

# **Entwicklungstrends von MES-Systemen am Beispiel der Automobil-Industrie**

## **Development trends of Manufacturing Execution Systems in the automotive industry**

O. Sauer, Karlsruhe

### **Kurzfassung**

Aufgrund der arbeitsteiligen Organisation und der Charakteristik der variantenreichen Serienproduktion existieren in der Automobil-Industrie für die verschiedenen MES-Ebenen eigene IT-Systeme. Diese Systeme arbeiten heute eigenständig, meist ohne Datenaustausch und Verbindung zu den anderen MES-Komponenten. Ziel der Automobil-Hersteller ist es, die Einzelsysteme in den kommenden Jahren miteinander zu verbinden, um damit existierende Synergiepotentiale auszuschöpfen.

### **Abstract**

Today's automotive plants are equipped with heterogeneous software systems for different types of tasks, both factory planning and manufacturing operations. IT systems used for factory planning are summarized as 'digital factory tools'. On the operating MES-level, software systems are not yet integrated and thus support separate tasks such as production order control, production monitoring, sequence planning, vehicle identification, quality management, maintenance management, material control and others.

### **1. Einleitung**

In den vergangenen Jahren haben sich die Automobil-Hersteller zunehmend auf ihre Kernkompetenzen konzentriert und erhebliche Wertschöpfungsumfänge an ihre Zulieferer vergeben. Für die OEMs hat diese Verlagerung dazu geführt, dass sie vor allem die Produktions-, Logistik und Qualitätsmanagementprozesse effizienter steuern und überwachen müssen. Im durchgängigen Management von Produktions- und Materialströmen liegen Verbesserungspotentiale, die durch geeigneten IT-Einsatz ausgeschöpft werden können. ‚Sicherheit durch Information‘ ersetzt die ‚Sicherheit durch Bestände‘.

Ein weiterer Treiber für neue, integrierte Software-Lösungen ist die steigende Anzahl neuer Fahrzeugmodelle und die kürzeren Entwicklungs-, Anlauf- und Lebenszyklen. IT-Systeme leben meist länger als die Produkte und müssen darum flexibler werden.

## 2. Produktionsnahe Software in Automobilwerken

Um diese Potentiale ausschöpfen zu können ist es speziell für OEMs erforderlich, die bisherigen Insellösungen, z.B. für Produktionsleittechnik, Instandhaltungsmanagement, Fahrzeugidentifikation, Qualitätsmanagement, etc., zu verbinden. Damit wird es möglich, Entscheidungen, die auf der Werkstattebene getroffen werden, transparent und durchgängig zu unterstützen, z.B. im Fall einer Maschinen-/Anlagenstörung die Auswirkungen auf Just-in-sequence-Teile zu verdeutlichen. Die derzeitige Entwicklung einer neuen produktionsnahen Software-Generation, den MES-Systemen, soll dazu führen, die Einzellösungen (Bild 1) zu verbinden.

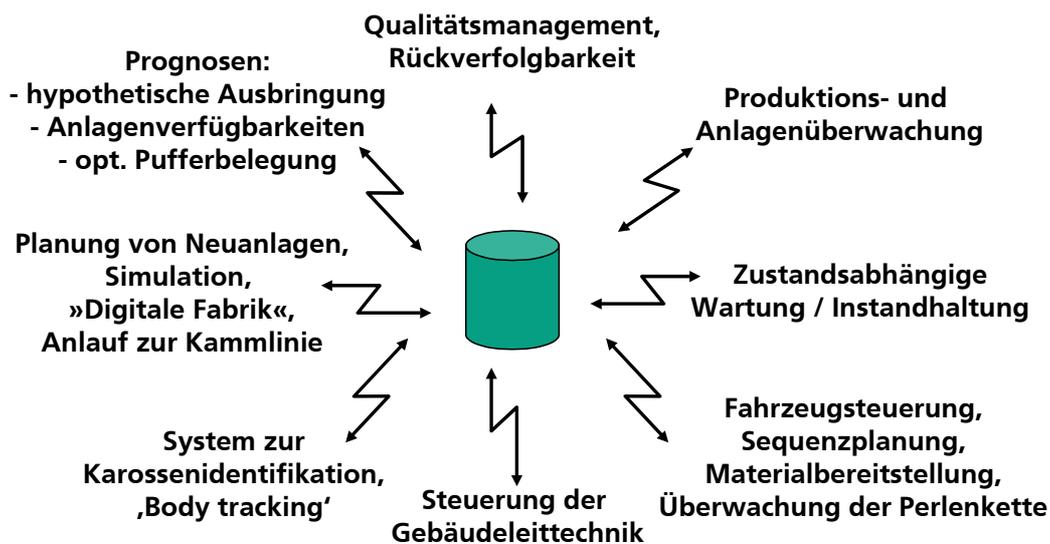


Bild 1: Beispiele für MES-Komponenten in heutigen Automobil-Werken [1]

Allerdings ist mit den heute im Betrieb eingesetzten Software-Technologien eine wirkliche Integration vorhandener Systeme kaum machbar. Heute erfolgt die Integration meist über große Datenbanken, die ein gemeinsames Datenmodell erfordern. Speziell diejenigen Anwendungen, die Echtzeit-Datenverarbeitung erfordern, lassen sich damit aufgrund der mangelnden Performanz nicht integrieren. Dazu zählen alle Anwendungen, die Signale von den Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPSen) aufnehmen und weiterverarbeiten, z.B. Produktionsleitsysteme oder Fahrzeug-Ident-Systeme. Die Integrationsansätze über ein gemeinsames Datenmodell und eine Datenbank sind zu unflexibel gegenüber Änderungen

oder Erweiterungen. Spätestens, wenn eine neue Anwendung eingefügt werden soll, stößt die Lösung über ein gemeinsames Datenmodell an seine Grenzen. Andererseits ist es nicht absehbar, dass es einen Lieferanten oder ein Systemhaus geben wird, das sämtliche MES-Komponenten eines Fahrzeugwerkes integriert aus einer Hand anbieten kann. Darum müssen für die Integration der MES-Komponenten zu einer durchgängigen Datenverarbeitung andere technische Lösungen gefunden werden (Bild 2).

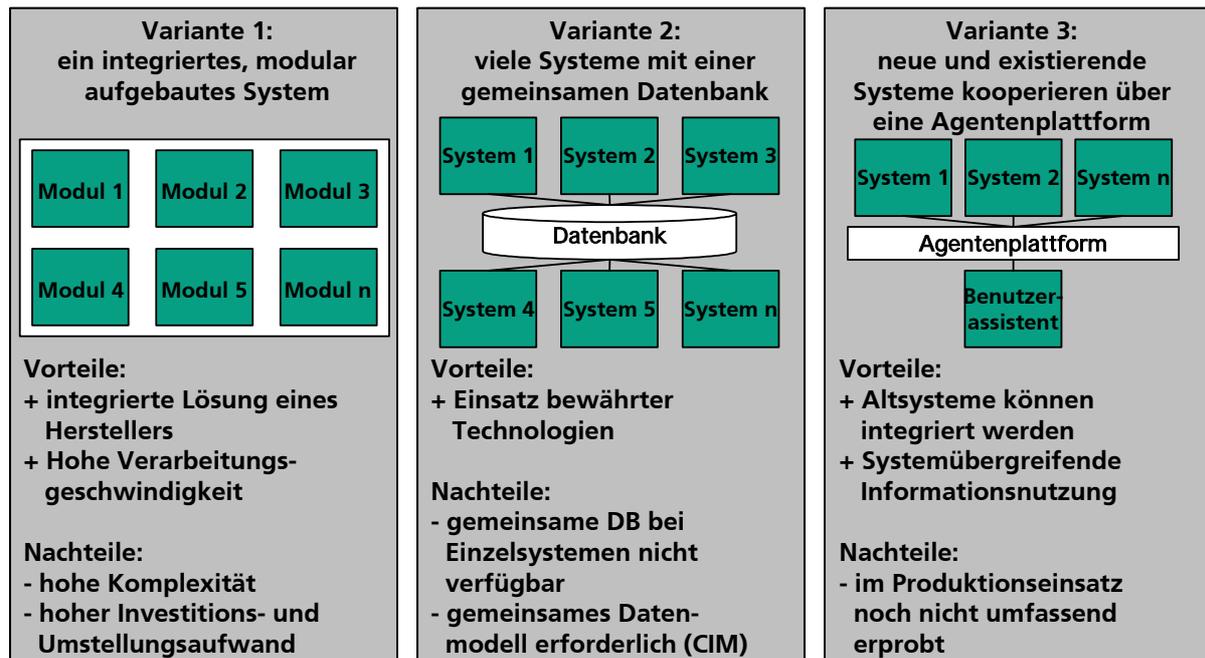


Bild 2: Prinzipelle Möglichkeiten zur Vernetzung von IT-Systemen [2]

1996 entwickelte ein Team des Fraunhofer IPK ein erstes Konzept einer durchgängigen produktionsnahen Informationsverarbeitung für einen koreanischen OEM. Das Team hatte die Aufgabe, ausgehend von der übergeordneten Fertigungssteuerung die IT-Systeme der Zellebene (Fertigungsauftragssteuerung, Leittechnik, Instandhaltung, Materialbereitstellung, Qualitätsmanagement und Simulationen) zu integrieren und zwar für jedes Gewerk vom Presswerk bis zur Montage. Unter Anwendung der damals verfügbaren Software-Technologien entstand das in Bild 3 abgebildete Konzept [3]. Das Werk ging 1998 mit den aufgeführten Komponenten in Betrieb.

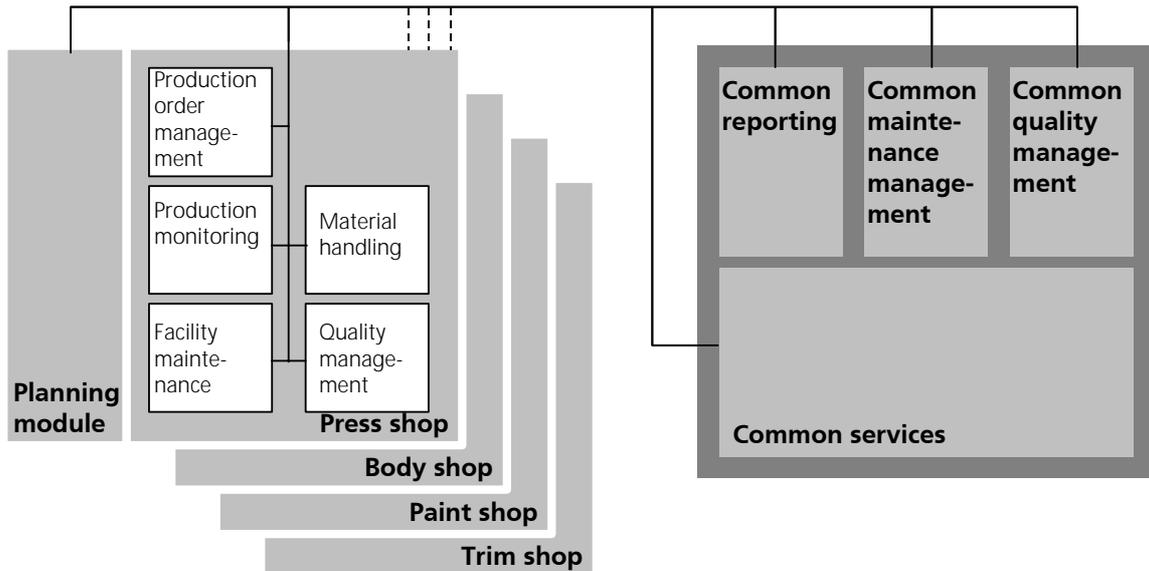


Bild 3: Komponenten produktionsnaher Informationstechnik für einen koreanischen OEM [3]

### 3. Neue Software-Technologien zur Verbindung bestehender IT-Systeme

Eine neue vielversprechende Möglichkeit, IT-Systeme zu koppeln und benutzerspezifische Assistenzsysteme einzusetzen, liegt in der Anwendung von Software-Agenten. Im akademischen Umfeld wird diese Technologie seit langem untersucht; praktische Anwendungen in der Produktion und der Echtzeit-Datenverarbeitung sind bisher jedoch nur wenige bekannt. Erfolgversprechend eingesetzt werden Software-Agenten in der Steuerung flexibler Fertigungssysteme, z.B. zur zerspanenden Fertigung von Motorenteilen. Im neuen Reihenmontagewerk der DaimlerChrysler AG in Untertürkheim ist seit Ende der 90er Jahre eine Anlage im Serienbetrieb [4, 5], die durch Software-Agenten gesteuert wird (Bild 4). Die Erfahrungen mit dieser Anlage zeigen, dass Software-Agenten in der produktionsnahen Informationsverarbeitung eine Zukunft haben.

Allerdings ist es selbst unter der Annahme einer vollständigen Kopplung oder Integration für den Anwender auf der Werkstattebene schwierig, den Überblick über angebotene Systemfunktionalitäten zu behalten. Darum werden sich für MES-Systeme zukünftig Assistenzsysteme etablieren, die dem Anwender die speziell für seine Aufgabe erforderlichen Funktionalitäten bereitstellen. Ein Beispiel für ein solches Assistenzsystem ist der ‚Produktionsassistent‘ des Fraunhofer IITB [6]. Dieses eigenständige System ist angekoppelt an das Echtzeit-Produktionsleitsystem ‚ProVis‘ und prognostiziert auf Basis einer einfachen kurzfristigen Simulation die Ausbringung einer Automobil-Montage und die Pufferstände im Band für die kommenden drei bis fünf Schichten. Dem Werkstatt-Mitarbeiter können damit erste Ent-

scheidungshilfen gegeben werden, falls eine Störung in der Produktion auftritt, z.B. wo muß kurzfristig Personal verschoben werden, können Pausen flexibel vorgezogen oder verschoben werden, etc. Der Produktionsassistent greift direkt auf die Daten des Laufzeit-Systems zu; die Visualisierung erfolgt über ein marktgängiges SCADA-System (Bild 5). Aktuelle Anforderungen gehen dahin, mit dem Produktionsassistenten auch die Perlenkettengüte oder den Zustand des Karossenpuffers zu überwachen.

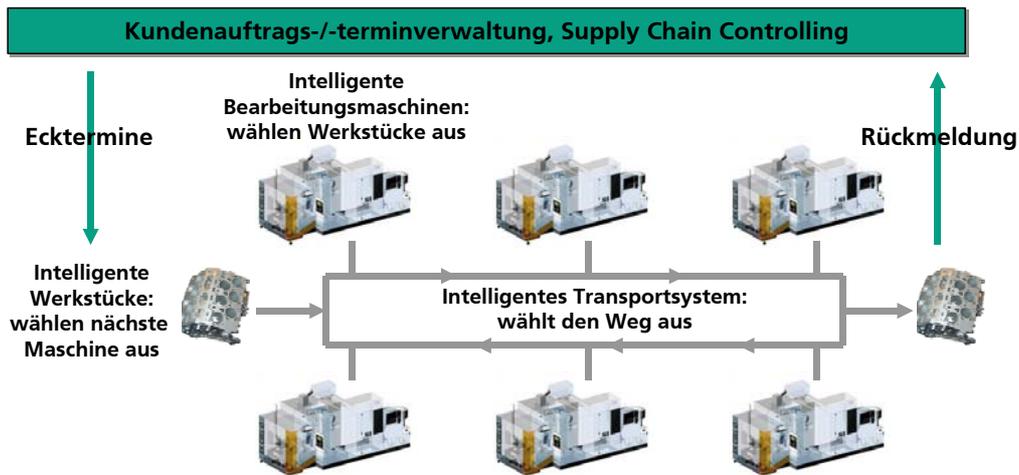


Bild 4: Beispiel eines flexiblen Fertigungssystems mit einer Agenten-Steuerung

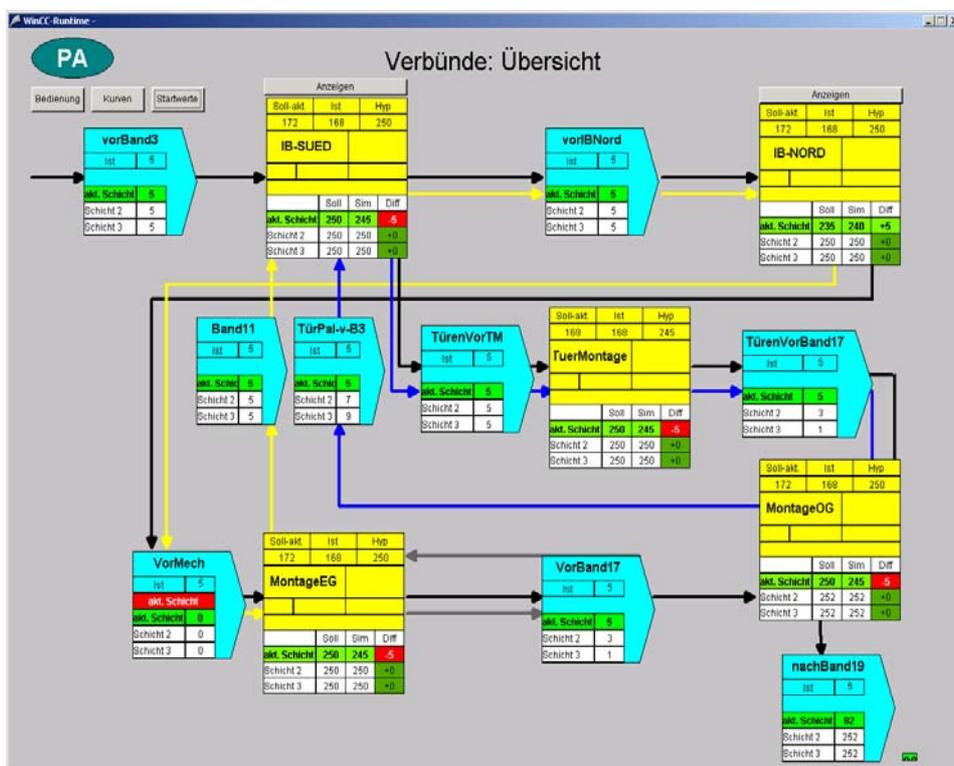


Bild 5: Beispiel für ein Assistenzsystem innerhalb einer MES-Komponente [6]

## 4. Beispielhafte Entwicklungslinien für MES-Systeme in der Automobil-Industrie

### 4.1 Geschlossene Regelkreise

Die Hauptidee der geschlossenen Regelkreise (Bild 6) liegt darin, die Verbindung zwischen produktionsüberwachenden und steuernden IT-Komponenten zu schaffen. Diese Regelkreise schließen die Lücken in der Informationsverarbeitung zwischen Leitsystemen, Planungstools der Digitalen Fabrik und Steuerungssystemen.

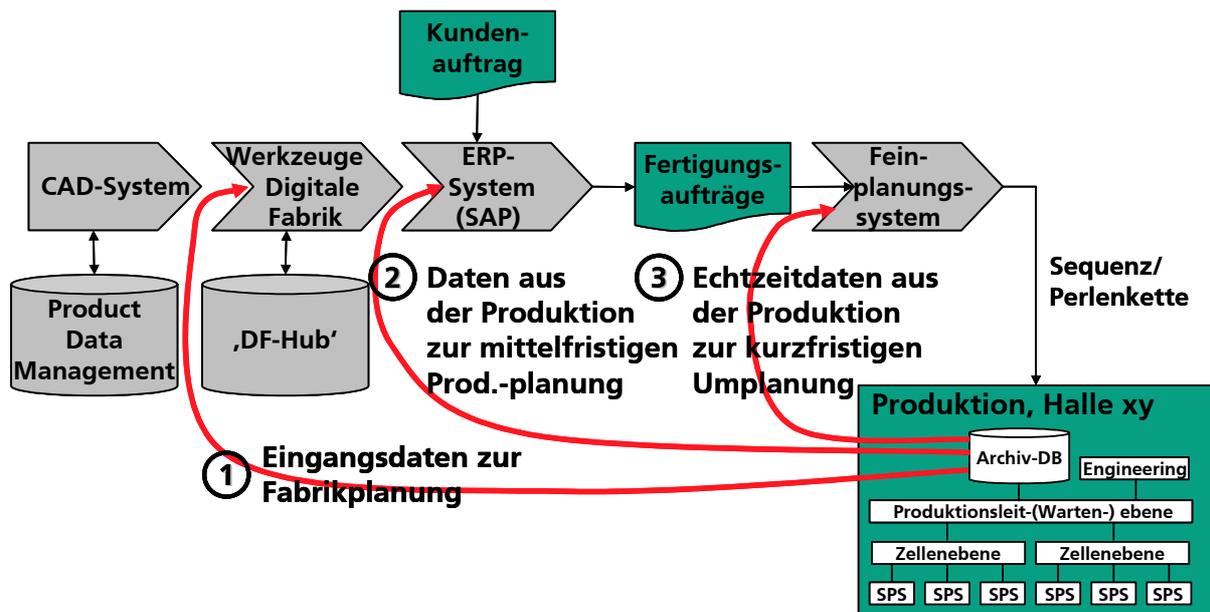


Bild 6: Aufbau geschlossener Regelkreise zwischen Automobil-Produktion und dem Order Management [1]

Leitgedanke dabei ist, dass in Zukunft die ‚Digitale Fabrik‘ nicht nur für die Fabrik- und Anlagenplanung zur Verfügung stehen wird. Vielmehr werden die Echtzeitdaten der Produktion, z.B. aus automatisierten Motoren-, Getriebe- oder Fahrzeugmontagen, direkt in verschiedene Planungssysteme zurückgemeldet [1]. Damit ergeben sich genauere Ergebnisse in der Fabrik- und Anlagenplanung, bessere mittelfristige Produktionspläne sowie die Möglichkeit, die Daten aus der realen Produktion bei der kurzfristigen Bildung von Auftragsreihenfolgen („Perlenketten“) zu berücksichtigen. Die in der Datenbank des Auswerte-Systems gehaltenen Informationen über den Zustand der Produktion können genutzt werden als

1. Eingangsinformationen zur Fabrikplanung mit Werkzeugen der Digitalen Fabrik. Nutzen: Höhere Planungsgenauigkeit der Digitalen Fabrik, da sie mit echten Daten der Produktion arbeitet statt mit Schätzwerten der Fabrikplaner.
2. Eingangsinformationen eines ERP-Systems zur mittelfristigen Produktionsplanung, z.B. Wochen- oder Monatsplanung. Nutzen: A. Bessere Planungsergebnisse des

ERP-Systems, da echte statistische Daten des Produktionsverhaltens berücksichtigt werden. B. Bessere Planung der Instandhaltung der Anlagen („Wartung-on-demand“).

3. Eingangsinformationen zur kurzfristigen Feinplanung, z.B. einer Sequenzplanung, die die echten Zustände der Produktion berücksichtigt, z.B. Anlagenstörungen. Voraussetzungen hierfür sind: A. Verknüpfung des Produktionsleitsystems mit einem System zur Karossenidentifizierung (siehe Bild 7), B. Das Produktionsleitsystem hat Zugriff auf auftragsbezogene Daten. Nutzen: Bessere / schnellere Reaktion auf ungeplante Störungen in der Produktion.

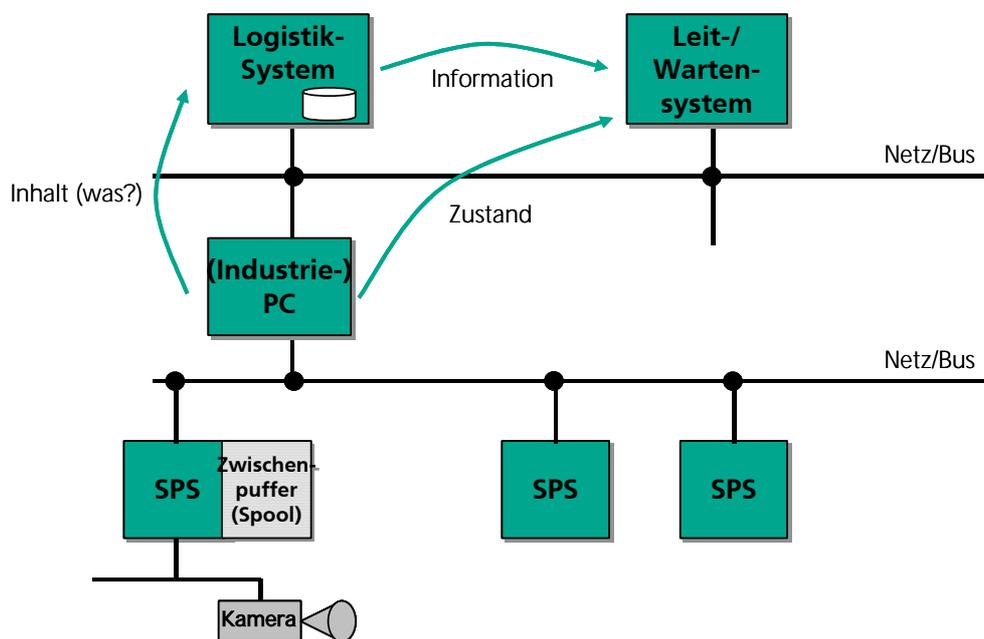


Bild 7: Beispiel für die Kopplung zwischen Leitsystem und Karossen-Identifizierung

#### 4.2 Verbindung zwischen Planungswelt und Automatisierungswelt

In der Automobil-Industrie ist der Begriff der ‚Digitalen Fabrik‘ zur Zeit allgegenwärtig. In ihrer Umsetzung ist die ‚Digitale Fabrik‘ mit einem Fabrik-DMU zu vergleichen, mit dem Unterschied, dass über entsprechende Simulatoren auch Aussagen zum dynamische Verhalten der Fabrik möglich sind. Idealerweise sind die Eingangsdaten dieser Simulation die echten Daten aus dem Betrieb, wie sie durch das Prozessleitsystem aufgenommen und verarbeitet werden (vgl. Bild 6).

Um die Diskussion über die Inhalte der Digitalen Fabrik zu kanalisieren, hat der VDI-Fachausschuss ‚Digitale Fabrik‘ den Begriff definiert: „Die Digitale Fabrik ist der Oberbegriff

für ein umfassendes Netzwerk von digitalen Modellen, Methoden und Werkzeugen - u.a. der Simulation und 3D/VR-Visualisierung -, die durch ein durchgängiges Datenmanagement integriert werden. Ihr Ziel ist die ganzheitliche Planung, Evaluierung und laufende Verbesserung aller wesentlichen Prozesse und Ressourcen der Fabrik in Verbindung mit dem Produkt“ [7]. Diese Definition verdeutlicht, dass der Fachausschuss bereits daran gedacht hat, dass auch der Anlauf und der Betrieb einer Fabrik durch die Digitale Fabrik abgedeckt werden. Neuere Entwicklungen verdeutlichen, welche Potentiale sich daraus erschließen lassen: zukünftig werden sich die Ergebnisse der Planung mit Werkzeugen der Digitalen Fabrik direkt in Systemen der Automatisierung, d.h. des Fabrikbetriebes, übernehmen und nutzen lassen. In Zukunft wird die ‚Digitale Fabrik‘ für mehr genutzt werden als nur zur Fabrik- und Anlagenplanung. Zukünftig werden die in den Werkzeugen der Digitalen Fabrik abgelegten Informationen, z.B. über Art und Leistungsvermögen von Produktionsanlagen und die Anlagenstruktur, genutzt, um die Produktion und das zugehörige Produktionsleitsystem zu parametrisieren und virtuell zu betreiben [1, 2]. SPS-Programme der zukünftigen Anlagen können schon heute durch Werkzeuge der Digitalen Fabrik erstellt werden. Damit entfällt ein Teil des heute noch erforderlichen Engineerings von Leitsystemen. Inbetriebnahme und Anlauf zunächst im Rechner und anschließend in der Realität werden schneller und sicherer. Idee der ‚Virtuellen Inbetriebnahme‘ ist es, aus der Digitalen Fabrik SPS-Programme zu erzeugen, die dann mit einer virtuellen SPS getestet werden können. Bei der Inbetriebnahme der Anlage muss die simulierte SPS ‚nur noch‘ gegen die reale SPS ausgetauscht werden (Bild 8). Ebenso ist es denkbar, die Engineering-Informationen eines Leitsystems direkt aus der Digitalen Fabrik zu übernehmen.

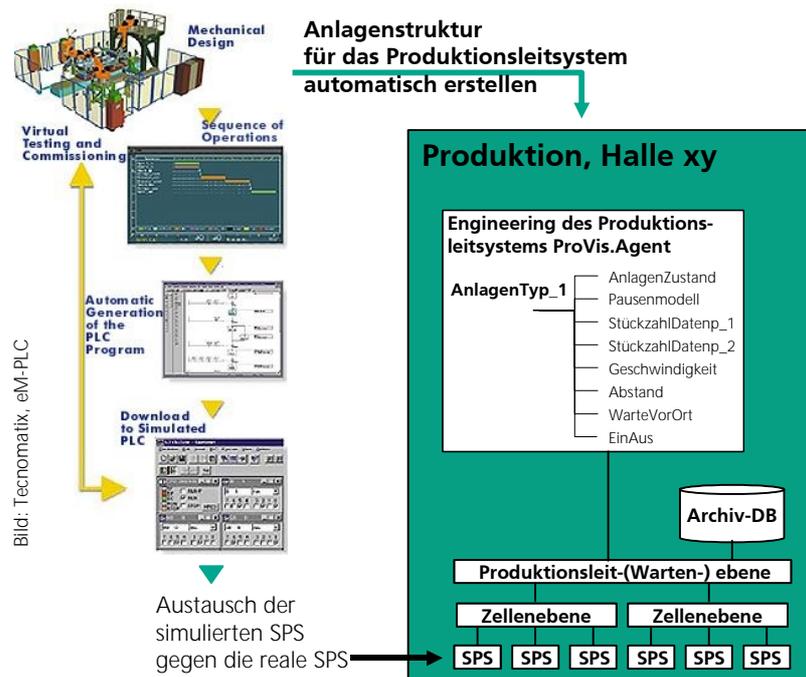


Bild 8: Virtuelle Inbetriebnahme [1]

#### 4. Literatur

- [1] Sauer, O.: Modern production monitoring in automotive plants. Proceedings of the FISITA World Automotive Congress, May 23-27, Barcelona, 2004.
- [2] Sauer, O.: Agent technology used for monitoring of automotive production. Proceedings of the IMS (Intelligent Manufacturing Systems) International Forum 2004, May 16-18, Cernobbio, 2004.
- [3] Albrecht, R.; Mertins, K.; Sauer, O.: Keine Bindung an den Kundenauftrag. Automobil-Produktion, August 1996, S. 86-88.
- [4] Bussmann, S.; Schild, K.: Self-organizing manufacturing control: an industrial application of agent technology. Proceedings of the 4th International Conference on Multi-Agent Systems, 2000.
- [5] Sundermeyer, K.; Bussmann, S.: Einführung der Agententechnologie in einem produzierenden Unternehmen – ein Erfahrungsbericht. Wirtschaftsinformatik, Vol. 43, No. 2, S. 135-142, April 2001.
- [6] Sutschet, G.: Störung im Griff. Ein Produktionsassistent für die Automobilfertigung. visIT 2 (2001), No. 2, S. 6-7.
- [7] Bracht, U.: Die Digitale Fabrik in der Automobil-Industrie – Vision und Realität. Proceedings der 5. Deutschen Fachkonferenz Fabrikplanung, 31.03.-01.04.2004. Landsberg: Verlag Moderne Industrie, 2004.