



MES: Gekommen, um zu bleiben

Warum sich Industrial Internet of Things und MES bestens ergänzen

Immer wieder wird behauptet, das Industrial Internet of Things (IIoT) sei der Nachfolger von MES. Die Annahme einer Disruption trifft in diesem Fall aber nicht zu. Viel interessanter sind die Fragen: Welche Rolle nehmen MES-Systeme in Kombination mit zunehmender IIoT-Funktionalität zukünftig ein? Und was unterscheidet MES von IIoT?

Michael Möller, Andreas Kirsch, Markus Diesner, Michael Sinn, Christian Wittleder, Burkhard Röhrig, Alexander Schließmann

Bevor die Unterschiede zwischen dem Industrial Internet of Things (IIoT) und MES beleuchtet werden, zunächst ein Blick auf die Gemeinsamkeiten: Sowohl ein MES als auch das IIoT erfasst Daten, verarbeitet diese und gibt ein Ergebnis aus. Beide Systeme bewegen sich im Fertigungsumfeld und es geht darum, effizienter zu produzieren. Wesentliche Unterschiede bestehen darin, aus welcher Perspektive die jeweilige Anwendung arbeitet und welchen Wirkungsbereich eine etwaige Optimierung haben kann.

Das IIoT erfasst in der Regel technische Echtzeitdaten wie Temperaturen, Ge-

schwindigkeiten, Vibration, Zustandswechsel und Ähnliches. Damit bekommt das IIoT einen technischen Blick auf die aktuelle Situation einer Maschine oder Anlage. Auf Basis historischer Daten können Verläufe betrachtet und Vorhersagen getroffen werden. Diese technische Sichtweise ermöglicht Anwendungen wie Condition Monitoring und Predictive Maintenance. Mögliche Optimierungen beziehen sich auf einzelne Maschinen oder Anlagen respektive auf einzelne Prozessschritte. Die Funktionalitäten von IIoT-Software sind eng verbunden mit den Assets wie Geräten, Maschinen und Anlagen (VDMA 66412-40).

Ein MES hingegen bringt die erfassten technischen Daten – sowohl Daten aus IIoT als auch direkt im MES erfasste Daten – auf einer übergeordneten Ebene in einen betriebswirtschaftlichen Gesamtkontext. Auf Basis der bekannten Auftrags- und Produktdaten entstehen neue Erkenntnisse. Ein MES weiß nicht nur, dass gerade ein Teil produziert wurde, sondern auch, ob es sich um ein Gutteil oder Ausschuss handelt oder zu welchem Auftrag das Teil gehört und wie viele Teile noch hergestellt werden müssen, bis der Auftrag fertig ist. Auch erkennt das MES, warum eine Maschine steht – wegen einer Störung oder weil sie gerade für den

nächsten Auftrag gerüstet wird. Auf Basis dieser erweiterten Sichtweise kann man mit einem MES komplette Herstellungsprozesse und ganze Fertigungsbereiche ganzheitlich betrachten und optimieren.

Die Funktionalitäten sind in der Regel nicht auf spezielle Geräte, Maschinen und Anlagen ausgerichtet, sondern sind Asset-übergreifend unabhängig der Maschinenbesonderheiten. Diese erweiterte Sichtweise ist wiederum auch Datenbasis für ein ERP-System und dessen Aufgaben. Daher ist es wichtig, auch hierzu eine klare Abgrenzung zu finden.

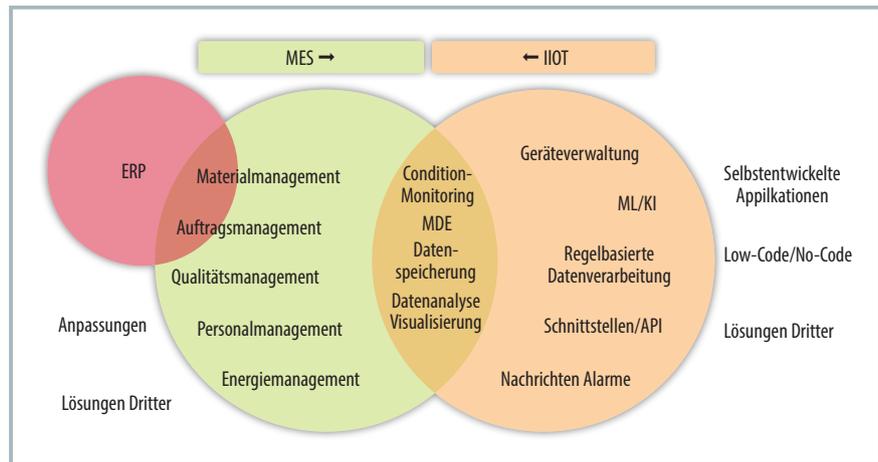
Nicht MES oder IIoT, sondern MES und IIoT

Die Fertigungsindustrie braucht heute beides: die punktuelle Optimierung einzelner Maschinen und Prozessschritte sowie den Blick auf das große Ganze. Nur so können die vorhandenen Ressourcen bestmöglich genutzt werden. Zudem gilt es, die wachsende Komplexität und Variantenvielfalt im heutigen Fertigungsalltag zu beherrschen. Auch das funktioniert nur mit einer Kombination aus MES und IIoT. Die bewährte Integration des MES mit dem ERP bleibt davon weitestgehend unberührt.

Zum Thema „effizienter produzieren“ gibt es noch eine vierte Stellschraube, die zwar weniger mit Technologie zu tun hat, aber trotzdem einen essenziellen Beitrag leisten kann: Lean Production. Die Methoden der schlanken Produktion gehen auf das sogenannte Toyota-Produktionssystem zurück und beinhalten im Wesentlichen Werkzeuge zur Vermeidung von Verschwendungen aller Art. Bis heute verbindet man Lean oftmals mit Papier und der Abwesenheit von IT.

Tatsächlich kann Lean Production sehr wohl von IT-Systemen profitieren, dann nämlich, wenn die Software gezielt eingesetzt wird, um Kennzahlen für die Nutzung der Lean-Methoden zu ermitteln. Insbesondere ein MES sollte in keiner schlanken Produktion fehlen. Das gilt besonders heute im Zeitalter von Industrie 4.0. Und somit sind es vier Säulen, die für Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit in der modernen Produktion sorgen:

- Das IIoT sorgt für technische Daten und Optimierung auf der Ebene von Maschinen und Prozessschritten.
- Ein MES setzt die technischen Daten in



Aufteilung und Überschneidung der Funktionen von MES und IIoT. Quelle: Arbeitskreis MES © Hanser

einen betriebswirtschaftlichen Kontext und ermöglicht so die Optimierung von ganzen Prozessketten und kompletten Fertigungsbereichen.

- Das ERP unterstützt die Geschäftsprozesse wie Einkauf, Vertrieb, Material- und Produktionsplanung oder Lagerhaltung.
- Lean Production profitiert von der Transparenz, die MES schafft und fokussiert auf organisatorische Zusammenhänge sowie effiziente Abläufe.

Ziel muss es sein, eine technologiegestützte organisatorische Umgestaltung aller Abläufe in der Fertigung zu erreichen. Die Schaffung einer künftig individualisierten und kundenorientierten Wertschöpfung erfordert einen detaillierten Ansatz, da sich die Wertetreiber in der diskreten Fertigung je nach Branche und sogar je nach Unternehmen stark unterscheiden. Daher gibt es nicht eine pauschale Lösung für die Fertigung, sondern vier unterschiedliche Produktionstypen, die sich abhängig von der Losgröße und der Variantenvielfalt unterscheiden:

- Maschinenbau: Kleinserienfertigung bis Losgröße 1
- Automobilindustrie: kundenindividuelle Massenproduktion
- Unterhaltungselektronik: Großserienfertigung
- Chemische Industrie: Prozessfertigung

Beispiel Automobilindustrie: individuelle Massenproduktion

Bei der kundenindividuellen Massenproduktion geht es darum, ein gewisses Maß an Produktvarianz zu ermöglichen und

gleichzeitig einen hohen Durchsatz und eine gleichbleibende Qualität aufrechtzuerhalten. Zu diesem Zweck liegt der Wert von Industrie 4.0 in geschlossenen Regelkreisen, die durch sensorbasierte Inline-Qualitätsprüfung, flexible Streckenführung, Terminplanung, Lastausgleich und Leistungsmanagement sowie die Ausweitung der Automatisierung auf die Endmontage ermöglicht werden.

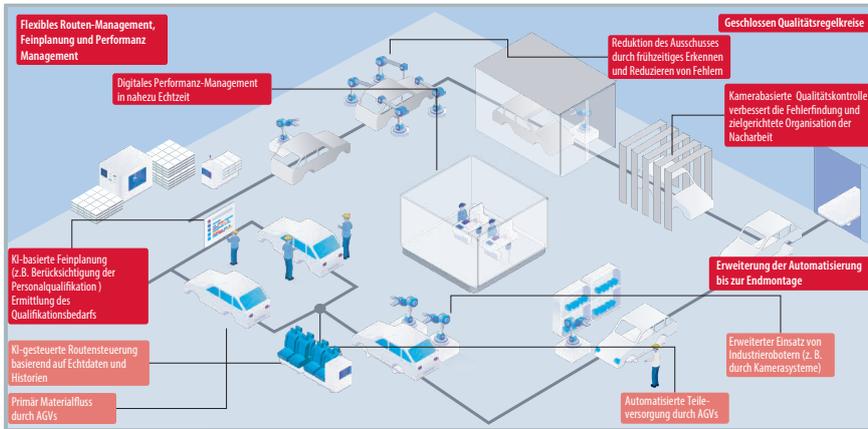
Der Automobilbau war führend bei der Einführung moderner Produktionsprinzipien wie Lean Management oder Six Sigma. Die zugrunde liegenden Produktionssysteme sind so konzipiert, dass sie die Komplexität der kundenindividuellen Massenproduktion abbilden können. Die Branche befindet sich jedoch in einem raschen Wandel und es gibt zwei Trends, die einen weiteren Wandel in der Automobilherstellung erfordern.

Trend 1: Die Nachfrage der Verbraucher nach mehr Personalisierung

Die Nachfrage der Verbraucher nach mehr Individualisierungsmöglichkeiten und die steigende Anzahl von Ableitungen aus einer gemeinsamen Plattform erhöht die Anzahl der Varianten und führt gleichzeitig zu kürzeren Vorlaufzeiten, was insbesondere in der Endmontage mehr Flexibilität erfordert.

Trend 2: Kostendegression und verbesserte Fähigkeiten von Robotern

Schließlich ermöglichen der Kostenrückgang und die verbesserten Fähigkeiten von Robotern den kosteneffizienten Einsatz dieser Geräte und Systeme in neuen Bereichen des Fertigungsprozesses. »»



Zielbild einer Fabrik der Zukunft für die Automobilindustrie. Quelle: McKinsey © Hanser

Daraus resultieren folgende drei wichtigen Industrie-4.0-Wertetreiber:

- Industrie-4.0-fähiges flexibles Routing, Scheduling, Lastausgleich und Leistungsmanagement auf der Grundlage einer durchgängigen IT-Plattform für die Fertigung und fortschrittlicher Analysen können die Produktivität in der End- und Vormontage erheblich verbessern.
- Geschlossene Regelkreise durch eine sensorbasierte Inline-Qualitätsprüfung sorgen für minimale Nacharbeit durch frühzeitige Erkennung von Prozessabweichungen. Insbesondere dann, wenn neue Prozesse und kurze Lernkurven erforderlich sind, um auf Veränderungen in der Wertschöpfungskette und der Prozesslandschaft zu reagieren.
- Eine Ausweitung der Automatisierung auf die Endmontage, etwa durch KI-gestützte Sensorsysteme oder Cobots, die eine schutzzaunlose Robotik ermöglichen, gewährleistet eine erhebliche Senkung der Arbeitskosten aufgrund des Trends zu kostengünstigeren Robotern mit höheren Fähigkeiten.

Das sich daraus ergebende Zielbild der Fabrik der Zukunft zeigt, wie sich diese zentralen Wertetreiber in konkrete, wertorientierte, untereinander agierende Use-Cases aufgliedert.

Geschlossene Qualitätsregelkreise

Derzeit erfolgt die Qualitätskontrolle während des Produktionsprozesses meist durch herkömmliche Koordinatenmessmaschinen. In der Regel erfolgt dies außerhalb der Fertigungslinie. Dabei wird der Prüfling in

einem speziell dafür vorgesehenen Bereich aus der Fertigungslinie herausgezogen, wodurch der Produktionsfluss unterbrochen wird. Die Qualitätskontrolle basiert dabei auf Stichproben der zu prüfenden Werkstücke, wobei eine 100-prozentige Prüfung nur bei sehr kritischen Teilen oder instabilen Prozessen zum Einsatz kommt.

In der Zukunft ermöglicht die sensorbasierte Qualitätskontrolle die Erfassung, Verarbeitung und Interpretation von Maschinen- und Sensordaten für die Inline-Qualitätsprüfung und -sicherung ohne Unterbrechung des Produktionsflusses. Hier kommen Kameras und Scanner zur visuellen Inspektion von Werkstücken (z.B. kamera- und laserbasierte Karosserieprüfung, kamerabasierte Lackqualitätsprüfung) zum Einsatz. Durch die sensorbasierte Kontrolle kann die Prüfhäufigkeit auf nahezu 100 Prozent gesteigert werden. Außerdem ermöglicht die Kontrolle eine frühere Er-

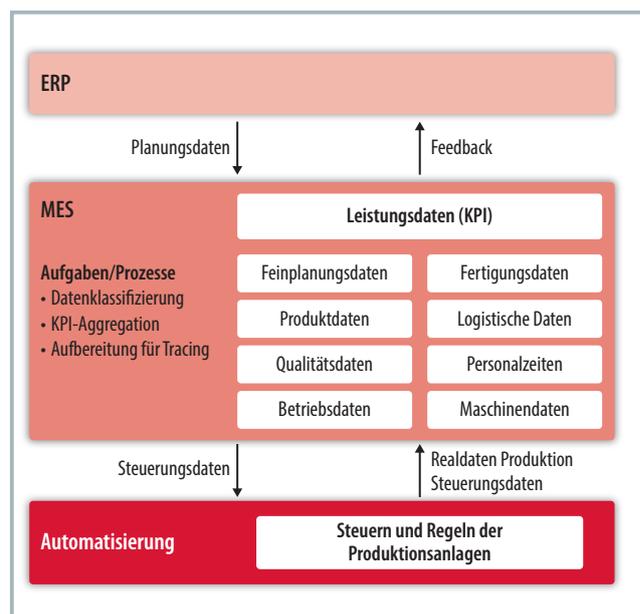
kennung von Fehlern im Prozess. Darüber hinaus reduziert diese frühzeitige Erkennung die Wertschöpfung von Teilen mit Mängeln, wodurch Ausschuss und Nacharbeit minimiert werden. Darüber hinaus können die Sensordaten dazu genutzt werden, um die Effizienz in der Nacharbeit zu erhöhen, zum Beispiel im Falle von Schäden in der Lackierung.

Erweiterung der Automatisierung bis zur Endmontage

Die End- und Vormontage wird heute immer noch von manuellen Prozessen dominiert. Arbeitskosten und Arbeitseffizienz sind daher die größten Kostentreiber in der Automobilmontage. Um Montagefehler zu vermeiden und ein hohes Qualitätsniveau in der variantenreichen Mischung am Band zu gewährleisten, sind lange und umfangreiche Schulungen erforderlich, die zu teurer Nacharbeit führen und die Kosten weiter in die Höhe treiben würden.

In der Fabrik der Zukunft sehen wir einen verstärkten Einsatz von Robotern. Dies wird durch sinkende Roboterpreise und die zunehmenden Fähigkeiten von Robotersystemen forciert. Dabei spielen zwei Aspekte in der End- und Vormontage eine Rolle: Beispielsweise lassen sich Industrieroboter durch Bildverarbeitung flexibler einsetzen. Dabei wird die Basisvariante direkt programmiert.

Die Anpassung an die unterschiedlichen Varianten funktioniert durch Bildverarbeitung beziehungsweise Informationen aus dem digitalen Zwilling. Dadurch redu-



Vernetzte Integration eines MES nach VDMA 66412 Teil 40. Quelle: VDMA-Einheitsblatt 66412-1 © Hanser

zieren sich die Einrichtungskosten bei variantenreicher Produktion. Fortschritte in der Sensorik ermöglichen virtuelle Sicherheitsumzäunungen und damit den Einsatz von Robotern ohne Umzäunung in der Fertigungslinie. Kollaborative Roboter (Cobots) können sicher Seite an Seite mit Montagearbeitern arbeiten. Typische Anwendungen sind die Vorbereitung von Modulen, die Montage von Teilen mit geringer Geschwindigkeit und Präzision oder Inline-Qualitätsprüfungsaufgaben an der Montagelinie (z.B. Inline-Spaltmaß-Scanning). Zusätzlich unterstützen Flurförderfahrzeuge die Automatisierung durch fortschrittsgesteuerte Teilezuführung und -abfuhr.

Welche Technologie für welche Anwendung

Welche Technologie sich für welche Anwendung durchsetzt, ist sehr stark mit den jeweiligen Anforderungen an die Anwendung verbunden sowie deren Einfluss auf das Produktionsgeschehen. Während für eine Reportanwendung ein Verbindungsabbruch zu dem Datenbankserver in der Cloud hinnehmbar ist, sieht das bei der Erfassung von kritischen Produktionsdaten anders aus.

Für produktionsnahe Anwendungen – darunter fällt auch eine MES-Lösung – ist es wichtig, Daten lokal zu verarbeiten und zur Verfügung zu stellen, um auf Ereignisse in der Produktion schnell reagieren zu können. Die nötige Infrastruktur sollte daher On-Premise (vor Ort) sein. Das beinhaltet zumindest die Erfassung und Vorverarbeitung der Daten als auch die Vorhaltung, wenn die Verbindung zur Cloud kurzzeitig weggebrochen ist.

Für eine standortübergreifende Auswertung oder gar eine Big-Data Analyse ist eine Private-Cloud-Lösung denkbar und auch sinnvoll, da hier auf rechenstarke Hardware zurückgegriffen werden kann. Diese kann sofern nötig auch nur bei Bedarf genutzt werden.

In Kombination ergibt sich daraus ein hybrider Ansatz mit lokal gebundenen Ressourcen als auch Cloud-Anteilen. Für die Verbindung der beiden Welten können zum Beispiel On-Premise vorgerechnete Daten per Edge-Gateway in die Cloud übertragen werden und dort ausgewertet werden. Vor allem im industriellen Umfeld und im Hinblick auf prozesskritische Parameter

verlassen sich viele auf Software- und Hardwareprodukte im Bereich IIoT. Diese erfüllen zumeist die besonderen Anforderungen an das industrielle Umfeld als auch die einfache Integration auf Grundlage von einheitlichen Standards. Die Anbindung an Edge Gateways ist hier oft bereits standardmäßig mit inbegriffen.

Anwender im geregelten Markt, die gesetzliche Auflagen zur langfristigen Datenerhaltung erfüllen müssen, tendieren zu einer On-Premise- oder einer Cloud-IaaS-Lösung (Infrastructure-as-a-Service) mit der Möglichkeit, die Cloud-Anwendung auf einen anderen Cloudanbieter wechseln zu können. Ebenso müssen diese Anwender ein Decoupling-Konzept vorweisen, um eine Exitstrategie zu haben, falls die Anbieter vertragliche Leistungen zu einem akzeptablen Preis nicht mehr erbringen können oder wollen.

Die Art der zugekauften Leistung in der Cloud unterscheidet sich jedoch, zumal diese sehr stark kunden- sowie anwendungsabhängig ist. Während für die einen Unternehmen eine IaaS-Lösung passend ist, da diese tiefgreifende Kontrolle über die Systeme haben wollen oder auch müssen, ist für andere eher die SaaS-Lösung zielführender. Die Verfügbarkeit der Technologien ist gegeben, auch die schnelle Bereitstellung von Cloud-Lösungen sowie eine gemanagte Datenbank ist heutzutage schnell eingerichtet und bietet viele Möglichkeiten, vorhandenen On-Premise-Anwendungen einen Weg in die Cloud zu bereiten.

Letztendlich ist zu beachten, dass man sich nicht auf eine Lösung festlegt und sich selbst ein gutes Maß an Flexibilität behält. Eine an die eigenen Anforderungen angepasste Strategie in Verbindung der Betrachtung aller nötigen Datensicherheitsaspekte ist hier ratsam.

MES haben klare Aufgaben im Produktionsnetzwerk

MES-Lösungen unterstützen die Unternehmen bei der Umsetzung der Digitalisierung der Produktion. Dabei wird einerseits die Prozessintegration und Transparenz in der Fertigung und andererseits die integrative Datenerfassung und -verarbeitung bei den Endnutzern von Maschinen und Anlagen unterstützt.

MES mit den bekannten Funktionalitäten auf operativer Ebene bleibt auch im Zu-

ge der fortschreitenden Digitalisierung als integrative Datendrehscheibe mit vertikaler und horizontaler Integration bestehen. Anstatt ihre Software mit MES-Funktionalitäten zu erweitern, können mittelständische Maschinenhersteller Schnittstellen zu relevanten MES-Providern aufbauen und auf diese Weise ihr eigenes Leistungsportfolio ohne größere Investitionen erweitern.

Zwecks Überwachung der gesamten Supply Chain werden im MES relevante Prozessdaten gesammelt und den jeweils verantwortlichen Mitarbeitern zur Verfügung gestellt. Wichtiger als eine detaillierte Darstellung eines Teilprozesses ist dabei eine grobe Übersicht über die gesamte Wertschöpfungskette, die auch bei Veränderungen der Detaildaten eine robuste Steuerung der Produktion ermöglicht.

Trotz einer Vielzahl von Datenquellen führt dies zu einer mehr oder weniger homogenen Systemlandschaft, die alle Informationen verteilt zur Verfügung stellen kann. ■

INFORMATION & SERVICE

QUELLEN

- VDMA Einheitsblätter der Reihe VDMA 66412
- ISO Normen der Reihe ISO 22400
- Vernetzte Integration VDMA 66412, Teil 40, Kapitel 4
- www.vdma.org/digitalisierung-industrie-40
- www.vdma.org/plattformoekonomie

AUTOREN

Michael Möller, gbo datacomp GmbH
 Andreas Kirsch, Carl Zeiss MES Solutions GmbH
 Markus Diesner, MPDV Mikrolab GmbH
 Michael Sinn, Flux MES GmbH
 Dr. Christian Wittleder, datura manufacturing AG
 Burkhard Röhrig, GFOS mbH
 Dr. Alexander Schließmann, Forcam GmbH

KONTAKT

Jan Doberstein
jan.doberstein@vdma.org