.

## Wege zur Dezentralisierung

Auf dem Weg zur Selbstregelung und somit auch zur Dezentralisierung braucht es mehr als nur ein MES bzw. anderweitige IT-Unterstützung. Vielmehr geht es um einen Paradigmenwechsel in der Fertigungskultur, die sich oftmals in einer eingefahrenen Organisation widerspiegelt.<sup>[1]</sup>

Daher empfiehlt sich zu Beginn eine umfassende Analyse des Ist-Zustands: Prozesse und Abläufe, Zuständigkeiten, dokumentierte und nicht dokumentierte Regeln sowie vorhandene Erfahrungen, die ausschlaggebend für Entscheidungen im jeweiligen Bereich sind. Bei dieser Gelegenheit sollte der Ist-Zustand zumindest hinterfragt und die zugrundeliegenden Prozesse bestenfalls verschlankt werden. Die Methoden des Lean Manufacturing haben sich dabei als zielführend erwiesen.<sup>[5]</sup> Nun gilt es, die erfasste und möglichst optimierte Gesamtsituation in Regelkreisen abzubilden. Dazu eignen sich sowohl einfache Wenn-

Dann-Beziehungen als auch komplexe, ggf. mathematische Abhängigkeiten. Erst in einem dritten Schritt werden diese Regelkreise dann in einem geeigneten IT-System abgebildet. Die meisten fertigungsnahen Regelkreise lassen sich mit einem modernen MES umsetzen.

## Beispiele aus der Praxis

Dass Regelkreise und somit auch die Selbstregelung keine Erfindung der Industrie 4.0 sind, belegen zahlreiche smarte Anwendungen, die Fertigungsunternehmen unterschiedlicher Branchen und Größen bereits erfolgreich mit einem MES umgesetzt haben:

### Smarte Intralogistik

Ein mittelständischer Metallverarbeiter nutzt den Statuswechsel an den Maschinen in der Fertigung, um die Mitarbeiter im Lager über Materialmangel zu informieren. Diese wiederum können anhand von Maschinenummer und Auftrag sofort im MES erkennen, welches Material an der Maschine benötigt wird. Hierzu braucht es nur einen sehr geringen Funktionsumfang im MES. Mit etwas mehr Funktionen könnte der Lagermitarbeiter sogar vor dem Auftreten eines akuten Materialmangels informiert werden – beispielsweise über eine MES-basierte Reichweitenbetrachtung für bestimmte Materialien. Der Regelkreis würde dann wie folgt aussehen: Wenn das Eingangsmaterial an der Maschine unter einen festgelegten Bestand fällt und der laufende Auftrag mit dem noch verfügbaren Material nicht fertiggestellt werden kann, dann fordere dieses Material in einer festgelegten Menge im Lager an. Noch eleganter würde die Materialversorgung mit einem eKanban-System funktionieren. Dann sorgt das System von sich aus für ausreichend Material an der Maschine.

### Smarte Instandhaltung

Ein Kunststoffverarbeiter nutzt den erfassten Energieverbrauch der Maschinen in Korrelation zu den angemeldeten Aufträgen (Bild 5),



Bild 4: Mobile MES-Anwendungen mit HYDRA von MPDV: Als „Augmented Operator“ sieht der Werker immer alle Informationen, die er für aktuell anstehende Entscheidungen benötigt

um festzustellen, wann die Anlage die nächste Wartung benötigt. Hierzu gleicht das MES den Soll-Verbrauch mit dem Ist-Verbrauch ab, was als Regelkreis so definiert wird: Wenn der erfasste Verbrauch mehr als 30% über der Vorgabe liegt, ist eine außerplanmäßige Wartung anzusetzen.<sup>[6]</sup> Der zugehörige Wartungsauftrag wiederum wird über den Auftragsvorrat automatisch zeitnah eingelastet. Nach Durchführung der Wartung wird auch das reguläre Wartungsintervall zurückgesetzt was zu einer deutlich effizienteren Nutzung der Anlage führt.

### Smarte Qualitätsprüfung

In der Regel orientieren sich stichprobenartige Qualitätsprüfungen an produzierten Mengen oder Zeiträumen. Ist ein MES im Einsatz, kann zusätzlich auch ein Wechsel des Maschinenstatus die Prüffälligkeit auslösen. Dadurch besteht die Möglichkeit, auf Ereignisse wie Störungen oder Materialwechsel zu reagieren und so ohne zusätzlichen Aufwand die geforderte Qualität sicherzustellen.<sup>[7]</sup> In Kombination mit einem Probenzug

können außerdem Prüfpunkte im Qualitätslabor erzeugt werden. Sobald die Materialproben im Qualitätslabor ankommen, können die entsprechenden Prüfpunkte abseits der Fertigung abgearbeitet werden. Je nach räumlicher Gegebenheit ist auch die automatische Generierung eines Transportauftrags für die Probe denkbar.

### Smarte Montagelinien

Bei der Herstellung variantenreicher Zuliefererteile für die Automobilindustrie muss einerseits der komplette Herstellungsprozess dokumentiert und andererseits sichergestellt werden, dass nur einwandfreie Teile verarbeitet und ausgeliefert werden – meist in einer vorgegebenen Reihenfolge. Eine in diesem Sinne implementierte Prozessverriegelung prüft für jedes Teil bei jedem Arbeitsschritt, ob dieses für den aktuellen Schritt freigegeben ist (Bild 6) und ob die bisherige Verarbeitung ohne Fehler verlief. Auf Basis einer kontinuierlichen Dokumentation sämtlicher Parameter ist diese Abfrage als Abgleich mit den Soll-Vorgaben ohne weiteres im MES möglich.

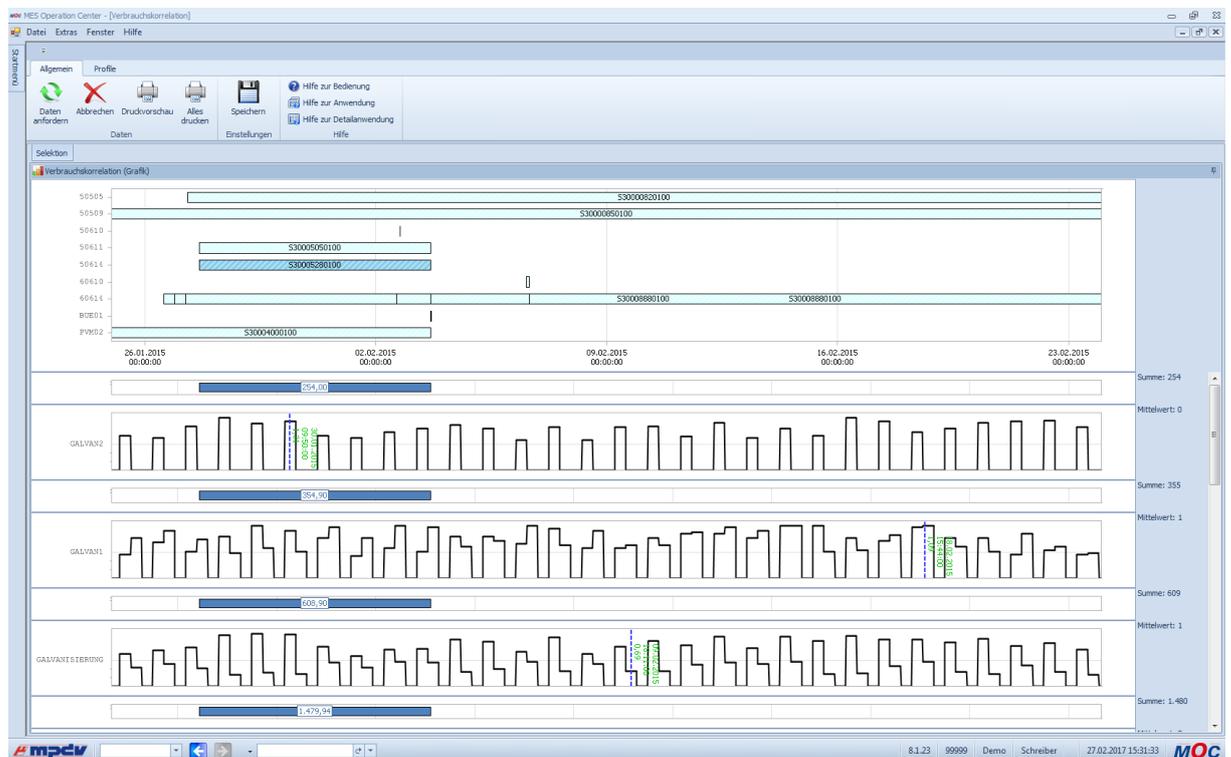


Bild 5: Energiemanagement mit MES HYDRA von MPDV: Korrelierte Daten dienen als Basis für komplexe Regelkreise

## Auf den Hallenboden geholt

Wie bei vielen Themen, die unter dem Deckmantel der Industrie 4.0 diskutiert werden, empfiehlt es sich auch bei der Selbstregelung zunächst einmal genau abzustecken, in welchem Umfeld man etwas tun möchte und dann zu definieren, welches Ziel man damit verfolgt. Erst danach ist die Wahl der Methoden und Technologien angezeigt. Dabei präsentieren sich nicht selten bewährte und bereits selbst genutzte Techniken als zielführend für die jeweilige Anforderung.<sup>[8]</sup>

Im Falle der selbstregelnden Fabrik eignen sich sowohl Methoden des Lean Manufacturing als auch die Anwendung von klassischer Regelungstechnik. Beides bringt einen der Smart Factory einen weiteren Schritt näher. Zudem zeigt sich einmal mehr, dass ein integriertes Manufacturing Execution System (MES) wie HYDRA von MPDV in der Lage ist, hierzu einen wesentlichen Beitrag



*Bild 6: Mittels Prozessverriegelung wird sichergestellt, dass nur freigegebenes Material verarbeitet wird.*

zu leisten. Trotzdem wird es auf absehbare Zeit immer Prozesse geben, die sich nicht komplett ohne menschliches Zutun regeln können. Vielmehr wird der Mensch immer eine zentrale und notwendige Rolle in der ständig komplexer werdenden Welt der Fertigungsindustrie und somit auch bei der Selbstregelung einnehmen.

## Literaturverzeichnis

- [1] Whitepaper „Industrie 4.0 – nur mit MES! Zukunftskonzept MES 4.0 konkretisiert: Dezentralität“, MPDV Mikrolab GmbH, März 2015, <http://mpdv.info/whitepaper>
- [2] Whitepaper „In vier Stufen zur Smart Factory – Industrie 4.0 konkret“, MPDV Mikrolab GmbH, April 2016, <http://mpdv.info/whitepaper>
- [3] Whitepaper „Industrie 4.0 konkret – Die reaktionsfähige Fabrik“, MPDV Mikrolab GmbH, September 2016, <http://mpdv.info/whitepaper>
- [4] MES-Manufacturing Execution System, Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kletti (Hrsg.), 2. Auflage 2016, Springer-Verlag
- [5] Die perfekte Produktion, Jochen Schumacher und Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kletti, 2. Auflage 2014, Springer-Verlag
- [6] Whitepaper „MES – aber richtig! Industrie 4.0 braucht horizontale Integration“, MPDV Mikrolab GmbH, August 2015, <http://mpdv.info/whitepaper>
- [7] MES-Kompendium, Rainer Deisenroth und Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kletti, 2012, Springer-Verlag
- [8] Expertengespräch zu Industrie 4.0, Dr. Olaf Sauer und Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kletti, Juni 2016, <http://mpdv.info/wp2i40exp>



## Variantenreiche Sequenzfertigung mit MES

# Flexible Software schlägt herkömmliche Technik

Die Sequenzfertigung, also mehrstufige Montageprozesse variantenreicher Produkte, kennt man heute bereits aus dem Automotive-Umfeld. Diese Art der Produktion gewinnt nicht nur mit Industrie 4.0 in immer mehr Branchen an Bedeutung. Daher stellt sich die Frage nach flexiblen Softwaresystemen, mit deren Hilfe die spezifischen Anforderungen standardisiert abgebildet werden können. Ein modernes Manufacturing Execution System (MES) bietet dafür ideale Voraussetzungen.

Montageprozesse variantenreicher Produkte erfordern einerseits einen schnellen Arbeitstakt und andererseits einen kontinuierlichen, zielgerichteten Informationsstrom. Hierzu gehören neben Arbeitsanweisungen in elektronischer Form auch Steuerkommandos für angeschlossene Peripherie, wie z. B. Werkzeuge, Schrauber oder Pick-by-Light-Systeme. Bisher wurden solche Anforderungen meist mit sogenannten JIT/JIS-Systemen (Just-in-Time/Just-in-Sequence) auf SPS-Technik abgebildet, die aufwendig programmiert werden müssen. 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 Funktionen zur Unterstützung von komplexen Montageprozessen in ein MES unabdingbar. Denn nur so lassen sich im Sinne von „Mass Customization“ auch kleine Losgrößen effizient und kostengünstig herstellen.

### Veränderte Anforderungen

Die Versorgung von Fertigungsarbeitsplätzen mit Informationen zum aktuellen Arbeitsgang ist für ein modernes MES nichts Besonderes mehr. Auch die Erfassung von relevanten Daten in Echtzeit gehört zur Grundausstattung solcher Softwaresysteme. In komplexen Montageprozessen reicht es allerdings meist nicht mehr aus, Arbeitsabläufe nur

grob zu strukturieren. Waren bisher Arbeitsgänge die kleinste im MES bekannte Einheit, so zwingt die Montage zu feineren Untergliederungen: sogenannte Arbeitsschritte. Auch nimmt die Bedeutung von relevanten Informationen für den Werker und die Steuerung angeschlossener Peripheriegeräte stetig zu. Aufgrund der hohen Taktrate und der Vielzahl an Varianten benötigt der Werker die passenden Informationen zu seinem Arbeitsschritt auf einen Blick und in elektronischer Form.

## Montageprozesse mit MES abbilden

In der Sequenzfertigung braucht es daher neue, echtzeitfähige Steuerungs- und Informationskonzepte, welche idealerweise in ein MES integriert sind. Nachdem eine Fertigungslinie im System abgebildet ist, müssen zunächst sämtliche Arbeitsabläufe inklusive möglicher Verzweigungen modelliert werden (Bild 2). Dabei sind alle definierten Produktvarianten nach den entsprechenden Arbeitsanweisungen sowie alle Arbeitsstationen und die dort angeschlossenen Peripheriegeräte zu berücksichtigen. Auch Nacharbeitsschleifen sind als Teil des Ablaufschemas abzubilden. In

einem zweiten Schritt werden einzelne Produktvarianten als Untermenge des Gesamtablaufs definiert. Sobald die Herstellung eines bestimmten Produkts angestoßen wird, dient der jeweils passende Ablauf als Vorlage für die Linie und den Werker. Dieser „Startschuss“ erfolgt meist durch sogenannte Abrufe der Teile in bestimmten Ausprägungen und nicht selten in einer vorgegebenen Reihenfolge (Just-in-Sequence).

## Individuelle Werkerführung

An jeder Station wird nun das herzustellende Produkt bzw. dessen Ladungsträger identifiziert, zu dem das MES die passenden Arbeitsschritte kennt. Der Werker bekommt in der Folge die relevanten Arbeitsanweisungen angezeigt, die er durch entsprechende Aktionen ausführt bzw. quittiert. Begleitend dazu erhält er Informationen, die zum Beispiel verhindern sollen, dass Fehler passieren und Nacharbeit erforderlich wird. Schritt für Schritt entstehen so die geforderten Produktvarianten (Bild 3). Dabei ist auch die Integration halb- und vollautomatischer Arbeitsschritte möglich.

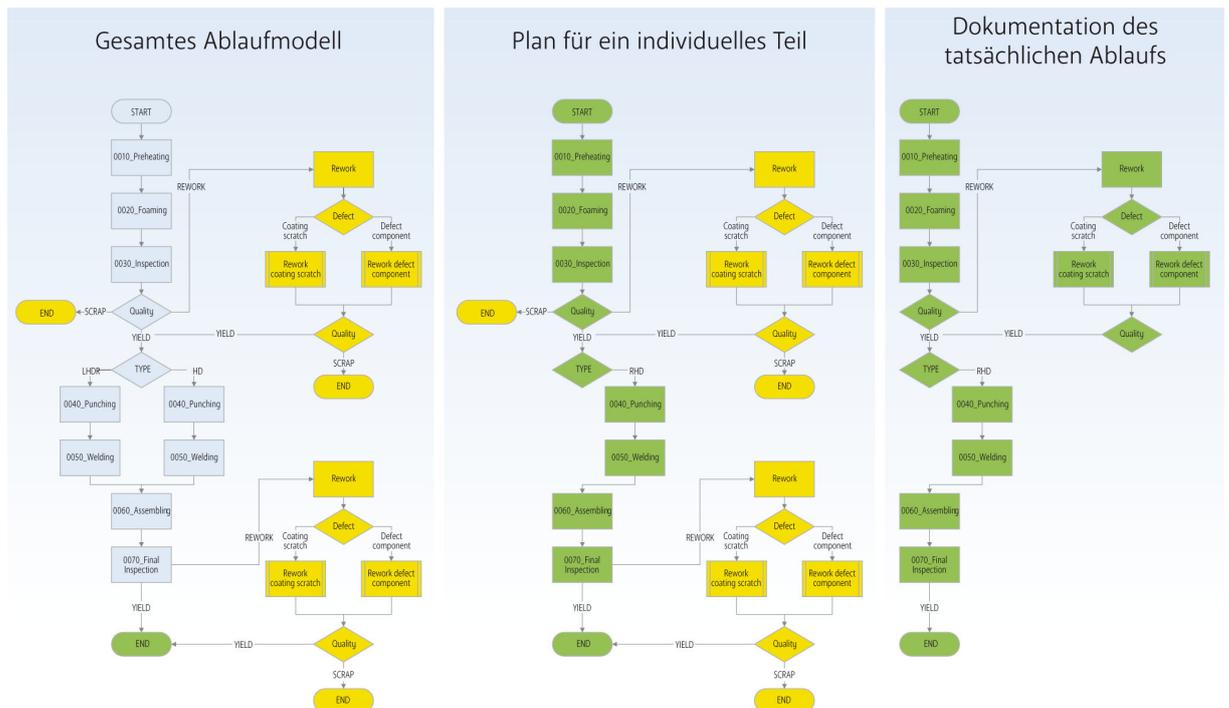


Bild 2: Modellierung komplexer Montageprozesse inkl. Nacharbeitsschleifen

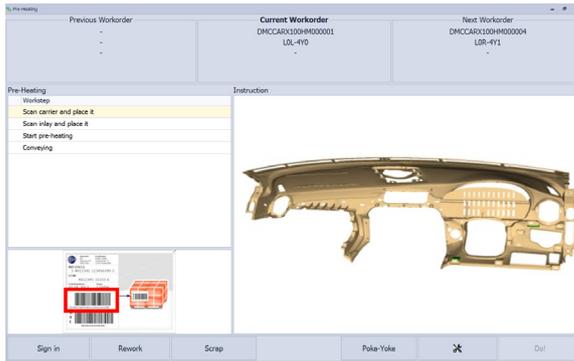


Bild 3: Werkerführung mit HYDRA Dynamic Manufacturing Control am Dynamic Line Panel

Um die Qualität der Produkte sicherzustellen, werden immer wieder Prüfungen durchgeführt, die sofort Auswirkungen auf die Weiterverarbeitung des jeweiligen Teils haben. Werden zum Beispiel Mängel entdeckt, sorgt eine automatische Prozessverriegelung dafür, dass ein schadhafes Teil nicht weiter verarbeitet und zur Nacharbeit ausgeschleust wird. Durch vorher definierte Maßnahmen (z. B. Reparatur) kann ein ausgeschleustes Teil auch wieder zum Gutteil werden. Zentraler Bestandteil der individuellen Werkerführung sind ergonomische Bedienoberflächen, die jedem Werker genau die Informationen zeigen, die er für den aktuellen Arbeitsschritt an dieser Station benötigt. Hierbei haben sich auch Darstellungen nach dem Poka-Yoke-Prinzip als nützlich

erwiesen. Als Anzeigerät können herkömmliche Industrie-PCs, mobile Tablets oder sogar Datenbrillen (Smart Glasses) dienen. Wichtig ist in jedem Fall, dass die Wahl des jeweiligen Geräts die Bedürfnisse des Werkers an dieser Arbeitsstation berücksichtigt. Auch die Anbindung benötigter Peripheriegeräte kann sinnvoll sein. Beispielsweise ist die Überwachung des Drehmoments eines angeschlossenen Schraubers vorgesehen, um die korrekte Schraubverbindung der Teile sicherzustellen und zu dokumentieren.

### Dokumentation und übergreifende Auswertungen

Alle Daten, die während der Produktion erfasst werden, müssen im Sinne der Traceability übergreifend zusammengeführt und ausgewertet werden können – auch die, die innerhalb von Fertigungslinien erfasst wurden. Hierbei bringt die nahtlose Integration der Montagelinien in ein MES-System enorme Vorteile, denn das MES kennt dann alle Daten, die während der vor- bzw. nachgelagerten Produktionsschritte und bei der Montage entstanden sind. Diese Daten können dann in nahezu beliebigen Sichten dargestellt werden, sodass korrelative Auswertungen zum Material, zu Prozess- und Qualitätsparametern,



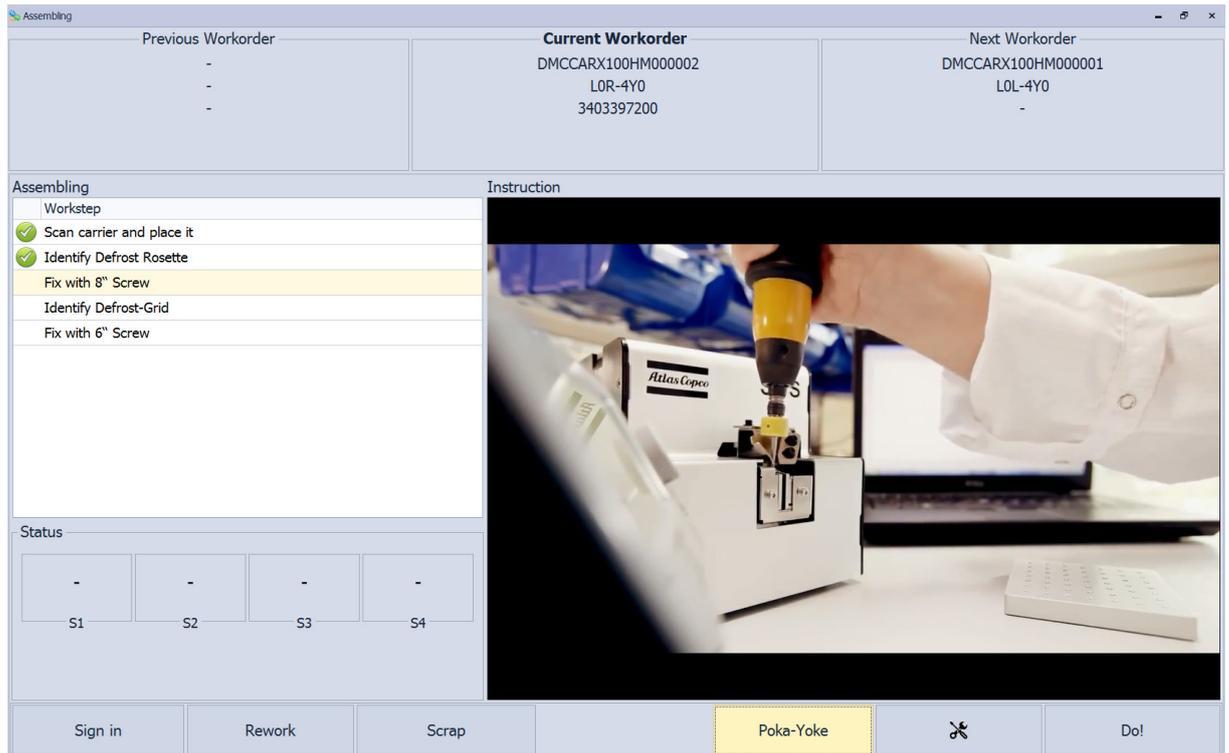


Bild 4: Dynamic Line Panels zeigen Arbeitsanweisungen in ergonomischer Form

zu Bearbeitungszeiten oder zum Maschinenverhalten möglich sind. Außerdem kann das MES aus den erfassten Daten aussagekräftige Kennzahlen berechnen, die dann im Sinne einer kontinuierlichen Prozessoptimierung überwacht werden. Aber auch zum Zwecke der Rückverfolgbarkeit und Nachvollziehbarkeit muss die Herstellung der Produkte in vielen Branchen dokumentiert werden. Die Integration von Fertigungslinien in das MES ermöglicht dabei eine End-to-End-Betrachtung – also vom ersten bis zum letzten Arbeitsschritt.

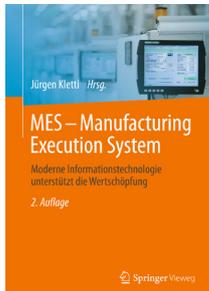
### Praxisbeispiel HYDRA

Als erster MES-Anbieter stellte MPDV im September 2016 während der Konferenz der HYDRA Users Group ein neues Anwendungspaket zur Integration von variantenreichen Fertigungslinien in ein MES vor: Dynamic Manufacturing Control (DMC). Es deckt umfassend die genannten Anforderungen ab, denen sich zukünftig immer mehr Fertigungsunternehmen stellen müssen.

Durch die Nutzung eines hoch-performanten Subsystems auf Basis des sogenannten Dynamic MES Weaver schafft es HYDRA-DMC, alle benötigten Informationen in der geforderten Taktzeit an der jeweiligen Arbeitsstation verfügbar zu machen und bei Bedarf in Echtzeit in den Prozess einzugreifen. Die individuell gestaltbaren Dynamic Line Panels führen den Werker bedarfsgerecht durch den vorgegeben Ablauf (Bild 4). Die dezentral vorgehaltene Prozesslogik garantiert, dass die Fertigungslinie auch weiter produzieren kann, wenn das Netzwerk oder zentrale IT-Komponenten einmal nicht verfügbar sein sollten. Durch die vollständige Integration in das MES HYDRA können die erfassten Daten an den Fertigungslinien schnittstellenfrei mit weiteren Informationen aus der Fertigung kombiniert und übergreifend ausgewertet werden. Damit lässt sich ein digitales Abbild des kompletten Produktentstehungsprozesses inklusive der korrespondierenden Daten realisieren – ganz im Sinne von Industrie 4.0.

## Themenverwandte Literatur

# Unsere Buchempfehlungen



Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kletti (Hrsg.)

### **MES – Manufacturing Execution System**

Moderne Informationstechnologie zur Prozessfähigkeit der Wertschöpfung

2. Auflage, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg 2015

ISBN: 978-3-662-46901-9

79,99 EUR



Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kletti, Jochen Schumacher

### **Die Perfekte Produktion**

Manufacturing Excellence durch Short Interval Technology (SIT)

2. Auflage, Springer -Verlag Berlin/Heidelberg 2014

ISBN: 978-3-662-45440-4

69,99 EUR



Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kletti, Rainer Deisenroth

### **MES-Kompodium**

Ein Leitfaden am Beispiel von HYDRA

Springer Vieweg Verlag Berlin/Heidelberg 2012

ISBN: 978-3-642-32580-9

79,95 EUR



Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kletti (Hrsg.)

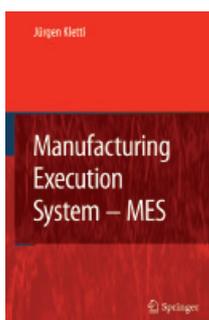
### **Konzeption und Einführung von MES-Systemen**

Zielorientierte Einführungsstrategie mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, Fallbeispielen und Checklisten

Springer-Verlag Berlin/Heidelberg 2007

ISBN: 978-3-540-34309-7

84,95 EUR



Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kletti (Hrsg.)

### **MES – Manufacturing Execution System**

Englische Ausgabe

Springer-Verlag Berlin/Heidelberg 2007

ISBN: 978-3-540-49743-1

96,25 EUR

## MPDV Mikrolab GmbH

mit Sitz in Mosbach, entwickelt modulare Manufacturing Execution Systeme (MES) und greift dabei auf 40 Jahre Projekterfahrung im Fertigungsumfeld zurück. MPDV bietet MES-Produkte, Dienstleistungen im MES-Umfeld sowie komplette MES-Lösungen an. Das Unternehmen beschäftigt aktuell 330 Mitarbeiter an insgesamt zehn Standorten in Deutschland, der Schweiz, Singapur, China und den USA. Anwender aus unterschiedlichen Branchen – von der Metallverarbeitung über die Kunststoffindustrie bis hin zur Medizintechnik – profitieren bereits von mehr als 1.000 Installationen der mehrfach ausgezeichneten MES-Systeme von MPDV. Zu den HYDRA-Anwendern zählen sowohl mittelständische Fertigungsunternehmen als auch international operierende Konzerne. Als TOP100-Unternehmen zählt MPDV zu den innovativsten Mittelständlern in Deutschland.



## MES HYDRA

Manufacturing Execution Systeme (MES) unterstützen Fertigungsunternehmen dabei, ihre Produktionsprozesse effizienter zu machen, die Produktivität zu steigern und dadurch die eigene Wettbewerbsfähigkeit zu sichern bzw. auszubauen. Ein modernes MES versetzt Unternehmen in die Lage, fertigungsnahe Daten entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu erfassen, auszuwerten und quasi in Echtzeit anzuzeigen. Die verantwortlichen Mitarbeiter können somit im Produktionsalltag kurzfristig auf ungeplante Ereignisse reagieren und geeignete Gegenmaßnahmen einleiten. Auf allen Ebenen unterstützt das MES sowohl kurzfristige als auch weitreichende Entscheidungen durch eine verlässliche Datenbasis.



HYDRA, das modular aufgebaute MES von MPDV, deckt mit seinem umfangreichen Funktionsspektrum die Anforderungen der VDI-Richtlinie 5600 vollständig ab. Dabei lassen sich die einzelnen HYDRA-Anwendungen auf Basis einer zentralen MES-Datenbank bedarfsgerecht und schnittstellenfrei kombinieren. So gewährleistet HYDRA einen 360°-Blick auf alle an der Produktion beteiligten Ressourcen und kann auch übergreifende Prozesse nahtlos abbilden. Leistungsfähige Werkzeuge für Konfiguration und Customizing stellen sicher, dass HYDRA in weiten Grenzen auf branchen- und unternehmensspezifische Anforderungen individuell ausgerichtet werden kann. HYDRA integriert sich in bestehende IT-Landschaften und dient als Bindeglied zwischen der Fertigung (Shopfloor) und der Managementebene (z. B. ERP-System). Mit einem MES-System wie HYDRA bleiben Fertigungsunternehmen reaktionsfähig und sichern damit ihre Wettbewerbsfähigkeit – auch mit Blick auf Industrie 4.0.



## Die MES-Experten in Ihrer Nähe.

MPDV Mikrolab GmbH  
Römerring 1, D-74821 Mosbach  
Tel. +49 6261 9209-0  
info@mpdv.com, www.mpdv.com

© 2017 MPDV Mikrolab GmbH  
Doku-Ident: WHITEPAPER 03/2017

Die genannten Einrichtungs-/Produktamen sind Warenzeichen der jeweiligen Hersteller oder Anbieter.  
HYDRA ist ein eingetragenes Warenzeichen der MPDV Mikrolab GmbH.