



Fraunhofer Institut
Informations- und
Datenverarbeitung

White paper

Automatisches Engineering von MES-Systemen – ein Beitrag zur Wandlungsfähigkeit produzierender Unternehmen

Karlsruhe, im Frühjahr 2008

1. Einleitung

Produktionssysteme werden laufend angepasst, weil sich Änderungen an den Produkten ergeben, Kapazitäten aufgrund schwankender Bedarfe neu justiert werden müssen oder rationellere Fertigungstechnologien eingesetzt werden. CIRP, die weltweit führende Organisation produktionstechnischer Wissenschaftler, bezeichnet diese Fähigkeit zur permanenten Änderung als einen strategischen Wettbewerbsvorteil von Fabriken und Produktionssystemen [1].

Entsprechend der von der Industrie getriebenen strategischen Forschungsagenda *ManuFuture* ist Wandlungsfähigkeit ebenfalls das Top-Thema, und zwar für die Automobil-Branche ebenso wie für den sie ausrüstenden Maschinen- und Anlagenbau (siehe Bild 1).

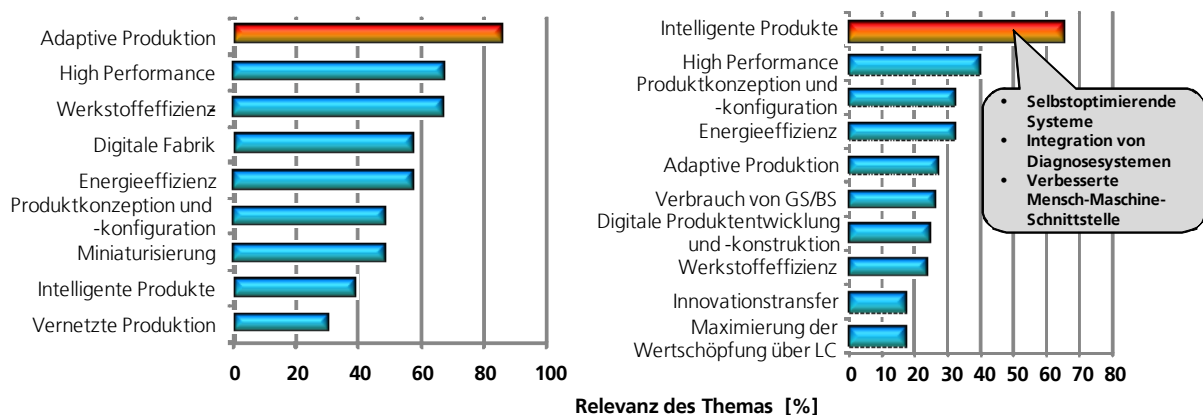


Bild 1: Wandlungsfähigkeit als TOP-Thema der Industrie [2]

In der betrieblichen Praxis führen Änderungen an Produktionsanlagen nicht nur zum räumlichen ‚Verschieben‘ von Anlagen innerhalb eines Werkes, sondern vor allem zu Anpassungen an der steuernden Software von Maschinen und Anlagen, z.B. speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPSen), sowie an der Informationstechnik, die den unmittelbaren Anlagensteuerungen überlagert ist und die z.B. automatisierte Anlagen überwacht oder die Belegung einzelner Anlagen mit Arbeitsgängen plant und steuert.

Aufgrund der spezifischen Anforderungen an die Anlagentechnik, die sich aus den vielfältigen Fertigungsaufgaben ergeben, existiert heute eine nahezu unübersehbare Vielfalt an Maschinensteuerungen, Softwareversionen und überlagerten IT-Systemen. Bei Änderungen an den Anlagen muss diese Software stets mit angepasst werden, was in der produzierenden Industrie zu hohen Aufwendungen führt.

Als betroffene Ebene innerhalb der unternehmensweiten Hierarchie der Informationstechnik adressieren die hier vorgestellten Arbeiten die Fertigungsleitebene in der unternehmensweiten IT-Hierarchie. Aktuell wird erwartet, daß diese Systeme sich in den kommenden Jahren zu Informationsdrehscheiben in der Fabrik entwickeln, und zwar sowohl für die diskrete Fertigung als auch für die Prozessindustrie. Gleichwohl liegt die Marktdurchdringung heute erst bei rd. 5-10%, das prognostizierte Wachstum dagegen bis 2010 bei jährlich rd. 11%. Vor diesem Hintergrund können die hier beschriebenen Arbeiten als MES-Treiber gesehen werden, da die Ergebnisse maßgeblich dafür sorgen, dass produktionsnahe Informationstechnik und Anlagensteuerungen **herstellerübergreifend** miteinander kommunizieren können.

2. Aktuelle Arbeiten zu Wandlungsfähigkeit und adaptiven produktionsnahen IT-Systemen

2.1 Wandlungsfähige Fabriken

Die heute aktuellen Ansätze zu Wandlungsfähigkeit sind in [1] umfassend dargestellt und systematisiert. Dieser Überblick erlaubt folgende Schlußfolgerungen:

- Bezogen auf Fabriken und ihre Objekte ist Wandlungsfähigkeit definiert und beschrieben (siehe Bild 2). Allerdings handelt es sich zum großen Teil um ‚Hardware‘, nicht um die adaptive Anbindung von Maschinen und Anlagen an überlagerte MES-Systeme.

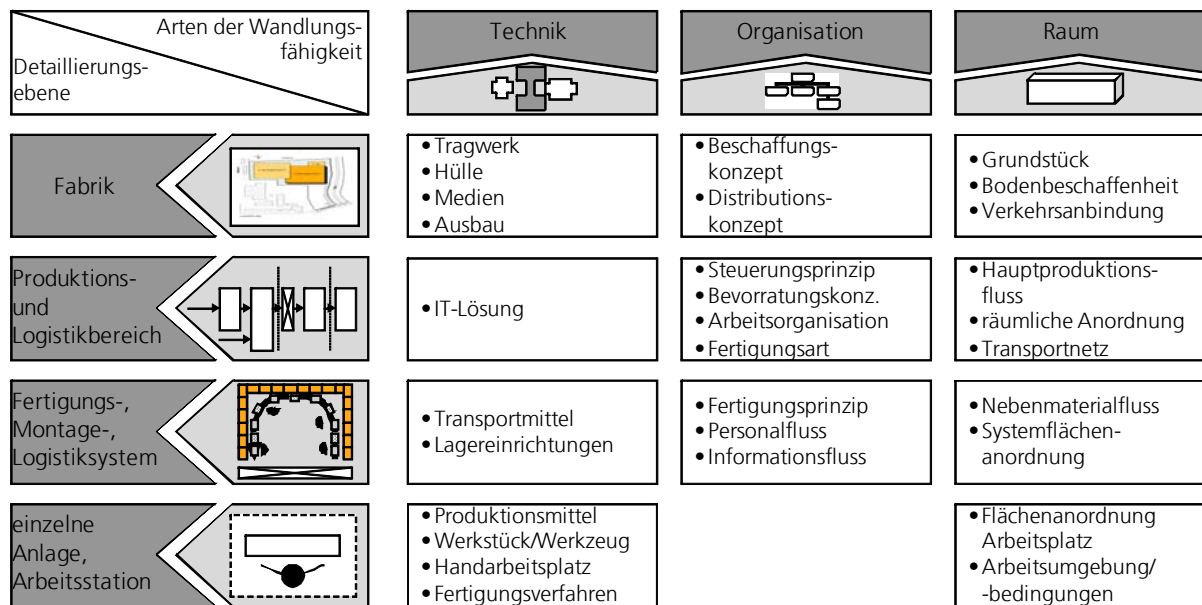


Bild 2: Beispiele für Objekte, die der Wandlung unterliegen [3]

- Auf der Ebene einzelner Maschinen und Anlagen existieren Ansätze, steuerungsrelevante Komponenten von Werkzeugmaschinen mit Intelligenz zu versehen, die eine selbständige Konfiguration einer Maschine unterstützen (Bild 3). Allerdings fehlt auch hier die Standardisierung der Kommunikationsinhalte und deren Bedeutung zwischen Maschinen und überlagertem IT-System.

Entwickler und Wissenschaftler räumen ein, daß heute noch systemtische Werkzeuge fehlen, mit denen tatsächlich wandlungsfähige maschinennahe Software entwickelt werden kann [5].

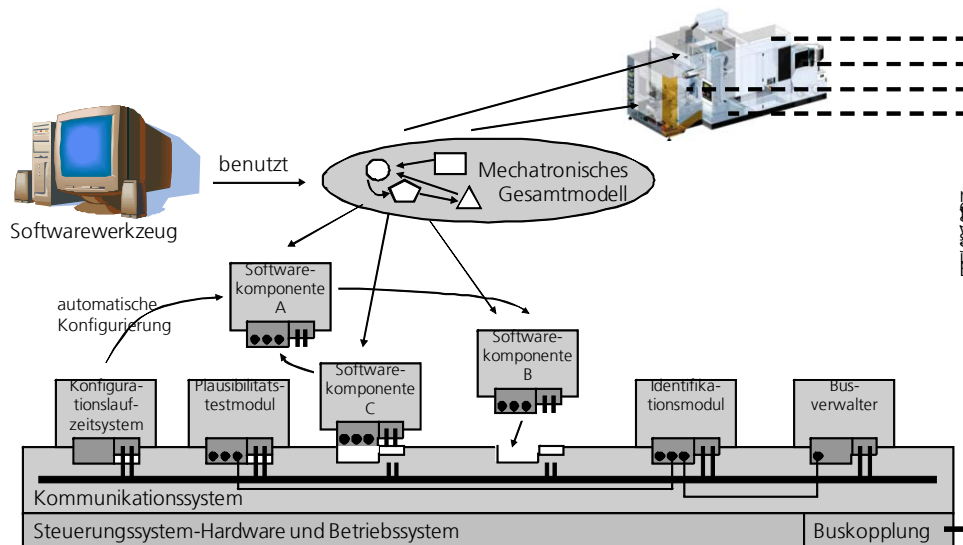


Bild 3: Wandlungsfähigkeit auf Maschinenebene [4]

2.2 Adaptive produktionsnahe Software

2.2.1 Stand des Engineerings von MES-Komponenten

In der industriellen Produktion entstehen Daten in den unterschiedlichen Ebenen der Fertigung. Von der Feldebene über die Leitebene bis zur Planungsebene existieren Systembrüche. Der Informationsaustausch wird durch eine Vielzahl unterschiedlicher Bussysteme, Kommunikationsprotokolle und Netzwerktechnologien erschwert. Verschiedenste proprietäre Systeme werden eingesetzt, um den Datenaustausch über spezifische Bussysteme und die unterschiedlichen Kommunikationsebenen zu ermöglichen oder zwischen den Kommunikationsprotokollen zu vermitteln. Daher werden die in den verschiedenen Systemen anfallenden Datenbestände vielfach nicht genutzt oder doppelt erfasst. Zusätzlich erschweren unterschiedliche Betriebssysteme innerhalb eines Unternehmens den Aufbau eines vollständig integrierten Gesamtsystems in der Automatisierung.

Ein gängiges Beispiel für den IST-Stand in heutigen Unternehmen mit seinen Systembrüchen und manuellen Eingriffen bei der Integration von Anlagen und deren Steuerung in betriebliche IT-Anwendungen ist in Bild 4 dargestellt. Zur Kommunikation ist zunächst die IP-Adresse der einzubindenden Steuerung im Netzwerk zu veröffentlichen. Danach muss der steuerungsspezifische OPC-Server dem Client, auf dem die betriebliche Anwendung läuft, bekannt gegeben werden. Im nachfolgenden Schritt sind aus dem vom OPC-Server bereitgestellten Variablenhaushalt über einen Browser alle relevanten Variablen manuell auszuwählen und mit dem vorab erstellten Prozessabbild zu verbinden (Bild 4).

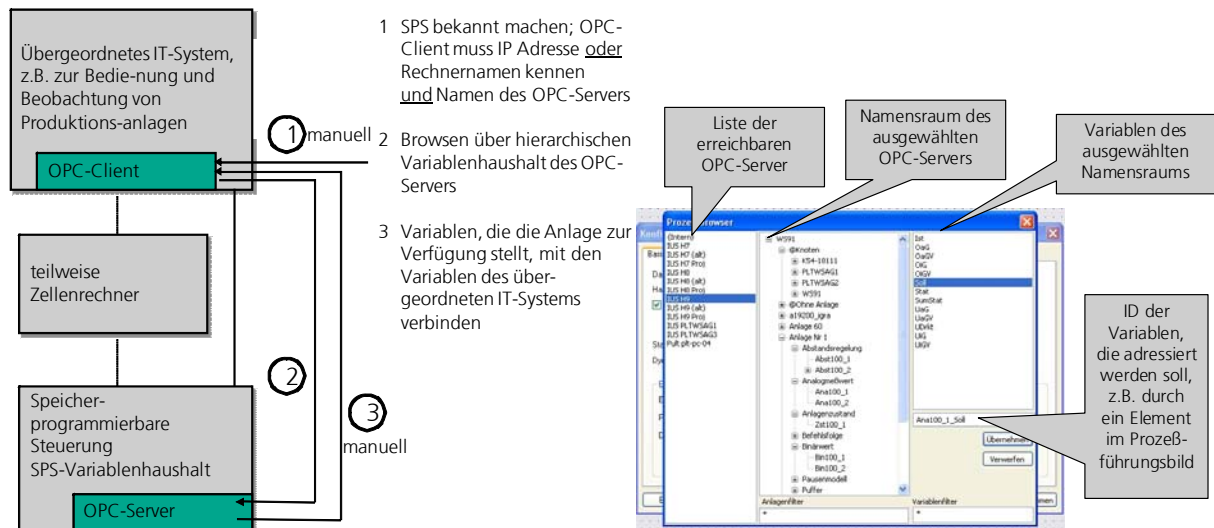


Bild 4: Heutige Vorgehensweise zur Einbindung von Anlagen und deren Steuerungen am Beispiel von SPSen

Die Ausgangssituation ist zusammengefasst heute gekennzeichnet durch eine überwiegend manuelle Projektierung sowie manuelle Konfigurationen von Anlagensteuerungen und übergeordneten IT-Systemen.

2.2.2 Hausstandards etablieren sich

Aufgrund fehlender industrieller Standards zur durchgängigen und herstellerübergreifenden Bezeichnung und Semantik von Anlagenvariablen und –inhalten haben Anwender und Betreiber von Produktionssystemen inzwischen begonnen, eigene, hausinterne ‚Standards‘ zu definieren und einzusetzen. Ein Beispiel für diese Hausstandards großer Anlagenbetreiber ist der Daimler-Standard „Integra“.

Dieser Standard beeinflusst

- Komponenten, z.B. SPSen, Antriebe, etc.,
- Automatisierungsfunktionen, z.B. ProfiNet,
- Anlagen-Diagnosekonzept, z.B. Anlagenvisualisierung,
- Verteilung an Standorte und Anlagenlieferanten,
- Support, z.B. 1st, 2nd, 3rd level und
- ein Trainingskonzept der Mitarbeiter.

Die Komponentenstandardisierung umfasst dabei unter anderem

- Vorgaben für SPS-Funktionsbausteine und
- Namenskonventionen für SPS-Variable.

Aufgrund des Nutzens eines solchen Standards für Anlagenbetreiber ist es absehbar, daß andere Betreiber ähnliche Hausstandards entwickeln. Aus diesen ‚Hausstandards‘ mit den o.g. Vorgaben ergeben sich gravierende Auswirkungen für Maschinen-/ Anlagenhersteller, und zwar bezüglich

- Bezeichnung von SPS-Variablen und –Bausteinen,
- zu verwendende Anlagenkomponenten,
- Investitionen in Engineering- (CAE-) und Anlagensoftware,
- zu verwendenden Automatisierungssystemen,

- Vorgehen bei mechanischer und elektrischer Konstruktion,
- Art und Werkzeuge der Steuerungsprogrammierung.

Zwar versucht die Industrie zumindest Standardschnittstellen oder –protokolle zu verwenden, jedoch sind die darauf basierenden Ansätze kein unternehmensübergreifender Standard. Schwierigkeiten bereiten die hausinternen ‚Standards‘ zunehmend den Anlagenlieferanten, die sich jedem ihrer Kunden bezüglich der Software und deren Integration in die Infrastruktur neu anpassen müssen. Somit fehlen kompatible und interoperable Lösungen.

Bislang existiert zwischen Produktionsanlagen und deren Steuerungen sowie der überlagerten Informationstechnik kein Standardprotokoll, das beispielsweise Struktur und Inhalte der Fähigkeiten und Zustände von Produktionsanlagen an die steuernde oder überwachende Software festlegt. Demgegenüber existieren zur Einbindung von Feldgeräten in das industrielle Netzwerk, z.B. Industrial Ethernet, ProfiBus, ProfiNet, etc., einige Standards, allerdings meist bezogen auf das jeweilige Netzwerkprotokoll oder herstellerbezogen, d.h. nur für Siemens-SPSen oder andere Fabrikate. Als Kommunikationsstandard verwenden die meisten Hersteller inzwischen proprietäres XML zum Austausch von Daten. Die wichtigsten XML-Ansätze zum Datenaustausch haben die VDI-Fachausschüsse „XML in der Automatisierungstechnik“ und „Schnittstellen MES-Maschinenebene“ untersucht und verglichen. Demnach ist vor allem auf der eben der auszutauschenden Inhalte sowie der Semantik noch erheblicher Bedarf an Standardisierung.

3. Methoden des durchgängigen Engineerings von der Planung bis zum Betrieb

3.1 Laufende Standardisierungsaktivitäten

Der neue VDI-Fachausschuss „Schnittstellen MES-Maschinenebene“ hat zum Ziel, die auszutauschenden Inhalte zwischen Produktionsanlagen und MES-Systemen zu definieren. Dabei geht es zunächst darum, eine Menge von Bezeichnern festzulegen, die rd. 80% der Anbindungen zwischen MES und Anlagen abdecken. Dazu haben die Mitglieder bereits erste Gruppen von Anlagen definiert, z.B.

- Werkzeugmaschinen,
- Kunststoffspritzgussmaschinen,
- automatisierte Transport- und Fördertechnik,
- Prüfstände und Prüfanlagen,

Wichtig ist den Mitgliedern des Fachausschusses, vorliegende Branchenstandards, z.B. den Weihenstephaner Standard für Getränkeabfüllanlagen, zu nutzen und darauf aufzubauen.

Neben den Aktivitäten des VDI arbeitet das Fraunhofer IITB an einer Methode zur automatischen Identifizierung von Anlagenbeschreibungen und deren Anbindung an MES-Komponenten. Die Kernkomponenten dieser Methode werden im folgenden vorgestellt.

3.2 Ansatz zur Reduzierung der Engineering-Aufwendungen bei Produktionsanlagen und überlagerter Software

Grundidee dieses Ansatzes ist, Daten, die zur Projektierung von MES-Systemen erforderlich sind, in einem neutralen Austauschformat aus verschiedenen Engineering-Systemen, z.B. Werkzeugen der Digitalen Fabrik, auszulesen und der MES-Projektierung zur Verfügung zu stellen, und zwar weitestgehend systemunabhängig. In der Digitalen Fabrik werden Anlagenstruktur, Anlagenparameter, Fertigungsabläufe und Anordnung von Anlagen gehalten. Das Engineering von MES-Systemen erfordert ebenfalls Angaben über Strukturen von Produktionsanlagen und deren Parameter, Fertigungsabläufe sowie SPS-Programme und –Variable. Zukünftig werden die in den Werkzeugen der ‚Digitalen Fabrik‘ abgelegten Informationen genutzt, um Produktionsanlagen und überlagerte IT-Systeme zu parametrieren, virtuell in Betrieb zu nehmen und virtuell zu betreiben. Die entsprechenden operativen IT-Systeme sollen möglichst schon zur Inbetriebnahme der geänderten oder neuen Produktionsanlagen voll verfügbar sein (siehe Bild 5).

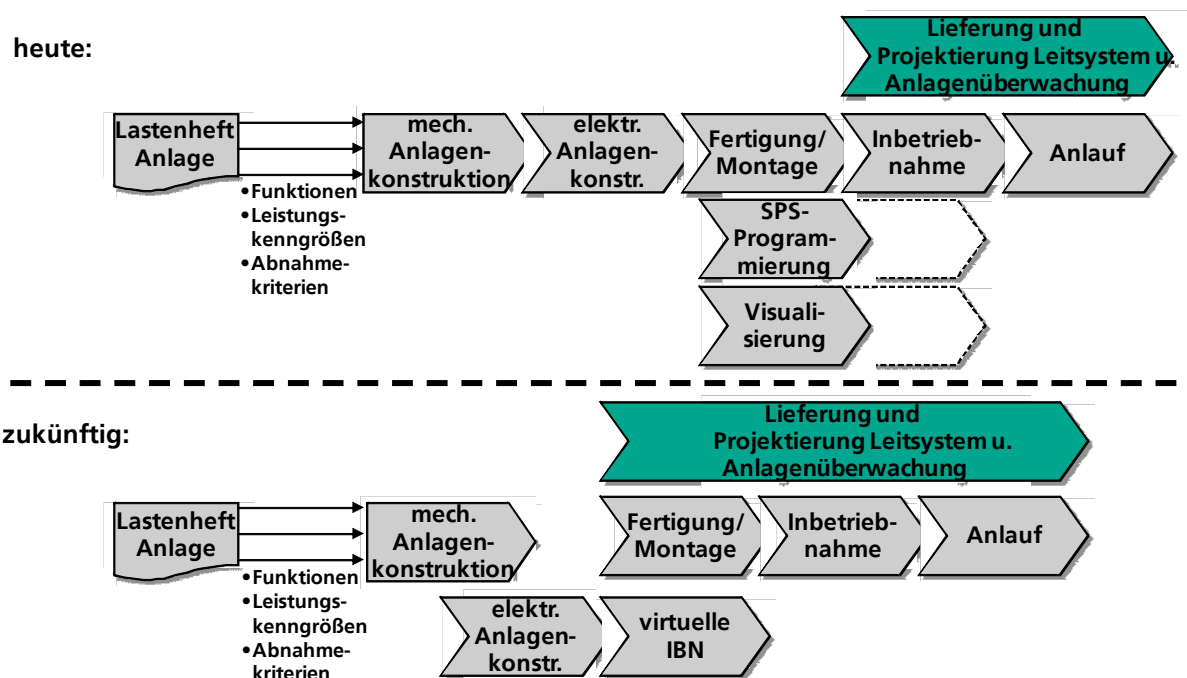


Bild 5: MES der Zukunft: frühzeitige Kopplung von Planung und Betrieb [6]

Notwendige Nebenbedingung einer zu entwickelnden Methode ist, möglichst existierende Standards zu nutzen. Das Fraunhofer IITB hat sich dabei für zwei gängige Industriestandards entschieden: zur Beschreibung der statischen Eigenschaften von Produktionsanlagen nutzt das IITB CAEX (Computer Aided Engineering Exchange) nach IEC PAS 62424 [7] und OPC-UA für dynamische Komponenten.

Dazu können Maschinen- und Anlagenbauer Beschreibungen ihrer Anlagen aus mechanischer und elektrischer Anlagenkonstruktion sowie der Steuerungsprogrammierung als beliebige XML-Beschreibungen zur Verfügung stellen. Diese herstellerspezifischen Daten werden dann angereichert um Informationen, die der Anlagenbetreiber liefert, und zwar aus den Werkzeugen seiner übergreifenden Elektroplanung sowie seiner Materialfluß- und Layoutplanung. Damit ist – zumindest prototypisch – eine durchgängige Engineering-Kette [8] von der mechanischen Konstruktion über die E-Planung bis zur MES-Projektierung geschaffen.

Falls Layouts bereits in ‚strukturierter Form‘ vorliegen - d.h. deren Elemente sind als einzeln adressierbare Objekte abgelegt – werden aus Layouts zielgerichtet Elemente für Prozeßführungsbilder abgeleitet. Auch diese Daten können zunächst in einem beliebigen, proprietären XML-Format abgelegt sein. Das IITB stellt für diese ‚Rohdaten‘ einen Treiber bereit (siehe Bild 6), der sie in CAEX übersetzt, einschließlich einheitlicher Struktur- und Semantikinformatoren der Produktionsanlagen. Eine Middleware übersetzt dann die CAEX-Daten in eine systemunabhängige CAEX-Datei, die als globaler Namensraum eines OPC-UA-Servers dient. Außerdem setzt die Middleware die CAEX-Informationen in MES-relevante Informationen um; beliebige MES-Systeme können dann entweder mit Hilfe eines Viewers die für sie relevanten Daten aus der Middleware auslesen oder die für ihre Projektierung erforderlichen Daten anfordern.

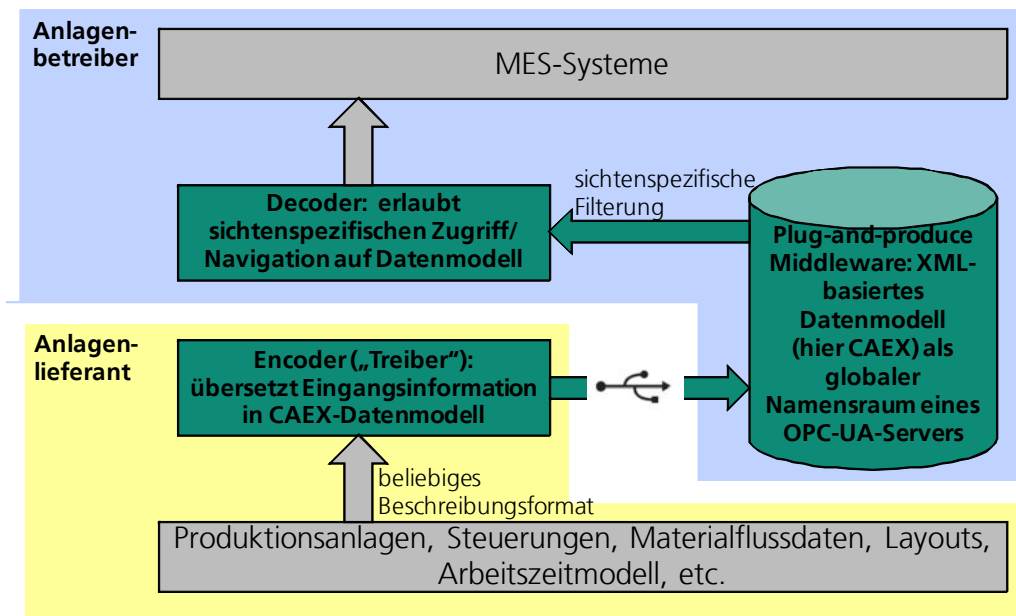


Bild 6: Übersicht über das entwickelte Verfahren zur systemunabhängigen Verbindung zwischen Produktionsanlagen und MES-Systemen [9]

Visualisierungsrelevante Daten werden gesondert ‚behandelt‘, so daß beispielsweise Prozeßführungsbilder automatisch aus den CAEX-Informationen generiert werden. Die geeignete Nutzung von OPC-UA-Mechanismen im Sinne eines ‚Änderungsmanagers‘ stellt sicher, daß softwarerelevante Änderungen am Produktionssystem an das überlagerte MES-System propagiert werden. Damit leistet das entwickelte Verfahren tatsächlich einen Beitrag zur Wandlungsfähigkeit der Fabrik im Sinne der Definitionen von [1].

Den Nachweis, daß dieses Verfahren nennenswerte Engineering-Aufwendungen auf Seiten des Anlagenbetreibers einspart, hat das IITB am Beispiel seines Produktionssystem ProVis.Agent® bereits erbracht. Mit Partnern werden die einzelnen Komponenten des Verfahrens weiter entwickelt und in der Praxis erprobt.

Literatur:

- [1] Wiendahl, H.-P. et. al: Changeable Manufacturing – Classification, Design and Operation. Annals of the CIRP, Volume 56/2, 2007, pp. 783-809.
- [2] Schreiber, W.: Die Top-Themen der deutschen Automobil-Industrie, in MANUFUTURE Germany Konferenz: die strategische Forschungsagenda Deutschland, S. 90-94, September 2007.

- [3] Heger, C.: Bewertung der Wandlungsfähigkeit von Fabrikobjekten. Hannover, PZH-Verlag, 2007.
- [4] Wurst, K.-H.; Heisel, U.; Kircher, C.: (Re)konfigurierbare Werkzeugmaschinen - notwendige Grundlage für eine flexible Produktion. wt Werkstattstechnik online, Jahrgang 96 (2006), H. 5, S. 257-265.
- [5] Landers, R.; Ruan, J.; Liou, F.: Reconfigurable manufacturing equipment. In: Dashchenko (Ed.): Reconfigurable Manufacturing Systems and Transformable Factories. Berlin/Heidelberg: Springer, 2006, S.79-110.
- [6] Sauer, O.; Ebel, M.: Automatische Projektierung von Produktionsanlagen im übergeordneten Leitsystem. PPS-Management 12 (2007) 4, S. 24-27.
- [7] Draht, R.; Fedai, M.: CAEX - ein neutrales Datenaustauschformat für Anlagendaten - Teil 1 und 2. Automatisierungstechnische Praxis - atp Band 46 (2004) Heft 2, Seite 52-56 und Heft 3, Seite 20-27.
- [8] Alonso-Garcia, A.; Draht, R.: AutomationML™ verbindet Werkzeuge der Fertigungsplanung – Hintergründe und Ziele. Whitepaper des AutomationML-Konsortiums; siehe <http://www.automationml.org>.
- [9] Sauer, O.: Plug-and-work von Produktionsanlagen und MES-Systemen. Tagungsunterlagen zum MES Forum 2007, Köln, IIR: 25.09.2007.