

# Hohe Anforderungen

## Shop-floor-Systeme – Design und Architektur moderner Produktionsinformationssysteme

Shop-floor-Systeme sind die Nervensysteme der modernen Produktion: Auftragsdaten werden von der Produktionsplanungs- bzw. der Produktionslebene zur Leitsystemebene geschickt und als verbrauchte bzw. produzierte Mengen zurückgemeldet. Die Prozesse auf der Shop-floor-Ebene stellen jedoch hohe Anforderungen an Design und Architektur der Systeme.

Kai Weber, Geschäftsführer, Werusys Institut für angewandte Systemanalytik und Industrieinformatik



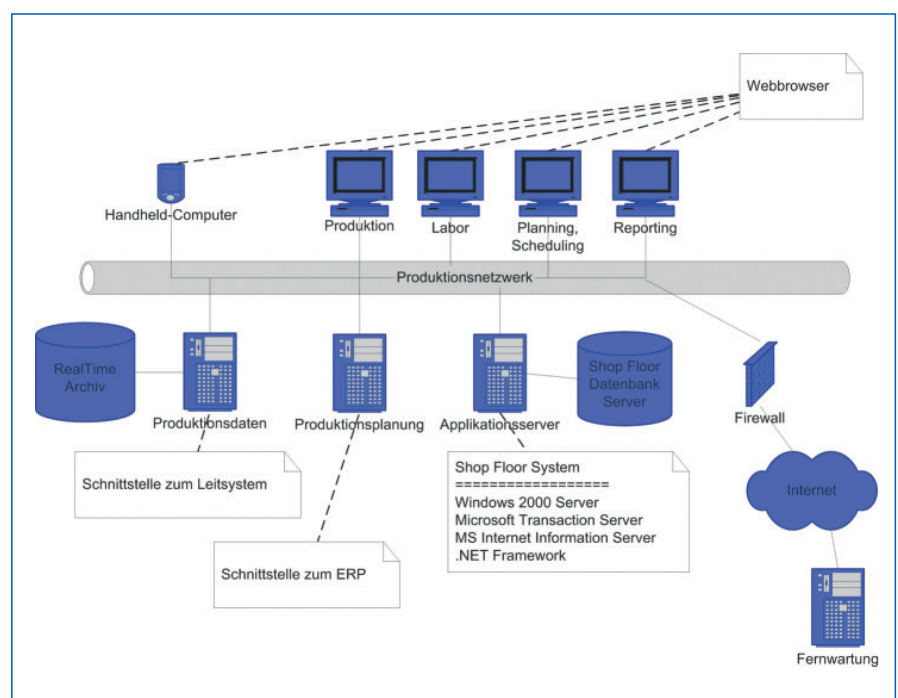
Um Produktionsprozesse effektiv in einem Shop-floor-System abbilden zu können, müssen die unternehmenseigenen Geschäftslogiken zunächst einmal von den allgemein gültigen Geschäftsabläufen getrennt werden. Die allgemeinen Geschäftsabläufe dabei können in einer Art kleinsten gemeinsamen Produktplattform zusammengefasst werden. Anforderungen wie:

- Schicht-, Bedieneranmeldungen,
- Auswahl eines Produktionsauftrags,
- Erfassung von Bediener- und Maschinenzeiten,
- Qualifizierung und Quantifizierung von Störungen,
- Bestimmung der Anlagenauslastung,
- Rückmeldungen von verbrauchtem und produziertem Material,
- Einbuchen und Einwaage der Einsatzmaterialien,
- Prüfung der Materialstücklisten,
- Buchung von Fertigmateriale,
- Unterstützung bei der Behandlung von Prüflosen,
- Freigabe von Produkten sowie
- Zusammenfassung von KPIs (Key Performance Indicator) in Produktionsberichte und Produktionsbegleitzettel

sind sicherlich allgemein gültig, müssen jedoch im Detail unternehmensspezifisch an jeweils gängige Arbeitsabläufe angepasst werden. Hinzu kommen häufig eine Unzahl von Altsystemen und „Automatisierungsinselfn“, die ihrerseits als Datenquellen oder unternehmensspezifische Geschäftslogiken integriert werden müssen.

### Zentrale IT-Infrastruktur-Verwaltung

Die meisten Unternehmen verwalten ihre IT-Systeme heutzutage zentral, in vielen Fällen betreiben Outsourcing-Partner Teile oder die gesamte IT. Eine Softwareinstallation der Bediener-schnittstellen auf den Arbeitsplatzsystemen bedeutet bei jeder Softwareänderung eine Packetierung der Laufzeitkomponenten und Applikation durch den Outsourcing-Partner, um ein zentrales Rollout zu ermöglichen. Ein Ausweg liegt darin, die Webtechnologie als Schnittstelle zum Bediener einzusetzen. Zur Interaktion ist damit nur der



1: Beispiel eines Systemaufbaus beteiligter Rechnerknoten

## Shop-floor-Systeme

Prozesse auf Shop-floor-Ebene stellen hohe Anforderungen an Design und Architektur der Systeme. Unabdingbare Voraussetzungen vor einer Integration von Shop-floor-Systemen sind:

- zentrale IT-Infrastrukturverwaltung;
- offene Schnittstellen zur allgemeinen Nutzung der Daten;
- Mehrbenutzerumgebungen mit unterschiedlichen Zugriffsrechten;
- flexible und zeitnahe Erweiterungsmöglichkeiten des Systems;
- Informationsschnittstellen zu proprietären Subsystemen.

zumeist ohnehin vorhandene Webbrowser notwendig.

- Offene Schnittstellen: Moderne Softwareprojekte sollten von vornherein eine unternehmensorientierte Fremdnutzung der Daten berücksichtigen. Um eine redundante Datenhaltung zu vermeiden, werden offene

Datenschnittstellen implementiert. So haben viele IT-Projekte das Ziel der Automatisierung von Geschäftsprozessen. „Offene“ Datenschnittstellen lassen sich am einfachsten durch die Nutzung einer einzelnen, eigenen Datenbank sowie durch Industriestandards wie JDBC oder ODBC für den Zugriff auf die Datenbestände gewährleisten.

- Mehrbenutzerumgebungen: Softwaresysteme, deren Hauptzweck das Verwalten, das Verarbeiten und das Verteilen von Informationen ist, werden zwangsläufig von vielen Benutzern bedient. Die Bedienerdialoge können abhängig von der Systemanmeldung dynamisch und für den Bediener individuell generiert werden.
- Flexible Systemerweiterungen: Erfahrungsgemäß können viele Anforderungen an eine Software erst nach der Prototypenphase oder der Systemeinführung formuliert werden. Diese Vorgehensweise bedeutet für das System, dass es flexibel anpassbar sein muss. Dazu sind Shop-floor-Systeme stark modularisiert aufgebaut: Die Fachliteratur unterteilt sie häufig in die Module Scheduler, Dispatcher, Producer, Mover und Monitor.
- Schnittstellen zu Subsystemen: Fast immer ist es notwendig, vorhandene Subsysteme

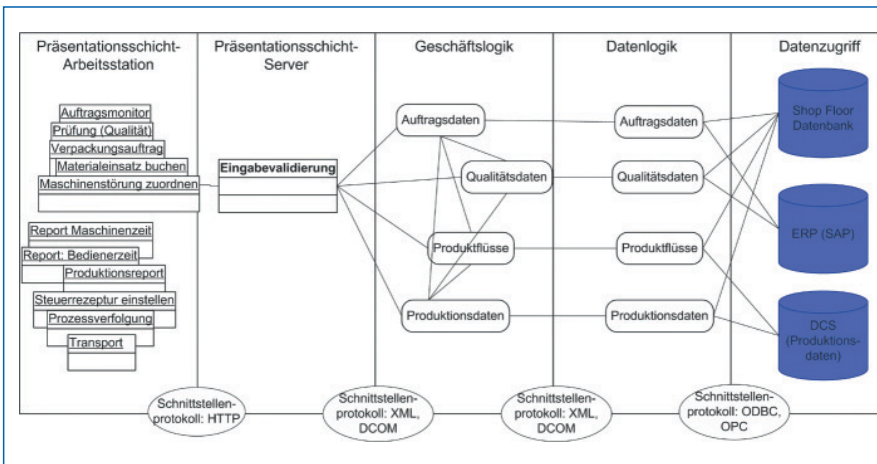
zu integrieren, sei es die Einwaage oder das vorhandene Qualitätssicherungssystem. Für die Integration ist eine Offenlegung der Systemschnittstellen zwingend notwendig; die „Ankopplung“ erfolgt zumeist über vom Systemhersteller bereitgestellte Interface-Konnektoren.

## Technologie und Softwarekonzept

Erst durch die rasante Weiterentwicklung der Informationstechnologie ist es möglich geworden, komplexe Geschäftsabläufe wie die der Prozessindustrie auf der Produktionsebene abzubilden. Wurden früher von der Technologie vor allem monolithische Applikationen unterstützt, bedeutete dies für die Softwareprojekte heute vor allem zweierlei:

- Eine wachsende Komplexität der Applikationen bringt eine exponentiell ansteigende Anzahl von Nebeneffekten mit sich.
- Die Anpassung des Systems an geänderte Geschäftsabläufe bedeutet eine Anpassung der gesamten Applikation.

Moderne Multithreading-Technologien und weltweite Standards unterstützen die Entwicklung mehrschichtiger Anwendun-


**2: Vierschichtiges Softwarekonzept**

gen und offener Schnittstellen. Die wichtigsten Anforderungen bei der Entwicklung bzw. Integration eines Shop-floor-Systems sind aus technologischer Sicht die Punkte

- Skalierbarkeit,
- Wartbarkeit,
- zentrale Datenverwaltung und Verarbeitung,

- Berücksichtigen von Unternehmensstandards,
- offene und standardisierte Schnittstellen,
- Fernwartung (Remote Access) sowie
- Zugriffssicherheit.

Um eine möglichst einfache Skalierbarkeit und Wartbarkeit zu gewährleisten, kommt auf den Clients bzw. Arbeitsstationen die

Webtechnologie zum Einsatz. Der Vorteil: Ein Ausbau des Systems und die Systemwartung finden zentral am Server statt. Bild 1 veranschaulicht das Systemkonzept.

Durch die Auslagerung der Datenzugriffe in eine eigene Softwareschicht unterhalb der Ebene der Geschäftslogik kann die Datenbank theoretisch in einem beliebigen Datenbankmanagementsystem (DBMS) angelegt werden. Unterstützt wird die Software dabei vom Transaction Server als Bestandteil des Betriebssystems. Der Datenzugriff erfolgt über die offene ODBC-Schnittstelle. So kann das System zugleich auch auf eine große Anzahl von unternehmenseigenen Datenquellen zugreifen. Folgende Komponenten können skaliert werden:

- Webserver (Lastausgleich) für eine große Anzahl von Bedienern;
- Datenbankmanagementsystem (Lastausgleich) bei großem Datenvolumen;
- Geschäftslogik, die bei sehr rechenintensiven Aufgaben auf weitere Applikationsserver aufgeteilt werden kann.

### Vierschichtiges Softwarekonzept

Um eine möglichst hohe Flexibilität der Applikation gewährleisten zu können, wird die Software in vier logische Schichten aufgeteilt – somit bleibt die Software modular und leicht erweiterbar, da nur Komponenten innerhalb der betroffenen Softwareschicht angepasst oder ersetzt werden müssen (Bild 2). Die Schnittstellen zwischen den Schichten

- Präsentationsebene,
  - Präsentationslogik,
  - Geschäftslogik sowie
  - Datenlogik
- werden mithilfe von Technologiestandards gebildet. Die Präsentationsebene wird als Web-Frontend im Standardbrowser dargestellt. Die Eingabevalidierung findet bereits in der Präsentationslogik auf dem Server statt. Die Ebene der Geschäftslogik kapselt sämtliche Algorithmen zur Aufbereitung und Zusammenfassung der Daten in eine für den Bediener nutzbare Form, die dann in der Präsentationsebene nur noch dargestellt wird. Ein Beispiel dafür wäre die Berechnung von KPI's oder die Darstellung der Asset Utilization von Produktionsressourcen (siehe Kasten). In der Schicht der Datenlogik wird der Zugriff der Applikation auf die Daten gekapselt. Fremdsysteme, wie zukünftige Entwicklungen oder moderne BizTalk Systeme, können ihrerseits über Standardschnittstellen, wie beispielsweise ODBC oder XML auf Komponenten und Dienste des Shop-floor-Systems zugreifen.

## AUS DER PRAXIS

### Shop-floor-System in der Polymererzeugung

Die bislang vorhandene IT-Struktur bestand aus heterogenen und proprietären PPS (Produktionsplanungssystem), MES (Manufacturing Execution System) und SCADA-(Supervisory Control And Data Acquisition) Systemen. Durch die Integration von SAP wurde ein Teil der Planungssysteme überflüssig und entkoppelte gleichzeitig einen anderen Teil der Systeme von ihren Datenquellen. Durch die Entwicklung und Integration des Shop-floor-Systems konnten zum einen die Lücke zwischen dem ERP (Enterprise Resource Planning) und der Produktionsleitebene geschlossen und zum anderen vorhandene Legacy-Systeme weiter mit Daten versorgt werden. Das Projekt startete mit der Maßgabe, die Produktionskenngrößen Asset Utilization (volumen- und zeitorientierte Anlagenauslastung) sowie die Bedienerzeiten jederzeit bei Bedarf zugriffsbereit zu halten. Diese so genannten KPIs (Key Performance Indicator) unterstützen das Produktionsmanagement bei der globalen Planung der Produktionsressourcen. Das Kernproblem lag darin, die flexible Produktionsressourcenwahl auf Automatisierungsebene mit der starren Ressourcenplanung auf Produktionsplanungsebene (SAP R/3) an den einzelnen Produktionsstandorten ständig datensynchron zu halten. Mit der Lösung „eCenter“ ließen sich die Anlagennutzung in Echtzeit überwachen und Einsatzmengen bzw. produzierte Mengen an SAP – bezogen auf den ursprünglichen Produktionsauftrag – transaktional zurückmelden.

Das Shop-floor-System ist heute vollständig in die Unternehmens-IT integriert: Die Produktionsaufträge inklusive der Materialstücklisten werden in das Produktionsleitsystem geschrieben, die eingesetzten Materialmengen und die produzierten Mengen automatisch an das ERP System zurückgemeldet. Kleinere Korrekturen an den Steuerrezepten lassen sich direkt im Shop-floor-System durchführen und zur Rückverfolgung speichern. Die genutzten Produktionsressourcen werden online und zeitgleich mit den anderen notwendigen Produktionsmessstellen aus der Anlage ausgelesen.