



Foto: AUDI AG

**Christoph Wolfsgruber, Gerald Lichtenegger**

## Management Information 4.0

Die breite Verfügbarkeit moderner Informationssysteme und die auch unter dem Schlagwort Industrie 4.0 zu findenden Konzepte zur transparenten betrieblichen Informationsbereitstellung bieten neue Möglichkeiten für das Management. Dennoch werden die Tätigkeiten des Sammelns, Analysierens und Aufbereitens von Informationen für das Management-Reporting in der produzierenden Industrie vielfach noch manuell ausgeführt. Der Trend zum Smartphone als Betriebshandy bietet hier einen interessanten Ansatzpunkt, das betriebliche Informationswesen zu revolutionieren. Im Rahmen der Kooperation des Instituts für Maschinenbau- und Betriebsinformatik (MBI) an der TU Graz mit der Audi Hungaria Motor Kft. wurde diese Entwicklung aufgegriffen. Für die Produktion im weltgrößten Motorenwerk in Győr wurde ein speziell auf die Möglichkeiten von mobilen Endgeräten abgestimmtes Management-Informationssystem konzipiert und ein Prototyp implementiert.

Mit der Hightech-Strategie 2020 initiierte die deutsche Bundesregierung das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, um die deutsche produzierende Industrie und den Maschinenbau gegenüber der Konkurrenz aus Amerika und Asien zu stärken. Durch die Verschmelzung von physischer und digitaler Welt und die Vernetzung von Maschinen und Menschen, sollte die Leistungsfähigkeit des produzierenden Gewerbes auf eine neue Stufe gehoben werden. Ziel von Industrie 4.0 ist eine durchgängig transparente Produktion deren hoher Vernetzungsgrad entscheidend dazu beitragen soll, optimale Entscheidungen in komplexen Produktionssystemen treffen zu können. Zentrale Motivation hinter diesen Anstrengungen sind die Steigerung sowohl der Ressourcenproduktivität als auch der Ressourceneffizienz (Kagermann, et al., 2013).

Mit dieser Vision eng in Verbindung steht der bereits historische Traum von einer papierlosen Produktion. Von zahlreichen Unternehmen, bereits seit dem Aufkommen des Computer Integrated Manufacturing (CIM) Konzepts und durch die Implementierung von ERP-Systeme vor mehreren Jahrzehnten angestrebt, hat sich dieser Traum allerdings bisher nur selten durchgängig verwirklichen lassen. Vielmehr führte die ständig steigende Verfügbarkeit von Daten sowie die durchaus wünschenswerte Professionalisierung von Mitarbeitern im Bereich des Einsatzes von Standardsoftwareprodukten (wie beispielsweise Tabellenkalkulationsprogramme) vor allem im operativen Bereich von Unternehmen zu einer Fülle an heterogenen Lösungen. Hinzu kommt das seit Jahren breite und immer noch steigende Angebot an mobilen Endgeräten, die in ihrer Fähigkeit zur

Darstellung von komplexen Informationsinhalten kaum hinter einer professionellen Office-Umgebung zurück bleiben. Unter dem Schlagwort Enterprise Mobility lässt sich hier branchenübergreifend ein Trend zum Einsatz mobiler „Informationsknoten“ beobachten. Eine Umfrage im Rahmen der Studie „Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0“ des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) in Stuttgart bestätigt, dass mobile Endgeräte und Smartphones weiter in die Produktion vordringen werden. Über 70 % der Befragten waren der Meinung, dass der Einsatz mobiler Endgeräte neue Möglichkeiten in der Nutzung aktueller Produktionsdaten eröffnet (Spath, 2013). Die Mitte des Jahres 2014 bekanntgegebene Partnerschaft zwischen Apple und IBM, in welcher die Big Data- und Analytik-Fähigkeiten von IBM mit der Erfahrung von

Apple im Endkundengeschäft vereint werden sollen, ist nur ein Beispiel, wie sich die Enterprise Mobility in Zukunft verändern wird (Apple Press, 2014).

Trotz dieser mannigfaltigen technischen Möglichkeiten zeigt sich im betrieblichen Umfeld oftmals noch ein differenziertes Bild. Die vom FIR e.V. an der RWTH Aachen durchgeführte Studie „Produktion am Standort Deutschland“ zeigte, dass aufgrund der momentan sehr großen Anzahl an manuellen Systembuchungen und der schriftlichen Dokumentation echtzeitfähige Daten, in der für ihre jeweiligen Anwendungen benötigten Qualität, die Ausnahme darstellen. Bei kleinen und mittleren Unternehmen überwiegt mit 57% die schriftliche Dokumentation als Rückmeldeinstrument der Bewegungs-, Bestands- und Positionsdaten vom Shop Floor. Bei Großunternehmen setzen immer noch 39% auf diese Art der Informationsgewinnung, während schon vielerorts Systeme zur Betriebsdatenerfassung (BDE) im Einsatz sind. (Schuh & Stich, 2013).

Auch bei Audi Hungaria Motor Kft., welche nahezu die gesamte Motorenpalette des Audi Konzerns fertigt und auch Motoren an Volkswagen, Seat und Skoda liefert, sind bereits derartige Systeme im Einsatz. Es hat sich allerdings gezeigt, dass der Informationsfluss von den Mitarbeitern und Maschinen am Shop Floor hin zu den Entscheidungsträgern über mehrere manuelle Bearbeitungsschritte von System- und Informationsbrüchen geprägt ist. Im Detail heißt das, dass als Quellsysteme für das Management Reporting sowohl manuell geführte Schichtbücher als auch operative Key Performance Indikatoren (KPI) mittels BDE-Systemen, Qualitätssystemen (CAQ) und ERP-Systemen erfasst werden. Darüber hinaus werden Daten- bzw. Informationslücken beispielsweise in der Bestandsverfolgung an neuralgischen Punkten auch durch manuelle Erfassung (Zählen) geschlossen. Diese Informationen werden anschließend in mehreren Stufen verdichtet und in Wochenberichten für die einzelnen Managementebenen zusammengefasst. In dieser ebenfalls manuell durchgeführten Aggregation werden die für die einzelnen Zielgruppen relevanten KPIs aus den Tagesberichten der IT-Systeme in eine Tabellenkalkulationssoftware übertragen.

Zudem werden bei Kennzahlabweichungen zusätzliche Informationen aus dem Schichtbuch (z.B. Ursachen und Maßnahmen) ebenfalls manuell in den Wochenbericht übertragen. Diese Informationen werden anschließend sowohl bei den einzelnen Produktionslinien analog auf Informationstafeln (Shop Floor Management) als auch in konsolidierten Wochenberichten für die einzelnen Managementebenen bereitgestellt.

Ziel des vorliegenden Projekts war es nun, ein durchgängiges System für sämtliche operative Informationen wie KPIs, Problembeschreibungen, Schwerpunkte und Maßnahmen zu schaffen. Am Shop Floor sollten speziell eingerichtete Informationsstände dazu dienen, sowohl Probleme, welche zuvor im Schichtbuch geführt wurden, digital zu erfassen, als auch relevante Informationen der Produktionslinien wie Kennzahlen und laufende Maßnahmen darzustellen. Für die einzelnen Managementebenen sollten die relevanten Informationen automatisch durch ein Eskalationsregelwerk sowohl in der Office-Umgebung als auch auf mobilen Endgeräten verfügbar sein (siehe Abbildung 1). Zudem sollten aus der gleichen Datenquelle Wochenberichte in druckbarer Form erstellt werden können.

Im Zuge der Konzeption und Umsetzung eines Prototyp-Systems wurde gemeinsam mit dem Projektpartner ein Datawarehouse zur zentralen Datenspeicherung eingesetzt, welches mit den operativen Quellsystemen gekoppelt ist. Eine Hauptfunktion des Systems ist die grafische Darstellung der unterschiedlichen Informationen. Auf

grund der Limitierung in der Displaygröße von mobilen Endgeräten musste im Besonderen darauf geachtet werden, ein möglichst effizientes Konzept zur Informationsvisualisierung umzusetzen. Dabei wurde unter Nutzung der SUCCESS Regeln (Hichert, 2014) eine Darstellung entwickelt, welche in Balkendiagrammen die Zielerreichung der jeweiligen Kennzahlen anzeigt. Abbildung 2 zeigt diese Kennzahlansicht mit der visuellen Darstellung der Zielerreichung des Prototyp-Systems am iPhone. Dabei wird ein an die Produktionsstruktur angepasstes hierarchisches Bedienungskonzept verwendet, durch welches für die einzelnen Ebenen die jeweiligen relevanten aggregierten Kennzahlen dargestellt werden. Zudem ist durch Umschalten zwischen einer Tages/Wochen- auf eine Wochen/Jahres Sicht eine Aggregation über die Zeit möglich. Darüber hinaus werden auch zielgruppenspezifisch relevante Schwerpunkte dargestellt. Hierfür werden die, in einem täglich am Shop Floor stattfindenden Abstimmungsprozess, anfallenden Probleme und Maßnahmen mit den Kennzahlabweichungen verknüpft. Durch parametrisierbare Eskalationsregelsätze können die zu verknüpfenden Informationen zielgruppengerecht (je nach Managementebene) optimiert auf mobilen Endgeräten dargestellt werden.

Somit wird ein transparenter, automatisierter Informationsfluss ermöglicht. Als Ausblick besteht die Vision, das System soweit autonom zu gestalten, dass Probleme bereits direkt aus den Qualitäts- und Betriebsdatenerfassungssystemen abgeleitet werden können. Zudem können ebenso Logistikdaten in das System aufgenommen

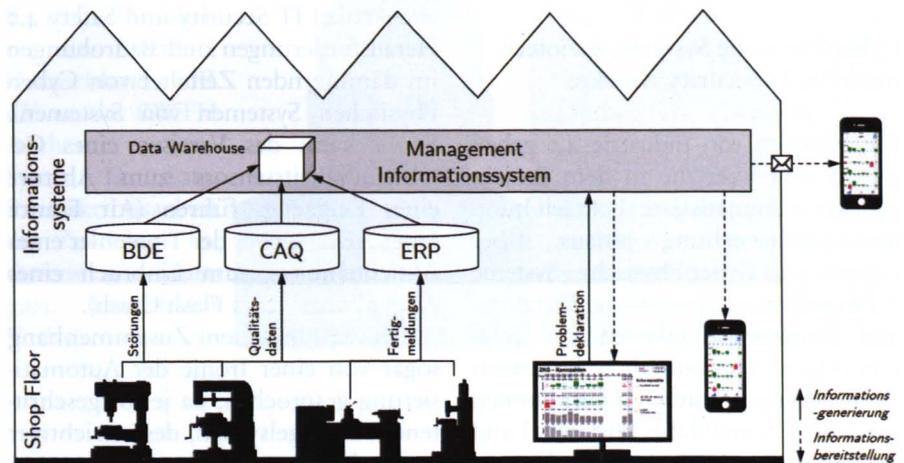


ABBILDUNG 1: SYSTEMARCHITEKTUR DES MANAGEMENT INFORMATIONSSYSTEMS

werden und über modellgetriebene Prognosen, ausgehend vom Istzustand der Fertigung, Frühwarn- und entscheidungsunterstützende Funktionalitäten eingebaut werden.

Bei all diesen Ansätzen und Möglichkeiten in der Smarten Fabrik, muss allerdings in großem Maße auf den erfolgskritischen Faktor Sicherheit geachtet werden. Neben der Betriebssicherheit steht hier die Daten- und Informationssicherheit, und somit vor allem der Schutz vor unerlaubtem Datenzugriff (IT-Security, Cyber-Security), im Fokus. Auch in dem Industrieprojekt war es eine große Herausforderung, in der Umsetzung den sicheren Datentransfer zu externen Endgeräten sicherzustellen. Hier konnte auf bereits bestehende und ausreichend gesicherte innerbetriebliche Schnittstellen und Kanäle zurückgegriffen werden. Ein Mal pro Tag und bei Bedarf auch auf Abruf werden vom Management Information-Server verschlüsselte Datenfiles an die Endgeräte der berechtigten Systemnutzer gesendet. Über die beispielsweise auf einem Smartphone installierte MIS-App, kann der Datenanhang, welcher sämtliche für die Darstellung benötigten Informationen beinhaltet, entschlüsselt und geöffnet werden. Diese Daten werden anschließend von der App in einem gesicherten Speicherbereich des Smartphones abgelegt. Somit ist zur Darstellung der Informationsinhalte keine ständige Verbindung zum Server notwendig. Des Weiteren ist mit dieser Art der Daten- und Informationsbereitstellung sichergestellt, dass kein Zugriff auf den Server des Management Information-Systems von außerhalb der gesicherten Systemumgebung erfolgen kann.

**Cyber-Physische Systeme: soziotechnische & IT-Security Aspekte**

Die Visionen von Industrie 4.0 gehen jedoch weit über die in dem Projekt gezeigte automatisierte Echtzeit-Informationsbereitstellung hinaus. Über sogenannte Cyber-Physische Systeme (CPS) sollten auch sämtliche Planungs- und Steuerungstätigkeiten von echtzeitfähigen, kontinuierlich lernenden Optimierungsagenten übernommen werden. CPS sind dabei horizontal und vertikal vernetzte, eingebettete Systeme (embedded systems), die mittels Sen-

soren Daten aus ihrer Umgebung erfassen und durch Aktoren auf Vorgänge einwirken. Getrieben wird der Einsatz dieser verteilten, mit ihrer Umgebung gekoppelten Regelsysteme von den drei grundlegenden Entwicklungen. Zunächst führt der immer weiter fortschreitende Einsatz von Sensorik wie z.B. RFID (vgl. Internet of Things, Embedded Everywhere) zu einer Fülle von zur Verfügung stehenden Daten in hoher Qualität. Des Weiteren besteht die Bestrebung IT Systeme immer mehr zu integrieren und vernetzten, da die isolierte Betrachtung von Subsystemen meist auf Kosten des Gesamtoptimums geht (vgl. Smart Grid Ansätze). Die dabei erzeugte, immer weiter steigende, Masse an Daten steht allerdings in keinem Verhältnis mit der menschlichen Fähigkeit, diese Informationen auch schnell genug zu verarbeiten. Daraus resultiert die Forderung nach mehr Autonomie der Regelsysteme oder in anderen Worten „Human out of the Loop!“ (Lee, 2010).

So manche kritische Stimmen heben allerdings hervor, dass gerade diese technikzentrierte Perspektive von Industrie 4.0 weitgehend jegliche soziotechnische Aspekte ignoriert und dieses Defizit zu einem Debakel, wie auch schon bei CIM, führen wird (Bröder, 2014). Nicht zuletzt zeigen so manche verhängnisvolle Entscheidungen von bereits im Einsatz stehender hoch autonom agierender Systeme, dass durch wechselseitige Abhängigkeiten zwischen Algorithmen, Datenbanken und Sensoren sich die Fehlermöglichkeiten dramatisch vermehren. Selbst kleine Fehler können durch im System herbeigeführte, dynamische Effekte größere Zwischenfälle verursachen (siehe Artikel IT Security und Safety 4.0 Herausforderungen und Bedrohungen im dämmernden Zeitalter von Cyber-Physischen Systemen von Systemen). Somit kann das Vereisen eines Geschwindigkeitssensors zum Absturz eines Flugzeugs führen (Air France Flugs AF447), oder der Tippfehler eines Aktienhändlers zum Einbruch eines Aktienkurses (2010 Flash Crash).

Oft wird in diesem Zusammenhang sogar von einer Ironie der Automatisierung gesprochen, da je fortgeschrittener ein Regelsystem, desto wichtiger auch der menschliche Beitrag zur Überwachung, Einstellung, Wartung

und Verbesserungen. Die Annahme durch intelligente Steuerungssysteme die als „unzuverlässig und ineffizient“ angesehenen menschlichen Bediener zu ersetzen, ist allerdings oft ein Trugschluss, da Menschen gerade bei monotonen Überwachungstätigkeiten besonders schlecht sind. Zudem kann die totale Abgabe der Handlungskompetenz in die Hände von CPS sogar negative Auswirkungen auf kognitive Fähigkeiten, wie das Aneignen von Wissen, haben (Carr, 2013).

Auch die IT-Security von CPS in der Industrie 4.0 ist in jeder Form eine essentielle Herausforderung. Selbst einfache Manipulationen in den Daten können enorme Folgen haben und sogar Unfälle auslösen. Die Grenzen zwischen den vormals getrennten Informations- und Kommunikationstechnik-Bereichen (IKT) der Produktions-IT und der Business-IT werden durch die CPS von Industrie 4.0 verschwinden. Daraus ergeben sich neue Verwundbarkeiten und den Angreifern eröffnen sich neue Möglichkeiten, in Systeme einzudringen und Schäden auch in der physischen Welt zu verursachen.

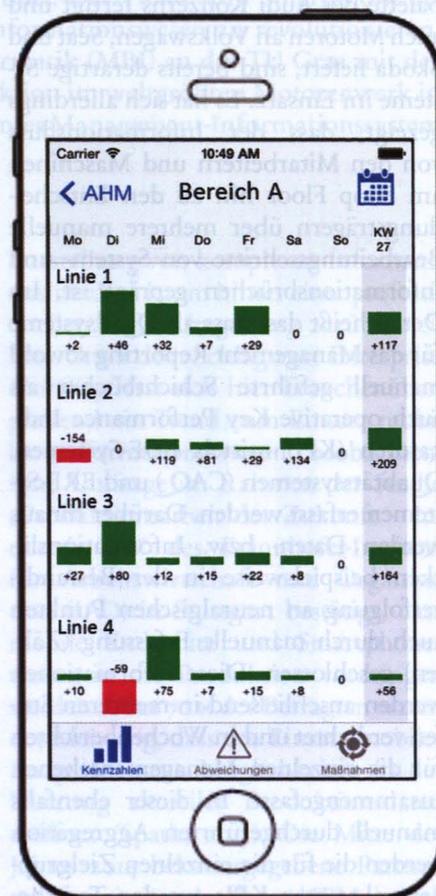


ABBILDUNG 2: DARSTELLUNGS-KONZEPT AM IPHONE

Betrachtet man heutige Produktionsanlagen, die normalerweise bis zu 25 Jahre in Betrieb sind, stellt man fest, dass man in diesem Bereich auf sehr altbewährte Informations- und Steuerungstechnik setzt. Durch Industrie 4.0 stehen diese altgedienten industriellen Steuerungssysteme vor der Herausforderung, mit neuen Schnittstellen versehen zu werden und damit einer Vielzahl von Bedrohungen aus dem Internet gegenüberzustehen. Altbewährte Schutzmechanismen, wie die Industrieanlagen im Inselbetrieb zu betreiben, sind aufgrund der Vernetzung nicht mehr sinnvoll umsetzbar.

Zudem ist die klassische Sicherheitstechnologie, wie man sie in heutiger Business-IT findet, wie Viren-Scanner, Firewalls, VPNs oder SSL/TLS-verschlüsselte Kommunikation zwischen Browsern und Servern in der Unternehmens-IT, nicht für die ressourcenschonende, einfache Absicherung beschränkter, vernetzter Komponenten im Automatisierungs- und Produktionsumfeld geeignet (Fallenbeck & Eckert, 2014). Viele Komponenten dieser Systeme sind beschränkt hinsichtlich ihrer Speicherkapazität oder auch ihrer Rechenfähigkeit und ihres Energieverbrauchs. Sie müssen rund um die Uhr ihre Aufgaben erfüllen, oft unter Einhaltung strikter zeitlicher Vorgaben. Es ist daher nicht möglich, im Regelbetrieb Sicherheits-Patches, wie aus der Business-IT wohlbekannt, aufzuspielen. Komponenten können nicht einfach neu gestartet oder neu konfiguriert werden.

Daher besteht hoher Forschungsbedarf auf dem Gebiet der IT-Sicherheit im Produktionsbereich, denn trotz des hohen wirtschaftlichen Potenzials der Industrie 4.0 darf Innovation niemals auf Kosten der Sicherheit erfolgen (Liggesmayer & Trapp, 2014). Zudem müssen Lösungen gefunden werden, welche auch soziotechnische Aspekte in der Automatisierung berücksichtigen. Dabei steht vor allem die Zukunftsperspektive „Smart Machines“ (Artificial Intelligence) im Spannungsfeld. Benötigen wir nicht anstelle der autonom agierenden Softwareagenten,

„Machines that make us smart“ (Intelligence Amplification) (Bröder, 2014)?

#### Literatur:

- Apple Press, 2014. <http://www.apple.com/pr/library/2014/07/15/Apple-and-IBM-Forge-Global-Partnership-to-Transform-Enterprise-Mobility.html> [28.11.2014].
- Bröder, P., 2014. Industrie 4.0 und Big Data: Kritische Reflexion Forschungspolitischer Visionen. Universität Siegen.
- Carr, N., 2013. All Can Be Lost: The Risk of Putting Our Knowledge in the Hands of Machines. The Atlantic.
- Fallenbeck, N. & Eckert, C., 2014. IT-Sicherheit und Cloud Computing. In: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden: Springer, pp. 397-431.
- Hichert, R., 2014. Success Regeln. <http://www.hichert.com/de/success.html> [1.12.2014].
- Kagermann, H., Wahlster, W. & Helbig, J., 2013. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. München: Acatech.
- Lee, I., 2010. Cyber Physical Systems: The Next Computing Revolution. University of Pennsylvania.
- Liggesmayer, P. & Trapp, M., 2014. Safety: Herausforderungen und Lösungsansätze. In: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden: Springer, pp. 433-450.
- Schuh, G. & Stich, V., 2013. Produktion am Standort Deutschland. FIR e.V. an der RWTH Aachen.
- Spath, D., 2013. Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.



**Dipl.-Ing.  
Christoph  
Wolfgruber**

Universitätsassistent  
am Institut für Maschinenbau- und Betriebsinformatik an der TU Graz

#### Autoren:

Christoph Wolfgruber ist Universitätsassistent am Institut für Maschinenbau- und Betriebsinformatik an der TU Graz und beschäftigt sich im Rahmen seines Dissertationsvorhabens mit den neuen Möglichkeiten durch Industrie 4.0. Neben den Informationssystemen liegt dabei der Forschungsfokus vor allem auf intelligenten, onlinefähigen Produktionsplanungs- und Steuerungskonzepten.

Gerald Lichtenegger ist Assistant Professor am Institut für Maschinenbau- und Betriebsinformatik an der TU Graz. Als gelernter Produktionstechniker beschäftigt er sich in Lehre und Forschung mit den Themen Produktionsplanung, Produktionssteuerung und dem Einsatz neuer IT-Konzepte im betrieblichen Umfeld. Darüber hinaus forscht Gerald Lichtenegger in den Bereichen Systemarchitektur und Systems Engineering mit dem Schwerpunkt Gestaltung sozio-technischer Systeme.



**Ass.Prof. Dipl.-Ing.  
Dr.techn. Gerald  
Lichtenegger**

Assistant Professor am  
Institut für Maschinenbau- und Betriebsinformatik an der TU Graz