

2009

SERVICEORIENTIERTE INTEGRATION VON PPS UND MES MIT SAP® NETWEAVER TECHNOLOGIEN

Arno Niemietz

Fachbereich Informatik der Fachhochschule Gelsenkirchen

Marc Zimmermann

IOT Institut für Organisations- und Technikgestaltung

Aldo Fobbe

IOT Institut für Organisations- und Technikgestaltung

Siegbert Kern

Fachbereich Informatik der Fachhochschule Gelsenkirchen

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/wi2009>

Recommended Citation

Niemietz, Arno; Zimmermann, Marc; Fobbe, Aldo; and Kern, Siegbert, "SERVICEORIENTIERTE INTEGRATION VON PPS UND MES MIT SAP® NETWEAVER TECHNOLOGIEN" (2009). *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2009*. 88.
<http://aisel.aisnet.org/wi2009/88>

This material is brought to you by the Wirtschaftsinformatik at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in Wirtschaftsinformatik Proceedings 2009 by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

SERVICEORIENTIERTE INTEGRATION VON PPS UND MES MIT SAP® NETWEAVER TECHNOLOGIEN

Arno Niemietz¹, Marc Zimmermann²,
Aldo Fobbe², Siegbert Kern¹

Kurzfassung

Die IOT GmbH hat in Kooperation mit der Fachhochschule Gelsenkirchen ein objektorientiertes MES-Modell mit neuem Standardisierungsansatz und einer serviceorientierten Integrationsarchitektur entworfen. Das MES wird nicht durch viele individuelle Anpassungen auf den jeweiligen Einsatzfall vorbereitet, sondern ausgehend vom generalisierten MES-Modell über die Möglichkeiten der Spezialisierung mit anschließendem Customizing eingestellt. Es wurde besonders der MES-Gedanke der integrierten Fertigung aufgegriffen und dessen Umsetzung unter gesamtheitlichen Gesichtspunkten mit aktuellen Technologien verfolgt, um die Lücke zwischen Enterprise-Ebene und Shop-Floor zu schließen. Als Realisierungsplattform wurden SAP® NetWeaver Technologien gewählt. In Projekten in der Stahl erzeugenden und verarbeitenden Industrie wird dieses MES seit mehreren Jahren erfolgreich eingesetzt.

1. Motivation

Eine besondere Herausforderung für die Produktionsplanung und -steuerung ist die Unterstützung unternehmensweiter und unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse bei gleichzeitiger Berücksichtigung der technologisch teils hoch komplexen Fertigungsprozesse der einzelnen Produktionsstufen. Die Schwierigkeit liegt darin, dass beide Aspekte jeweils ein Extrem in Bezug auf den notwendigen Detaillierungsgrad der Betrachtung und die Genauigkeit der Kenntnis der aktuellen Produktionssituation darstellen. Die PPS muss aber beiden Aspekten gleiche Beachtung schenken, um einen schnellen und flexiblen Umgang mit den Fertigungsprozessen zu ermöglichen. Dieses Dilemma lösen helfen können klassische ERP-Systeme im Produktionsumfeld oftmals nicht, da sie nicht hinreichend detailliert sind und die grobe Sichtweise der unternehmensweiten und unternehmensübergreifenden Prozesse repräsentieren. Die notwendige Prozessnähe weisen MES auf, deren Aufgabe es auch und insbesondere ist, kontinuierlich aktuelle Daten über Bearbeitungs- und Maschinenzustände zu sammeln und zu verarbeiten. Sie besitzen dadurch zu jeder Zeit genaue Kenntnis über die realen Produktionsabläufe und deren technologische Komplexität.

¹ Fachbereich Informatik der Fachhochschule Gelsenkirchen, Neidenburger Straße 43, D-45894, Gelsenkirchen

² IOT Institut für Organisations- und Technikgestaltung GmbH, Buschgrundstraße 25, D-45894, Gelsenkirchen

Unter diesen Voraussetzungen empfiehlt sich der parallele Einsatz von ERP-Systemen und MES zum Zwecke einer integrierten PPS, wie er vielfach praktiziert wird. Allerdings erweist sich die Auswahl eines passenden MES als schwierig, da die angebotenen Standard-Systeme nicht selten zu allgemein gehalten sind, um die in der jeweiligen Produktionsstufe genutzten Technologien adäquat unterstützen zu können. Deshalb sind Integrationsversuche mit den bereits in der Fertigung genutzten IT-Systemen wenig aussichtsreich, zumal die Altsysteme vielfach nicht für einen solchen Einsatz entwickelt wurden und daher die neuen Anforderungen nicht optimal erfüllen können. Mangelhafte Integration und ungeeignete Aufgabenteilung behindern jedoch ein erfolgreiches Zusammenspiel der beteiligten IT-Systeme.

Die IOT Institut für Organisations- und Technikgestaltung GmbH hat deshalb in Kooperation mit der Fachhochschule Gelsenkirchen ein objektorientiertes MES-Modell und eine serviceorientierte Integrationsarchitektur entworfen. Bei der Realisierung kamen bewusst Produkte der SAP AG zum Einsatz, da diese zum Einen in der Branche weit verbreitet sind und zum Anderen eine breite Palette an geeigneten IT-Lösungen und Entwicklungswerkzeugen anbieten. Diese basieren auf der selben Technologieplattform und lassen sich deshalb besonders gut miteinander kombinieren. Zusätzlich war mit entscheidend, dass die Entwicklungs- und Betriebsmitarbeiter mit dieser Systemwelt vertraut sind. SAP bietet keine MES-Lösungen dieser Art an.

2. MES-Modell und MES-Architektur

Das vorliegende MES-Modell unterscheidet sich in vielen Aspekten von den am Markt angebotenen MES ([6] und [12]). Bei seiner Konzeption stehen Verallgemeinerungsfähigkeit und der ganzheitliche Integrationsgedanke im Vordergrund. Es orientiert sich an den Aufgaben- und Funktionsbereichen, wie sie beispielsweise MESA International ([7] und [8]) oder der VDI [13] für MES beschreiben. Ziel ist der Entwurf eines standardisierten MES für Branchen mit gleichartigen Bedürfnissen, das weitestgehend parametrierbar und auf die Integration mit vorhandenen IT-Systemen ausgerichtet ist. Das MES-Modell basiert auf folgenden grundlegenden Annahmen:

- Das MES stellt Lösungen für eine oder mehrere Produktionsstufen bereit, die der gleichen technologischen Sparte angehören oder ähnliche Anforderungen haben. Der Fertigungsprozess lässt sich in seiner Gänze mit einem oder mehreren MES abbilden. Dies trägt der bereichsorientierten Gewichtung von Planung und Steuerung Rechnung, wobei eine enge Kopplung der beteiligten MES die Fertigungscoordination unterstützt [9].
- Um die üblicherweise notwendigen individuellen Anpassungen zu vermeiden, basiert das MES auf generalisierten Geschäftsprozessen, Geschäftsobjekten und Kommunikationsobjekten. Diese werden auf die Branchen- bzw. Einsatzgebietspezifika spezialisiert. Hierdurch ergibt sich ein für den jeweiligen Einsatzfall über Customizing einstellbares System. Für gegebenenfalls notwendige Anpassungen oder Add-On-Entwicklungen stellt das MES Methoden und Werkzeuge bereit.
- Das MES wird als Fertigungsmanagementsystem unterhalb eines zentralen ERP-Systems (normalerweise SAP R/3 oder SAP ERP) der Unternehmensleitebene und oberhalb der Prozessebene betrieben. Es kommuniziert mit IT-Systemen auf überlagerter, gleicher und unterlagerter Ebene.
- Das MES ist kein Add-On zu SAP R/3, sondern ein eigenständiges System, das auf dem SAP Web Application Server basiert und vollständig objektorientiert in ABAP Objects realisiert ist. Objektorientierte und nicht objektorientierte SAP Komponenten werden weitestgehend in objektorientierten Schalen (Wrapper-Klassen) gekapselt, was den Anpassungsaufwand auf diese Wrapper-Klassen reduziert und damit gleichzeitig die Release-Festigkeit steigert, falls sich derartig gekapselte Komponenten in einem zukünftigen Release ändern.

2.1. Generalisierung und Spezialisierung

Ein generisches MES-Modell zu entwerfen, um Standard und Individualismus im selben IT-System zu vereinen, birgt zahlreiche Probleme, denn „eine Standardsoftware kann selten ohne Änderungen eingeführt werden, sobald die Ganzheitlichkeit der logistischen Aufgabe in die Überlegung miteinbezogen wird“ ([10], S. 455), während „der Aufwand zur Pflege eigens erstellter Software sehr groß ist.“ ([10], S. 454). Zur Beherrschung dieser Probleme kann die Beschränkung des MES auf die Fertigungsprozesse gleichartig produzierender Branchen beitragen.

Im vorliegenden Fall ist dies die Stahl erzeugende und verarbeitende Industrie, welche mit ihrer starken Einzelstückorientierung besondere Anforderungen an ein MES stellt ([1], S. 23-26). Im Mittelpunkt der Fertigungsprozesse steht hier das Einzelstück, welches in unterschiedlichen Ausprägungen (Spezialisierungen) auftritt. Einige Beispiele hierfür sind Stahlbrammen, Warmbänder (Coils) und Bleche sowie Stahlträger, Stangen und Rohre.

Ein Teil der Probleme lässt sich auch durch die Anwendung der objektorientierten Software-Entwicklung mit dem grundlegenden Prinzip der Generalisierung und Spezialisierung lösen. Auf Objekte der Realwelt angewendet bedeutet es, die Gemeinsamkeiten der Objekte zu erkennen und in einem generalisierten Objekt zusammenzufassen, das unter Umständen auch abstrakt sein kann. Von diesem generischen Objekt können dann alle speziellen Objekte abgeleitet werden.

Eine zusätzliche Entschärfung der Probleme schafft die kontinuierliche Planung und Realisierung von Customizing, über das sich standardisierte Geschäftsobjekte und -prozesse individuell einstellen und parametrieren lassen.

Im hier beschriebenen MES-Modell stellt das allgemeine Einzelstück eines der zentralen Objekte dar. In der generalisierten Einzelstückklasse sind Attribute und Methoden gebündelt, die alle Ausprägungen gemeinsam haben. Die spezialisierten Klassen erben diese Attribute und Methoden und ergänzen sie um individuelle, beispielsweise die Geometrie betreffende.

Abbildung 1 zeigt in Form eines gekürzten UML-Klassendiagramms die Einzelstückklasse mit ausgewählten Beziehungen zu anderen Klassen.

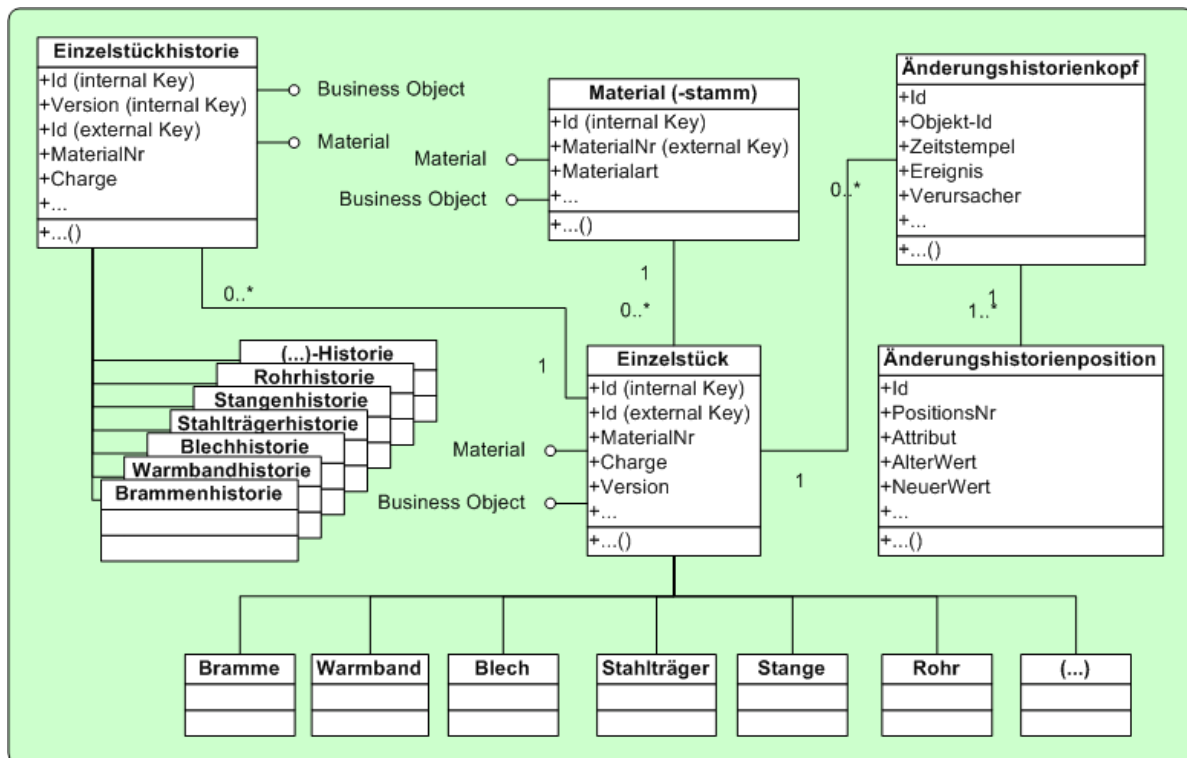


Abbildung 1: UML-Klassendiagramm des Pakets „Einzelstück“ (gekürzt)

Die *Spezialisierungsklassen* sind wie oben beschrieben vom generalisierten Einzelstück abgeleitet und stellen jeweils eine spezialisierte Ausprägung dar.

Die Einzelstückklasse ist assoziiert mit der *Materialstammklasse*. Diese verbindet das MES mit dem überlagerten ERP-System, indem jedes MES-Material auf ein ERP-Material verweist. Ein ERP-Material kann auch mehreren MES-Materialien zugeordnet sein. So ist unter anderem sichergestellt, dass eine Einzelstückbuchung im MES auch immer mit der korrekten Materialbuchung im ERP-System einhergeht. Die Beziehung zwischen Einzelstück- und Materialstammklasse repräsentiert den Übergang von der Mengenorientierung des ERP-Systems zu der Einzelstückorientierung des MES.

Die *Einzelstückhistorie* bildet zusammen mit der *Änderungshistorie* die Einzelstück-Genealogie. Diese dient der Einzelstück- und Chargenverfolgung, welche eine zentrale Rolle in der betrachteten Branche spielt. Über Customizing lässt sich einstellen, welche Operationen zur Erzeugung einer komplett neuen Version des Einzelstücks (Historisierung) oder lediglich zur Protokollierung der erfolgten Änderungen führen.

Ein anderes zentrales Objekt des MES-Modells, das die Nutzung von Generalisierung und Spezialisierung sehr gut verdeutlicht, ist der Arbeitsplatz. Die Arbeitsplatzklasse ist ebenfalls als generalisierte Klasse konzipiert, die zur individuellen Ausprägung von Arbeitsplatztypen spezialisiert werden kann. Ein Arbeitsplatztyp kann dabei auch eine ganze Anlage repräsentieren, indem Arbeitsplatz-Hierarchien gebildet werden, in denen einzelne Arbeitsplätze zu einem Ganzen verbunden werden. So lassen sich nicht nur verschiedene Anlagentypen wie Stranggießanlagen und Walzgerüste abbilden, sondern auch ganze Walzstraßen, die aus Walzgerüsten, Spaltanlagen und Beizen bestehen können. Arbeitsplätze weisen die folgenden essentiellen Charakteristika auf:

- Jeder Arbeitsplatz repräsentiert jeweils eine Instanz eines bestimmten Arbeitsplatztypen; dieser definiert seine grundlegenden Eigenschaften und Methoden. Ein Arbeitsplatztyp kann beliebig viele Instanzen haben.
- Jeder Arbeitsplatz besteht aus drei logischen Bereichen: einem vorgelagerten Pufferlager, dem Bearbeitungsbereich (WIP – Work In Progress) und einem nachgelagerten Pufferlager. Für alle drei logischen Lagerbereiche gilt, dass sie physische Entsprechungen haben können, aber nicht müssen. Mehrere Arbeitsplätze können gemeinsame vor- und nachgelagerte Pufferlager haben, und das nachgelagerte Pufferlager eines Arbeitsplatzes kann mit dem vorgelagerten Pufferlager eines anderen Arbeitsplatzes identisch sein. Dieses Prinzip vereinfacht erheblich die Realisierung von PPS-Funktionen. So entspricht beispielsweise die Menge der in Bearbeitung befindlichen Einzelstücke den Einzelstücken in den WIP-Lagerbereichen – eine komplizierte Ermittlung entfällt.
- Jeder Arbeitsplatz ist in der Lage, aus m Einzelstücken n Ergebniseinzelstücke zu produzieren. Dies ist zum Beispiel notwendig, um das Längsspalten von aneinander geschweißten Coils in einer Anlage zu ermöglichen. Bei Erzeugungs- und Vernichtungsvorgängen können entweder n oder m den Wert Null annehmen. Die konkrete $m:n$ -Ausprägung ist durch Spezialisierung und Customizing einstellbar [3].
- Jeder Arbeitsplatz kann Teil einer Arbeitsplatz-Hierarchie sein. Der jeweils übergeordnete Arbeitsplatz wird Aggregat genannt. Aggregate sind selbst Arbeitsplätze und bestehen aus mindestens einem anderen Arbeitsplatz. Dieses Modell unterstützt unter anderem eine flexible Kapazitätsplanung. So lässt sich beispielsweise eine Fertigungsstraße als Anlage abbilden, die aus mehreren Arbeitsplätzen besteht und als Ganzes beplant wird. Tritt in einem Teil der Produktionsstraße eine Störung auf, kann die Kapazitätsplanung auf Arbeitplatzebene umgeschaltet werden und somit trotzdem für die nicht betroffenen Teile erfolgen.

Das MES-Modell beinhaltet zahlreiche weitere Business Objekte, die hier nicht weiter beschrieben werden. Das Prinzip der Generalisierung und Spezialisierung kommt aber auch in der

Anwendungsentwicklung zum Einsatz. Zum Beispiel stellt jeder Benutzerdialog die Spezialisierung der generalisierten Anwendungsfall-Controller-Klasse dar.

2.2. Frameworks

Um die Vorteile der Objektorientierung voll ausschöpfen zu können, finden im MES verschiedene objektorientierte Frameworks Verwendung, welche den Implementierungsaufwand und die Entwicklungszeit dramatisch reduzieren:

- Das *Planungs-Framework* dient der Feinterminierung und der Erstellung sinnvoller Belegungspläne. Hierbei werden insbesondere die (nur) im MES vorhandenen Informationen über die aktuelle Situation voll ausgeschöpft [4]. Die Durchführung der Feinterminierung ist in mehrere Aktivitäten gegliedert, die auch getrennt voneinander ausführbar sind. Nach der Festlegung, welche Arbeitsvorgänge eingeplant werden sollen, auf welchen Ressourcen die Arbeitsvorgänge eingeplant werden können und für welchen Zeitraum die Einplanung erfolgen soll, werden alle benötigten Daten aus dem MES zusammengestellt und anschließend Kennzahlen zur Erleichterung der Auswahl eines geeigneten Terminierungsverfahrens berechnet. Die Parameter der Terminierungsverfahren können durch Customizing modifiziert werden; daher sind keine Änderungen am Programmcode erforderlich. Die bereits im Rahmen des Frameworks implementierten Verfahren können so an die Charakteristika und Zielsetzungen einer konkreten Problemstellung angepasst werden. Nach Auswahl des Verfahrens wird die Feinterminierung durchgeführt, und Belegungspläne werden erzeugt. Erst nach Freigabe werden die Daten eines Belegungsplans zu verbindlichen Vorgaben ([1], S. 77-78). Die Belegungspläne können in einer grafischen Plantafel angezeigt, analysiert und manuell geändert werden [11].
- Im *GUI-Framework* sind alle Klassen enthalten, die zur Erstellung der Benutzeroberfläche von Anwendungsfällen nötig sind. Es bietet insbesondere ein umfangreiches Customizing zur benutzer- und gruppenspezifischen Oberflächengestaltung. Die Anordnung der angezeigten GUI- und Business-Objekte, die Untermenge der zur Verfügung stehenden Objektattribute sowie die Filterung und Sortierung wird zur Entwicklungszeit über Einträge in Customizing-Tabellen festgelegt. Zur Laufzeit werden diese gelesen und eine entsprechende Oberfläche generiert und angezeigt. Zu jeder Zeit kann über Änderungen in den Steuertabellen die Oberfläche den veränderten Bedürfnissen der Benutzer oder Gruppen angepasst werden, ohne dabei den Quellcode verändern zu müssen [2].
- Das *Anwendungs-Framework* umfasst alle Komponenten zur Erstellung von Anwendungsfällen. Hierzu gehört unter anderem der generalisierte Use Case Controller, der neben einem Rahmenablauf für den Anwendungsfall auch Methoden für die Interoperation mit dem Sitzungsmanagement und anderen Komponenten wie der Protokoll-Verwaltung bereitstellt. Der Entwickler kann sich auf die Implementierung der spezialisierten Anwendungslogik konzentrieren und verliert sich nicht in Routinearbeiten. Zudem bietet das Anwendungs-Framework eine Kontextverwaltung, die Entwickler in die Lage versetzt, über Customizing die Erscheinung und das Verhalten von Anwendungsfällen in einem bestimmten Kontext festzulegen. Dies ermöglicht die Mehrfachverwendung von Anwendungsfällen an mehreren unterschiedlichen Stellen der Anwendung.
- Im *Kommunikations-Framework* sind Dienste zusammengefasst, die das Erzeugen und Versenden sowie das Empfangen und Verarbeiten von XML-Nachrichten unterstützen. Hinzu kommen Komponenten zum Monitoring des synchronen und des asynchronen Nachrichtenverkehrs sowie zur Fehler- und Störungsbeseitigung.

2.3. Serviceorientierte Systemarchitektur

Das hier beschriebene MES ist in der MVC-Architektur (Model, View, Controller) modelliert und realisiert. Datenhaltung, Anwendungslogik und Präsentation sind in übereinander liegenden Schichten organisiert, wobei die jeweils überlagerte Schicht Dienste der ihr unterlagerten Schicht nutzt. Als logische Konsequenz eines weitergedachten objektorientierten Ansatzes fungieren darüber hinaus auch die Komponenten innerhalb einer Schicht untereinander als Dienstanbieter und Dienstnehmer. Dies gilt insbesondere für die Komponenten der Anwendungsschicht. Ziel ist besonders die Erreichung einer hohen Wiederverwendbarkeit und einer guten Wartbarkeit der einzelnen Programmteile durch Verfügbarmachung als Dienste. Abbildung 2 zeigt schematisch die MES-Architektur mit ihren zentralen Komponenten.

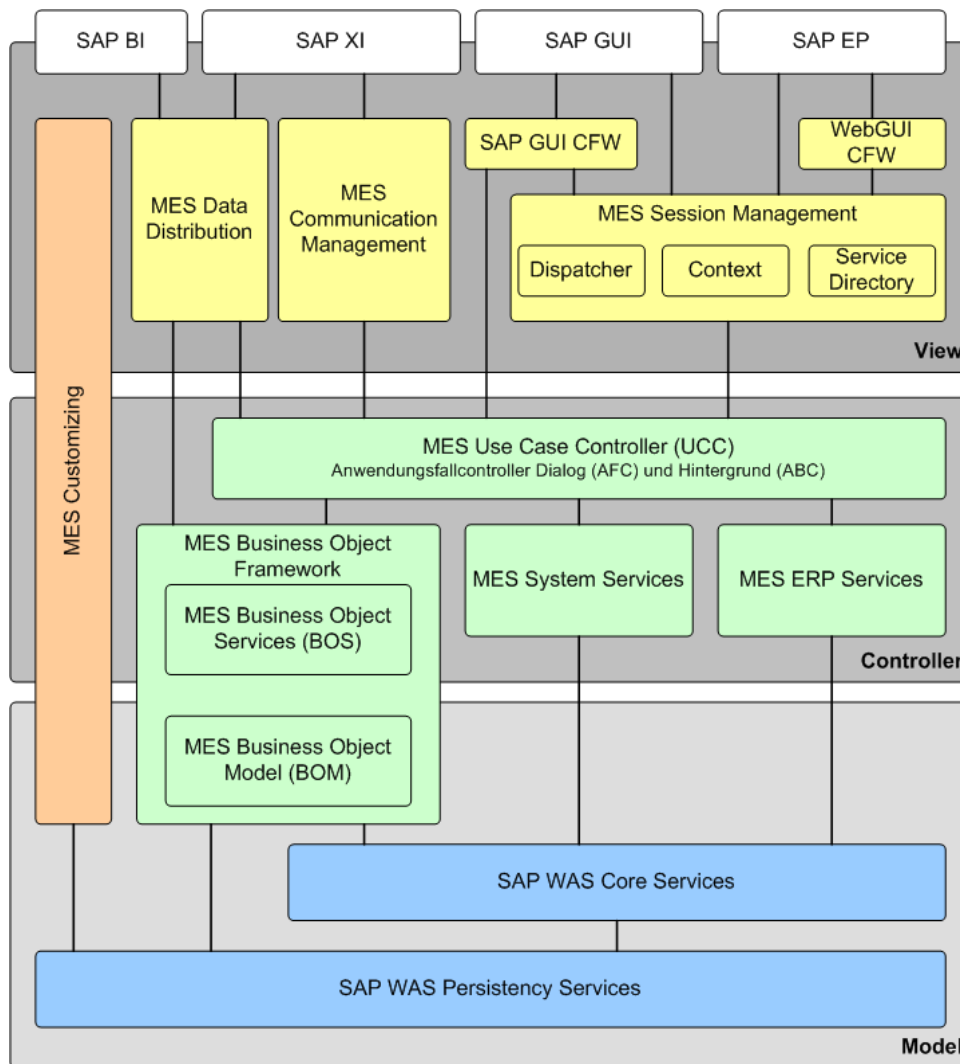


Abbildung 2: MES-Architektur

3. Serviceorientierte Integrationsarchitektur

Viele der historisch gewachsenen IT-Systemlandschaften, die heute in der Fertigung zu finden sind, bestehen aus mehr oder weniger gut integrierten heterogenen IT-Systemen, die teilweise hoch spezialisierte Insellösungen darstellen. Dies rührt insbesondere daher, dass mit zunehmender Prozessnähe typischer Weise auch die Anzahl der beteiligten IT-Systeme und deren Detaillierungs-

und Spezialisierungsgrad steigen. Das deutlichste Beispiel hierfür sind Anlagensteuerungen, welche nichts mehr mit einem ERP-System gemeinsam haben und für jede Anlage individuell entwickelt wurden. Aus Sicht der Geschäftsprozesse nimmt die Genauigkeit der verarbeiteten Daten zu, während die betrachteten Zeiträume immer kürzer werden. So findet beispielsweise auf der ERP-Ebene eine Grobplanung statt, die durchaus mehrere Monate umfassen kann, während auf der MES-Ebene eine tages- bis zu minutengenaue Feinplanung erfolgen kann, welche unbedingt die aktuellen Produktionsabläufe berücksichtigen muss.

Es ist neben anderen gerade auch diesem Umstand zuzuschreiben, dass in produzierenden Unternehmen hoch komplexe IT-Systemlandschaften mit ebenso komplizierten Kommunikationsstrukturen vorzufinden sind. Diese gilt es zu beherrschen, um schnell und flexibel auf sich ändernde Geschäftsprozesse und Technologien reagieren zu können. Um dies und andere positive Effekte zu erreichen, wie zum Beispiel eine Reduzierung der Betriebs- und Wartungskosten, beherrschen inzwischen Serviceorientierung und Homogenisierungsgedanken das Design von IT-Systemen und IT-Systemlandschaften. Kaum ein Unternehmen kann sich heute noch vor der Einführung einer Enterprise Services Architecture (ESA) verschließen, um der zunehmenden Komplexität von IT-Systemen und IT-Landschaften entgegenzuwirken und eine dauerhafte Ordnung zu schaffen ([5], S. 26-27). Abbildung 3 zeigt schematisch eine IT-Systemlandschaft, die dem Konzept der serviceorientierten Integrationsarchitektur folgt. Die tatsächlich implementierte IT-Systemlandschaft wurde von dieser Schablone abgeleitet.

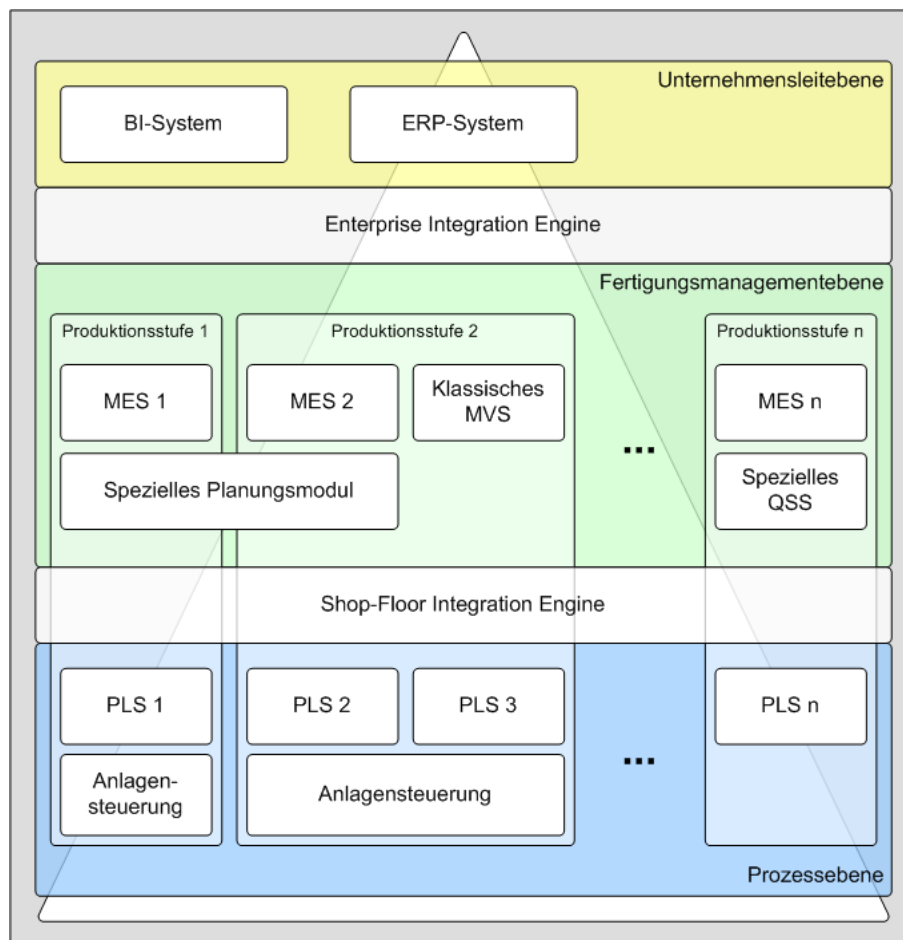


Abbildung 3: Serviceorientierte Integrationsarchitektur (Szenario)³

³ QSS - Qualitätssicherungssystem, BI - Business Intelligence

Die folgenden fünf Punkte repräsentieren ausgewählte Ziele der vorliegenden serviceorientierten Integrationsarchitektur ([5], S. 27-29).

- *Erhöhung der Transparenz in den Geschäftsprozessen und der IT-Systemlandschaft.* Für jeden Geschäftsprozess werden Prozessführer, beteiligte Systeme und Datenhoheiten eindeutig identifiziert und festgelegt, um anschließend die IT-Systeme abhängig von ihren Aufgaben, ihren Funktionen und ihrer Beteiligung an den Geschäftsprozessen hierarchisch sortiert der Unternehmensleitebene, der Fertigungsmanagementebene und der Prozessebene zuzuordnen. Üblicherweise finden sich ERP-Systeme auf der Unternehmensleitebene, MES auf der Fertigungsmanagementebene und Prozessleitsysteme (PLS) auf der Prozessebene.
- *Reduzierung von Redundanzen und Inkonsistenzen.* Wegen sich überschneidender Funktions- und Aufgabenbereiche kann es zu Redundanzen in den Prozessen, Funktionen und Daten innerhalb der IT-Systemlandschaft kommen, sie müssen jedoch einer strengen Kontrolle unterliegen. Zur Vermeidung von Konflikten und Inkonsistenzen werden alle beteiligten IT-Systeme als Dienstleister für die jeweils anderen IT-Systeme verstanden und auch so eingesetzt. Zum Beispiel nutzt das MES in der implementierten IT-Systemlandschaft den Dienst zur Soll-/Ist-Prüfung chemischer Analysen, den das QS-Modul des überlagerten ERP-Systems anbietet. Andererseits nutzen die Prozessleitsysteme den vom MES angebotenen Service zur bestandsmäßigen Eröffnung von Einzelstücken, angestoßen durch Produktionsrückmeldungen.
- *Reduzierung der Komplexität von Informations- und Datenströmen.* Die komplexen Kommunikationsstrukturen gepaart mit der Vielfalt an unterschiedlichen Schnittstellen, Datenformaten und Protokollen erfordert die Einführung jeweils einer Kommunikationsschicht zwischen den Unternehmensebenen. Alle Informations- und Datenströme werden in diesen Schichten zentralisiert und gebündelt, um eine schnelle Handhabbarkeit und kurze Fehleranalysezeiten zu erzielen. Zudem werden die Kommunikationswege gemäß dieser hierarchischen Beziehungen der beteiligten IT-Systeme geordnet und auf ein Minimum reduziert. Die beteiligten IT-Systeme tauschen Daten nicht direkt miteinander aus, sondern wählen immer den Weg über die jeweils zuständige Kommunikationsschicht. Eine Kommunikationsschicht wird aus mindestens einer Instanz der SAP Exchange Infrastructure gebildet. Diese erlaubt die vollständige Erfassung der beteiligten IT-Systeme mit ihrem Angebot an Diensten und unterstützt damit das Auffinden von Services im Netzwerk und sorgt so für die gewünschte Prozessintegration. Zudem lassen sich mit ihr die Kommunikationsstrukturen mitsamt Routing, Mapping und Monitoring implementieren. Je nach Transfervolumen, Nachrichtenaufkommen oder Ausfallsicherheit kommen mehrere Instanzen in einer Kommunikationsschicht zum Einsatz, auf denen einerseits die Last verteilt wird, und die andererseits gegenseitig als Backup-System fungieren.
- *Erhöhung der Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit.* Üblicherweise läuft die Produktion in der betrachteten Branche unterbrechungsfrei 24 Stunden pro Tag an 360 bis 365 Tagen im Jahr. Dies stellt hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit der für die Produktion benötigten IT-Systeme. Sie müssen daher einen ausreichenden Arbeitsvorrat aufbauen, Nachrichtenpuffer vorhalten und in Teilen auch Funktionen anderer IT-Systeme übernehmen können. Nur so lassen sich Ausfälle und geplante Abschaltungen anderer beteiligter IT-Systeme weitgehend kompensieren. Die nicht betroffenen IT-Systeme bleiben für eine bestimmte Zeit einsatzfähig. Das vorgestellte MES beinhaltet entsprechende Komponenten, um offline arbeiten zu können. Wenn die ausgefallenen IT-Systeme wieder verfügbar sind, findet automatisch die Synchronisation des MES mit diesen IT-Systemen statt. Außerdem müssen alternative Kommunikationswege vorgesehen werden, die bei auftretenden Systemausfällen genutzt werden können. Beispielsweise müssen die MES unterschiedlicher Produktionsstufen auch dann Bestandsinformationen austauschen können, wenn das Bestand führende ERP-System nicht verfügbar ist. Das beschriebene MES kommuniziert in

diesem Sinne zeitnah jede Bestandsveränderung an andere MES der nachfolgenden Produktionsstufen. Trotzdem bleibt die Bestandsheiterkeit beim überlagerten ERP-System (SAP R/3).

- *Reduzierung von Betriebs- und Wartungskosten.* In einer IT-Systemlandschaft sollten die beteiligten IT-Systeme soweit möglich eine gleichartige technologische Basis haben, da dies nicht nur eine bessere Integrierbarkeit schafft, sondern auch Betriebs- und Wartungskosten senkt. Dies ist einer der Gründe, weshalb für die vorliegende IT-Systemlandschaft Produkte der SAP NetWeaver Familie gewählt wurden. Sie sind nicht nur für den gemeinsamen Einsatz konzipiert und entsprechend gut miteinander integrierbar, sondern können auch von den selben Mitarbeitern (Administration, Entwicklung) betrieben und betreut werden, die bereits zum Beispiel das SAP R/3 betreuen. Außerdem müssen Anwender, die bereits mit Produkten der SAP vertraut sind, nicht aufwändig im Umgang mit den neuen IT-Systemen geschult werden.

4. Erfahrungen und Ausblick

Das hier vorgestellte MES-Modell und die serviceorientierte Integrationsarchitektur haben sich im produktiven Einsatz in einem Stahl erzeugenden und verarbeitenden Unternehmen bewährt und werden bereits seit mehreren Jahren erfolgreich betrieben. Das MES wird für die erste von mehreren aufeinander folgenden Produktionsstufen eingesetzt, und die Implementierung weiterer MES für diese Folgestufen auf Basis des vorliegenden MES-Modells steht unmittelbar bevor. Zukünftig werden alle Produktionsprozesse des betrachteten Unternehmens von MES unterstützt werden.

Das MES-Modell wird laufend optimiert und weiterentwickelt. Seine Robustheit hat das MES-Modell erstmals während des Implementierungsprojektes bewiesen, in dessen Verlauf eine Reihe von Weiterentwicklungen in das MES-Modell eingeflossen sind. Es demonstriert seine Robustheit derzeit erneut bei Erweiterungen, die sich einerseits aus dem Betrieb des produktiven MES und andererseits aus den konzeptionellen Vorbereitungen des Roll-Outs für die nächsten Produktionsstufen ergeben. Hinzu kommen projektunabhängige Weiterentwicklungen, wie die Schaffung einer engeren Integration mit dem SAP LES und dem SAP EWM, was insbesondere die deutliche Reduzierung von Transport- und Liegezeiten in der Fertigung verspricht. Dies ist gerade in der Stahl erzeugenden und verarbeitenden Industrie ein wesentlicher Kostenfaktor, denn das Verladen und das Transportieren der Einzelstücke innerhalb und zwischen Produktionsstätten sind nicht selten mit hohem Planungs-, Arbeits- und Zeitaufwand verbunden.

Problematisch bei der Umsetzung des MES-Modells in ein reales System sind erwartungsgemäß bei den projektbezogenen Anpassungen und Ergänzungen die Konflikte zwischen standardisiertem Geschäftsprozess und produktionstechnischer Realität sowie zwischen akademischer Reinheit und notwendigem Pragmatismus. Große Teile der sich hieraus ergebenden Probleme können mithilfe des umfangreichen Customizings und den vielen Parametrierungsmöglichkeiten gelöst werden; trotzdem lassen sich ergänzende Entwicklungen zum Kernsystem in Form von Add-Ons nicht immer umgehen. Allerdings garantiert der Einsatz der beschriebenen Frameworks kurze Implementierungszeiten und Systemkonformität. Das Kernsystem selbst bleibt unverändert. Auch hier zeigt sich die Robustheit des vorliegenden MES-Modells.

Nicht zuletzt wegen der Verschiedenartigkeit der vorhandenen IT-Systeme kann eine ideale Integrationsarchitektur gewöhnlich nicht umgesetzt werden. Redundanzen und Inkonsistenzen lassen sich nicht vollständig eliminieren, wenn nicht alle beteiligten Systeme entsprechend ausgerichtet werden können. Diese Tatsache darf jedoch nicht zu einem Nachlassen des Bestrebens führen, sich trotz der zwangsläufig entstehenden Kompromisse soweit wie möglich dem Ideal zu nähern. Das Modell der serviceorientierten Integrationsarchitektur behält in jedem Falle seine Gültigkeit und dient als Leitfaden, IT-Systemlandschaften zu optimieren. Die Umsetzung muss

allerdings immer schrittweise und wegen der hohen Komplexität mit der gebotenen Umsicht erfolgen, um den Erfolg zu garantieren.

Mindestens ebenso interessant wie die derzeitige Ausweitung der Konzepte auf weitere Produktionsstufen des selben Unternehmens sind die Möglichkeiten, die Vorgehensweise beim Modellentwurf und die allgemeingültige serviceorientierte Integrationsarchitektur auf andere Unternehmen, Branchen und Industrien zu übertragen. Da das MES-Modell stark auf die Bedürfnisse der Stahl produzierenden und verarbeitenden Industrie ausgerichtet ist, bieten sich hierzu in erster Linie verwandte Branchen an und dann solche, die ebenfalls einen starken Einzelstückfokus aufweisen. Erste Analysen haben gezeigt, dass auch in anderen Industrien die grundlegenden Prinzipien wie das der Generalisierung und Spezialisierung zur Anpassung des vorhanden bzw. zum Entwurf eines geeigneten neuen MES-Modells erfolgreich angewendet werden können. In einem geänderten technologischen Umfeld würde beispielsweise die Stelle der generalisierten Einzelstückklasse von einer anderen generalisierten Klasse eingenommen werden. Das Gros des MES-Modells wird ansonsten sehr wahrscheinlich gleich bleiben. Die Verifikation dieser These ist für die Zukunft geplant.

Quellen

- [1] ASSIG, Ch.: *Entwurf und Realisierung eines objektorientierten Frameworks zur Feinterminierung für den Einsatz in einem auf SAP NetWeaver basierenden Fertigungssteuerungssystem zur Stahlherstellung*, Diplomarbeit, Fachhochschule Gelsenkirchen 2006.
- [2] FOBBE, A. H., KERN, S., NIEMIETZ, A., ZIMMERMANN, M.: *OO-Framework zur benutzer- und gruppenspezifischen Anpassung der SAP-Oberflächenelemente*, in: HEINECKE, A. M., PAUL, H. (Hrsg.), *Mensch & Computer 2006: Mensch und Computer im Strukturwandel*, München 2006, S. 367-372.
- [3] HÖLTGEN, D.: *Erstellung eines BDE-/Fertigungssteuerungssystems als unterlagertes System zu SAP R/3 auf Basis des SAP-Web Application Servers als Technologieplattform unter Verwendung der komponentenbasierten Softwareentwicklung*, Diplomarbeit, Fachhochschule Gelsenkirchen 2004, S. 56.
- [4] KLETTI, J. (Hrsg.): *MES - Manufacturing Execution System: Moderne Informationstechnologie zur Prozessfähigkeit der Wertschöpfung*, Berlin 2006, S. 32.
- [5] KRAFZIG, D., BANKE, K., SLAMA, D.: *Enterprise SOA: Best Practices für Serviceorientierte Architekturen - Einführung, Umsetzung, Praxis*, Heidelberg 2007.
- [6] LINDEMANN, M., SCHMID, S.: *Marktüberblick: Manufacturing Execution Systems*, in: *PPS Management 9 (2005) 3*, 2005, S. 55-67.
- [7] MESA INTERNATIONAL (Hrsg.): *MESA's Next Generation Collaborative MES Model*, White Paper Number 8, Pittsburgh 2004.
- [8] MESA INTERNATIONAL (Hrsg.): *MES Explained: A High Level Vision for Executives*, White Paper Number 6, Pittsburgh 1997.
- [9] SCHEER, A.-W.: *Wirtschaftsinformatik Studienausgabe: Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse*, 2., durchgesehene Auflage, Berlin 1998, S. 389-392.
- [10] SCHÖNSLEBEN, P.: *Integrales Logistikmanagement: Operations and Supply Chain Management in umfassenden Wertschöpfungsnetzwerken*, 5., überarb. u. erw. Aufl., Berlin 2007.
- [11] STESYCKI, M.: *Objektorientierte Entwicklung einer elektronischen Plantafel mit Anbindung eines bestehenden Planungsframeworks basierend auf SAP NetWeaver-Technologie*, Bachelorarbeit, Fachhochschule Gelsenkirchen 2006.
- [12] Technik-Dokumentations-Verlag GmbH (Hrsg.): *Marktübersicht: Manufacturing Execution Systems*, Stand: 10.11.2008, <http://www.it-production.com/mue/index.php?id=32>. Tlws. auch in: IT&Production (Hrsg.): *MES – Wissen Kompakt 2008*, Broschüre, Marburg 2008, S. 26-31.
- [13] VDI-Kompetenzfeld Informationstechnik (Hrsg.): *VDI-Richtlinie 5600: Fertigungsmanagementsysteme – Manufacturing Execution Systems (MES)*, in VDI-Kompetenzfeld Informationstechnik (Hrsg.): *VDI-Handbuch Informationstechnik*, Bd. I: *Angewandte Informationstechnik*, Berlin 2007.