

# **Erfahrungsbericht: Stabilität, Wartbarkeit und Performance von produktionslogistischen Prozessen unter Oracle**

**Uli Möhrmann  
ISTEC GmbH  
76275 Ettlingen**

## **Schlüsselworte:**

Stabilität, Transparenz, Wartbarkeit, Erweiterbarkeit, Performance, Wiederverwendbarkeit, produktionslogistische Prozesse, Manufacturing Execution System (MES), Produktions- und Logistik-System (PLS), Parallele Prozesse, ereignisgesteuerte Architektur, Komponentenorientierung, Stored Procedures & Functions, Packages, PL/SQL, Exception-Handling

## **Einleitung**

Das Management produktionslogistischer Prozesse wird zunehmend zu einer informationstechnologischen Herausforderung. Der Einsatz eines effizienten, passenden, datenbankgestützten Leitsystems bekommt somit eine Schlüsselrolle zur Steigerung der Produktivität und Rentabilität. Die verfügbaren Ressourcen Mensch, Maschine und Material müssen optimal eingeplant, gesteuert und überwacht eingesetzt werden. Deshalb werden in diesem Umfeld sehr hohe Anforderungen an die eingesetzten Software-Produkte gestellt.

ERP-Systeme sind nicht vollständig in der Lage, Prozesse in der Produktionslogistik bis auf die Maschinenebene abzubilden. Diese Lücke zwischen Planungsebene (ERP) und Steuerungsebene (UST) wird von Manufacturing Execution Systemen (MES) geschlossen. Man spricht hier auch von „Produktions- und Logistik-Systemen“. Ein Expertengremium des VDI hat eine allgemeingültige Beschreibung der möglichen Prozesse und Funktionalitäten für MES-Systeme in der VDI Richtlinie 5600 dokumentiert.

Dieser Erfahrungsbericht zeigt auf, wie solche Systeme auf der Basis von ORACLE gestaltet werden können.

## **Anforderungen an produktionslogistische Prozesse auf MES-Ebene**

Die Schwerpunkte der informationstechnischen Anforderungen an Produktions- und Logistik-Systeme liegen auf den Themen Stabilität, Performance, Erweiterbarkeit sowie Transparenz, Wartbarkeit und Verfügbarkeit.

### **Stabilität und Hochverfügbarkeit**

Ein Ausfall von IT- Systemen in der Produktion ist meist mit hohen Kosten verbunden, da wertvolle Ressourcen während der Ausfallzeiten brach liegen und Lieferverzögerungen drohen. Nur mit geeigneter Hard- und Softwarearchitektur sind Produktionsausfälle vermeidbar.

Die produktionsrelevante Funktionalität muss stabil verfügbar sein und darf keine Stillstandszeiten mit sich bringen.

#### Transparenz

Das Bedienpersonal benötigt stets aktuelle, kompakte Informationen zu veränderten Bedingungen oder Fehlersituationen. Rechtzeitige Hinweise und Alarmer, aussagekräftige Auswertungen und Prognosen ermöglichen produktivitätssteigernde Maßnahmen.

#### Performance

IT-Systeme im MES-Umfeld müssen höchst performant reagieren. Die einzelnen Prozesse müssen ereignisgesteuert arbeiten und die Antwortzeiten der Datenbank im echtzeitnahen Bereich liegen. Dies wird durch die Implementierung der Business-Logik direkt in der Datenbank erreicht.

#### Erweiterbarkeit und Wartbarkeit

Im Lebenszyklus eines Produktions- und Logistik-Systems ergeben sich immer wieder technische Neuerungen und bauliche Erweiterungen, die eine Erweiterbarkeit der Software erfordern. Dies gilt auch für die Fehlerbeseitigung in Stör- und Ausnahmesituationen sowie für Anpassungen zur Performanceverbesserung oder zur Erfüllung weiterer Kundenanforderungen. Software-Anpassungen müssen mit möglichst wenig Aufwand, geringen Produktionsausfallzeiten, risikofrei und benutzerfreundlich durchführbar sein. Eine Voraussetzung hierfür ist die Vermeidung von gegenseitigen Abhängigkeiten einzelner Softwarekomponenten.

### **Informationstechnische Gestaltung produktionslogistischer Systeme**

Um alle aufgeführten Anforderungen zu erfüllen und die erforderliche Dynamik sicherzustellen, benötigt man parallele, ereignisgesteuerte Softwareprozesse. Ereignisse können von verschiedenen Softwarekomponenten ausgelöst werden. Dies können Benutzereingaben, Rückmeldungen von Maschinen und Steuerungen oder vom System selbst generierte Ereignisse sein. Sie stoßen Event-Handler an, mit denen das System die ereignisspezifische Bearbeitung durchführt.

### **Framework für ereignisgesteuerte Produktions- und Logistik-Systeme**

Ein Großteil der Anforderungen an ein solches System stellt sich immer wieder in gleicher oder ähnlicher Form. Dennoch lassen sich die kundenspezifischen Geschäftsprozesse meist nicht komplett durch eine Standardsoftware abbilden.

Die bessere Grundlage für die Erstellung von MES-Lösungen ist ein standardisiertes, skalierbares Framework, auf dessen Basis sich sowohl logistische Standardabläufe als auch individuelle Abläufe abbilden lassen.

Ein Framework kann hinsichtlich zukunftssträchtiger Strategien, aktueller Trends und innovativer Entwicklungen der Produktionslogistik aber auch der Informationstechnologie ständig weiterentwickelt und ergänzt werden. Durch die mehrfache Wiederverwendung und den produktiven Einsatz gewinnt das Framework an Ausgereiftheit und Stabilität.

Das Framework für Produktions- und Logistik-Systeme der Firma ISTEC wurde auf Basis von ORACLE entworfen und über viele ORACLE-Generationen hinweg weiterentwickelt.

## **Komponentenorientierte Software**

Die Erweiterbarkeit, Flexibilität und Wartbarkeit von Softwaresystemen und besonders deren Anpassbarkeit zur Laufzeit sowie die Wiederverwendbarkeit sind hohe Ziele bei der Erstellung von produktionslogistischer Software. Die klassische Objektorientierung bei Design und Programmierung sind nicht ausreichend, um hierbei befriedigende Lösungen zu erreichen. Sollen alle diese Aspekte Berücksichtigung finden, kann nur ein komponentenorientierter Ansatz bei der Softwareentwicklung zum Erfolg führen, der die Anforderungen wie Kapselung, klar definierte, verbindliche Schnittstellen und Trennung von Zuständigkeiten berücksichtigt.

## **Datenbanken in der Produktion**

Die Anforderungen im Bereich der produktionslogistischen Prozesse und Systeme legen es nahe, die Business-Logik so weit wie möglich in der Datenbank abzulegen. Geeignete Entwicklungs- und Programmierwerkzeuge helfen zudem, die Grundlage für eine bessere Wartbarkeit, Erweiterbarkeit und Performance des Systems zu schaffen.

Aus diesem Grund liegt auch der funktionale Kern des ISTEC-PLS-Frameworks in der ORACLE-Datenbank in PL/SQL in Form von Triggern, Stored Procedures, Functions, Packages. Diese Objekte können von beliebigen Komponenten genutzt werden.

So lassen sich die Vorteile von PL/SQL in produktionslogistischen Anwendungen und ein komponentenorientierter Ansatz gleichzeitig nutzen.

## **Trigger, Stored Procedures, Functions, Packages**

Durch den Einsatz von PL/SQL kann plattformunabhängig entwickelt werden, die Unabhängigkeit der Anwendung vom eingesetzten Front-End gewährleistet werden, die Datenkonsistenz an zentraler Stelle per referentieller Integrität sichergestellt werden und allem voran die Grundlage für eine flexible Erweiterbarkeit und Wartbarkeit geschaffen werden. Dabei besteht die Möglichkeit, Änderungen an einzelnen Datenbank-Objekten sogar zur Laufzeit der Anwendung vorzunehmen.

Die Nutzung von Stored Procedures, Functions und Packages hat sich seit der ORACLE-Version 7 bewährt, da seitens ORACLE eine kompatible Weiterentwicklung stattgefunden hat, so dass dabei immer eine weitest gehende Versionsunabhängigkeit gegeben war.

## **Tracing / Logging für Live-Monitoring und post-mortem Analysen**

Sowohl für den aktuellen Zustand eines Systems als auch für rückblickende Analysen und Auswertungen ist es wichtig, genügend Informationen über die „Abläufe“ des Systems zu erhalten.

Durch den Einsatz von Triggern ist es sehr einfach möglich, alle Zugriffe auf Datenbanktabellen zu tracen. Trigger dieser Art können ohne Programmieraufwand generiert werden. Auch das Tracen von Programmabläufen in Procedures und Funktionen kann automatisiert werden. Dabei ist es von Vorteil, dass der Tracemechanismus so realisiert wird, dass der Tracelevel zur Laufzeit und pro Datenbankobjekt manipuliert werden kann.

Es bietet sich hier an, die Trace- und Logging-Informationen mittels Datenbankpipes zu übertragen. Ein als Event-Handler aufgesetzter Protokoll-Prozess kann dann die Daten abnehmen und je nach parametrimtem Routing auf das jeweilige Ausgabemedium (Datei, Drucker, E-Mail, SMS ..) ausgeben. Durch den Einsatz von Datenbankpipes hat man den Vorteil, dass auch die Transaktionen transparent gemacht werden können, die danach per Rollback revidiert werden.

Die Trace- und Logging-Informationen in Produktions- und Logistik-Systemen müssen über einen längeren Zeitraum verfügbar bleiben. Oft müssen Situationen oder Buchungsabläufe analysiert werden, die bereits einige Stunden oder Tage zurückliegen (Post-Mortem-Analysen).

Um Langzeitauswertungen anstellen zu können, werden die dafür erforderlichen Daten historisiert. Auch die hierfür erforderlichen PL/SQL-Sourcen können mit einfach zu erstellenden Hilfsmitteln automatisch generiert werden.

### **Exception Handling**

Eine typische Eigenart von produktionslogistischen Prozessen ist das Auftreten erwarteter (und damit planbarer) aber auch unerwarteter Ereignisse und Ausnahmesituationen, auf die entsprechend reagiert werden muss. Es benötigt klare Definitionen für die Behandlung dieser Expected / Unexpected Errors. In der Konzeption, Realisierung und Implementierung ist ein Hauptaugenmerk auf die Behandlung dieser Ausnahmesituationen zu legen. ORACLE bietet hier mit seinem Exception Handling eine komfortable Grundlage für die transaktionssichere Behandlung der jeweiligen Ausnahmefälle.

Eine ausgereifte Fehlererkennung und konsequente Bereinigung von Störsituationen tragen dazu bei, auch Folgefehler weitestgehend zu vermeiden.

### **Datenmanagement**

Ein großer Anteil der anfallenden Daten in Produktions- und Logistik-Systemen sind dynamische, flüchtige Daten, die nicht langfristig gehalten werden müssen, sondern mittelfristig oder gar kurzfristig wieder gelöscht werden können. Systeme, in denen große Datenmengen im Produktivbetrieb gelöscht werden müssen, erfordern einen Lösch- bzw. Purge-Mechanismus, der die Abläufe möglichst wenig behindert. In der Regel werden zu löschende Daten daher vorerst nur ausgeblendet und zu einem parametrierbaren, späteren Zeitpunkt von einem separaten Prozess entfernt oder archiviert. Dabei ist es von Vorteil, wenn diese Datenbereinigung zu produktionsfreien Zeiten stattfinden kann. Um zu verhindern, dass das Datenvolumen die Speicherkapazität des Systems erreicht und dadurch zur Behinderung der Produktion führt, muss eine permante, zyklische Überwachung des Füllgrads erfolgen.

Der PL/SQL-Code für die Purge-Prozeduren kann ebenfalls automatisch generiert werden.

### **Application-Server und Front-Ends**

Da die Business- Logik in der Datenbank hinterlegt ist, müssen sich Front-Ends nur mit der Aufbereitung und Darstellung der Daten, sowie mit der Verifizierung und Weiterleitung der Benutzereingaben befassen. Dabei können die angezeigten Texte und Meldungen sprachbezogen aus der Datenbank gelesen werden.

Bei Client/Server- Applikationen sind Front-Ends von Vorteil, die Thin-Clients verwenden, da dadurch Änderungen an zentraler Stelle auf dem Server vorgenommen werden können, ohne dass auf dem Client neue Software installiert werden muss.

Die Trennung zwischen Business- Logik in der Datenbank und des Front-Ends erlaubt es, nahezu jede beliebige Technologie (z.B. ORACLE Forms, Java Servlets/JSPs) einzusetzen. Durch vorhandene Frameworks können Front-Ends entsprechend der Kundenwünsche schnell und wirtschaftlich realisiert werden.

Zur Absicherung der Zugriffe und zur Erhaltung der Wartbarkeit muss ein rollenbasiertes Berechtigungskonzept eingebunden werden.

**Fazit**

Stabilität, Wartbarkeit und Performance sind die Kern-Anforderungen an produktionslogistische Systeme. Um das Optimum für diese Eigenschaften zu erreichen muss auf der Basis eines Frameworks realisiert werden, das durch zahlreiche produktive Installationen gereift ist. Eine ereignisgesteuerte Architektur ist für Produktions- und Logistik-Systeme unabdingbare Grundlage. Sie muss eine echtzeitnahe Datenverarbeitung in parallelen Prozessen ermöglichen. Die Architektur sollte einen komponentenorientierten Ansatz verfolgen und den Einsatz verschiedener Frontend-Technologien zulassen.

Mit dem Einsatz der ORACLE Datenbank und mit Hilfe verschiedener ORACLE-Werkzeuge werden die flexible Erweiterbarkeit und eine verbesserte Anpassbarkeit zur Laufzeit ermöglicht.

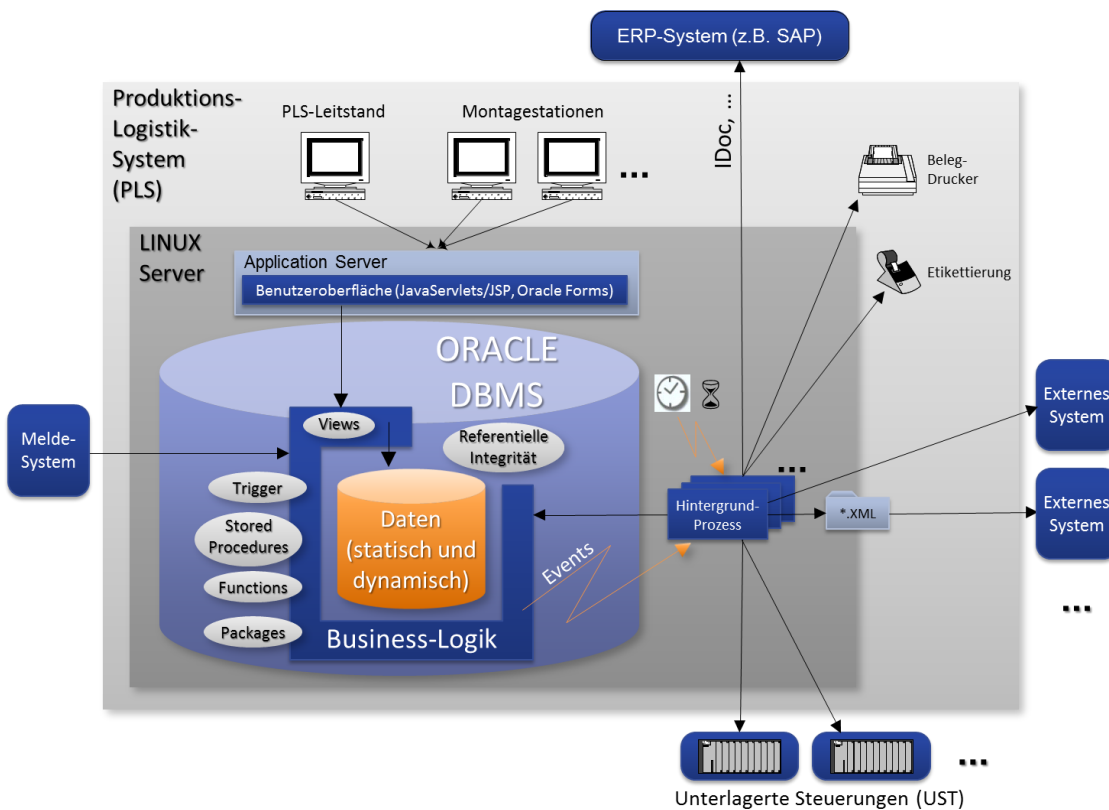
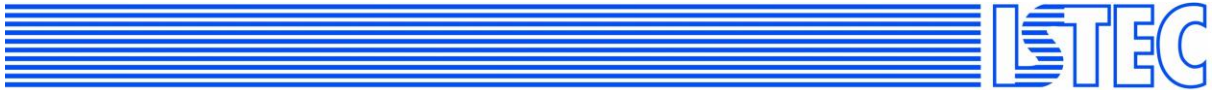


Abb. 1: datenbankbasierte, ereignisgesteuerte Architektur eines Produktions- und Logistik-Systems



INDUSTRIELLE SOFTWARE-TECHNIK GMBH

**Kontaktadresse:**

**Name**

Uli Möhrmann  
ISTEC GmbH  
D-76275 Ettlingen

Telefon: +49(0)7243-7005-0  
Fax: +49(0) 7243-7005-199  
E-Mail: [uli.moehrmann@istec.de](mailto:uli.moehrmann@istec.de)  
Internet: [www.istec.de](http://www.istec.de)