

Logistischer Leitstand

Reiner Bildmayer
Research & Breakthrough Innovation
SAP AG
69190 Walldorf
reiner.bildmayer@sap.com

Abstract: Im Zusammenspiel der betriebswirtschaftlichen und technischen Ebenen, wie ERP- (Enterprise Resource Planning), MES- (Manufacturing Execution System) und SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) / PCS- (Process Control System) Systeme, bei Produktions- und / oder Logistikunternehmen ist durchaus von einer gewissen Integration zu sprechen. Es zeigt sich jedoch, dass es sich vielfach um eine technische aber nicht um eine wirklich prozessübergreifende Integration handelt. Der vorliegende Beitrag stellt einen Lösungsansatz zur ganzheitlichen Betrachtung und Einflussnahme auf den Prozess vor. Dabei wird besonders auf betriebswirtschaftliche Aspekte in Verbindung zum realen Produktionsumfeld eingegangen.

1 Motivation

Mit der Wandlung der klassischen Fabrik zur modernen Dienstleistungsproduktionsstätte in einem internationalen Umfeld ergeben sich völlig neue Herausforderungen. Dies beruht unter anderem auf einer geforderten Verkürzung von Durchlaufzeiten im Bezug auf Time-To-Market, Time-To-Volume und natürlich auf Time-To-Delivery. Steigende Nachfrage nach Individualität sowie größtmögliche Flexibilität auf kurzfristige Änderungen erhöhen den Druck auf produzierende Unternehmen. Klassische Planungsverfahren, um Standardprodukte mit einem hohen Liefergrad zu versehen, werden durch ambitionierte Planungsverfahren für individuelle Produkte verdrängt. Gefordert wird nicht weniger als die Fähigkeit, in zunehmendem Maße auf individuelle Kundenwünsche flexibel reagieren zu können. Der Verkürzung von Reaktionszeiten über die gesamte Prozesskette hinweg kommt dabei eine immer größer werdende Bedeutung zu.

Der Fokus verschiebt sich weg von der isolierten Optimierung einzelner Bereiche (wie beispielsweise die Minimierung der reinen Produktionsdurchlaufzeiten, die in vielen Fällen schon weitgehend ausgereizt ist) hin zur Betrachtung des integrativen Zusammenspiels aller Beteiligten der gesamten Lieferkette (extended Supply Chain). Im reibungslosen Ineinandergreifen von Vertrieb, Einkauf, Konstruktion, Produktion und Logistik sowie in der erweiterten Kollaboration mit externen Partnern liegt in vielen Fällen das entscheidende Potential zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit.

In den vergangenen Dekaden wurden im Bereich der Bestandsoptimierung sowie einer angemessenen Kapazitätsplanung steigender Nachfragen nach einer guten Auslastung der Produktion Rechnung getragen. Produktionsprozesse wurden automatisiert und visualisiert. Diese zunächst unabhängig voneinander operierenden Systeme wurden dann mit einander verbunden. Diese Verbindung erfolgte zunächst nach klassischen Vorgehensweisen entweder manuell durch nochmalige Eingabe oder mittels Filetransfer etc. Spätere Integrationszenarien verwendeten moderne Mechanismen. [AN00] Geblieben ist aber eine lokale Betrachtung einer vorgegebenen Ausgangssituation.

Trotz der gestiegenen Integration ist die Visibilität der aktuellen Zustände verschiedener Ebenen der Produktion nur sehr eingeschränkt gegeben. Jedes System baut auf die eigene Visualisierung [VD06]. Eine integrative Betrachtung aktueller Situationen ist aber notwendig um den zuvor erwähnten Herausforderungen Rechnung zu tragen.

Abbildung 1 veranschaulicht schematisch die Verbindungen der ERP-, MES-, und SCADA/PCS Systeme. Zusätzlich ist die Anbindung des logistischen Leitstandes mit dessen Verbindungen zu den zuvor genannten Systemen dargestellt.

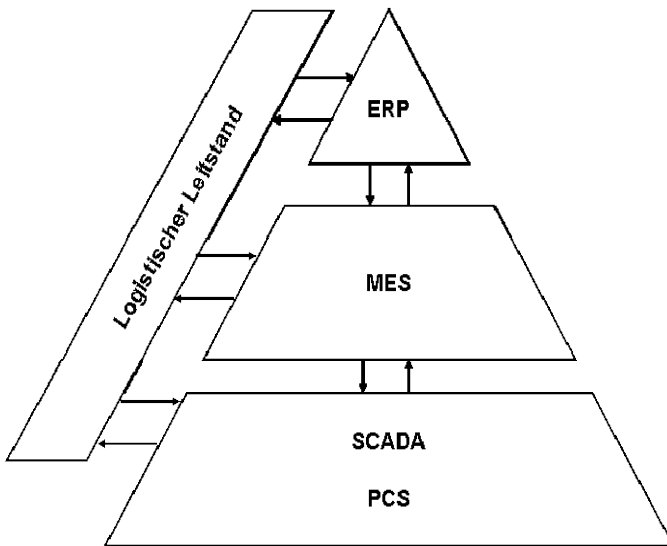


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Zusammenhänge zwischen ERP, MES, SCADA / PCS und Logistischer Leitstand

1.1 ERP Systeme

In vielen existierenden ERP-Systemen werden bestehende Materialbestands- und Bedarfssituationen mittels Verfahren wie MRP II etc. zu einem mehr oder minder harmonischen Ergebnis geführt. Teilweise werden auch bereits kapazitive Aussagen für Einrichtungen der eigenen Produktion getroffen. Auf den Bereich der klassischen Beschaffung soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden. Den meisten Systemen ist gemein, dass bei einer Unterdeckung eines Produktes verbunden mit der Feststellung dieses Produkt selbst zu produzieren ein Fertigungs- oder Produktionsauftrag verbunden mit den benötigten Komponenten als Ergebnis vorliegt. Grundlage dieser Produktionsaufträge sind sehr häufig Arbeitspläne und Stücklisten. Bei wiederkehrenden Produkten kann ein gewisser Detaillierungs- und Genauigkeitsgrad vorausgesetzt werden. Bei individuelleren Produkten ist die Sachlage häufig schwieriger. Dort liegen häufig detaillierte Arbeitspläne sowie Stücklisten nicht oder nur in einer groben Form vor. Somit gestaltet sich eine kapazitive Betrachtung sowie eine Terminberechnung weitaus schwieriger. Die bereits erwähnten Produktionsaufträge dienen dann auch als Grundlage für MES Systeme und werden häufig dorthin übertragen.

Visualisiert werden in ERP Systemen typischerweise die bereits genannten Materialbestands- und Bedarfssituationen sowie die daraus erfolgten Produktions- bzw. Beschaffungsanforderungen mit Mengen und Terminen. Die Aktualität dieser Daten hängt unter anderem stark vom gewählten Integrationsmodell zu anderen Systemen ab.

1.2. MES Systeme

Bei MES Systemen trifft man häufig auf stark den industriellen Bedürfnissen zugeschnittene Varianten. Dennoch werden sehr häufig auftragsähnliche Strukturen eingesetzt. Die im Folgenden genannten Fertigungsaufträge basieren einerseits auf Daten und Informationen die von ERP Systemen übertragen wurden. Andererseits bestehen häufig eigene Strukturen für detailreichere Stammdaten. Des Weiteren werden eigene Produktionseinrichtungen, Transportmittel und Behälter sowie detailliertere räumliche Bestandsinformationen etc. modelliert. Dies ist die Grundlage um den tatsächlichen Fertigungsprozess mit einer ausreichenden Genauigkeit abzubilden.

Der Zusammenhang zwischen den Produktionsaufträgen der ERP Systeme mit den Fertigungsaufträgen der MES Systemen ist meistens gegeben [KL06]. Die Fertigungsaufträge dienen in geringen Teilen auch als Grundlage zur Übertragung an die SCADA und PCS Systeme.

Visualisiert werden in MES Systemen typischerweise die bereits genannten Fertigungsaufträge sowie alle nötigen Details der Produktionseinrichtungen, Transportmittel etc. Teilweise werden grafische und schematisch grafische Darstellungen eingesetzt um die nötige Transparenz zu gewährleisten.

1.3. SCADA und PCS

Immer häufiger werden in der Fertigung automatisierte Systeme eingesetzt. Diese basieren häufig für eine Produktionseinrichtung spezielle Programmierung. Beeinflusst wird die Programmierung häufig auch von den zu fertigenden Produkten. Sehr oft werden diese Programme von den Systemen selbst verwaltet. Die PCS Systeme dienen dabei zur Steuerung und Überwachung des eigentlichen Fertigungsprozesses, während die SCADA Systeme zur Visualisierung und Interpretierung der PCS Systeme dienen. Die SCADA Systeme sind typischer Weise die Bedienoberfläche der PCS Systeme. Des Weiteren dienen sie auch zur manuellen Datenerfassung von Prozess relevanten Daten. Die Visualisierung erfolgt in der Regel in einer schematisch grafischen Darstellung. Diese Darstellungen sind nicht selten speziell für die zu visualisierende Fertigungseinrichtung modelliert. Es ist dort aber auch eine hohe Granularität nötig um vollständig in die physischen Prozesse eingreifen zu können. Darüber hinaus ist es erforderlich, dass Zustände und Parameter der Fertigungseinrichtung angezeigt werden um nötigenfalls auch auf auftretende Störungen reagieren zu können.

Eine Integration zu den erwähnten MES Systemen beschränkt sich vielfach auf die Übermittlung von einzelnen Werten und Stellparametern. Eine Übertragung im Kontext und der Semantik eines Fertigungsauftrages erfolgt meist nicht.

2. Logistischer Leitstand

2.1. Herausforderungen

In den vorangegangenen Kapiteln ist auf die unterschiedlichen Aufgaben der verschiedenen Systeme eingegangen worden. Deren Visualisierungen helfen in den beschriebenen Bereichen um auf dortige Anforderungen reagieren zu können.

Es bestehen jedoch teilweise tiefe Informationsgräben zwischen den Systemen. Dies manifestiert sich durch eine teilweise völlig unterschiedliche Systemunterstützung. Etablierte EAI (Enterprise Application Integration) Systeme adressieren diese Herausforderungen nicht, weil diese den Schwerpunkt auf Datenintegration und Datenaustausch [Le03] aber nicht auf integrierte visualisierte Entscheidungsunterstützung legen.

Betrachtet man den Gesamtprozess haben lokale Ereignisse in vielen Fällen aber auch Auswirkungen auf mehrere Systeme. Unter Anderem müssen folgende exemplarische Fragen beantwortet werden können:

- a. Kann der späte Änderungswunsch einer speziellen Kundenanforderung in der Fertigung noch berücksichtigt werden?
- b. Welche Auswirkung hat der kurzzeitige Ausfall eines Zuführungsantriebes auf die kapazitive Aussage der gesamten Produktionseinrichtung?

Für die Beantwortung der Frage a.) muss festgestellt werden können in welchen Fertigstellungsgrad der Fertigungsauftrag sich befindet. Des Weiteren ergeben sich dadurch eine Vielzahl von neuen Fragen: An welcher Lokation befindet sich der Fertigungsauftrag zum Zeitpunkt der Anfrage? Ist es möglich, die zur Befriedigung des Änderungswunsches benötigten Produktkomponenten rechtzeitig an den dafür vorgesehenen Einbauort zu transportieren? Kann ich den oder die betroffenen Mitarbeiter über den Änderungswunsch informieren?

Zur Beantwortung der Frage b.) ist es unter Anderem erforderlich feststellen zu können, zu welcher Produktionseinrichtung im Sinne des ERP Systems dieser Zuführungsantrieb gehört. Aus Sicht des ERP Systems werden häufig größere Produktionseinrichtungen zur kapazitiven Betrachtung herangezogen. In der Realität bestehen solche (logischen) Produktionseinrichtungen aus einer Vielzahl technischer Detaileinrichtungen. Diese werden dann im ERP System oder MES System aggregiert betrachtet. Somit ergibt sich die Frage inwieweit bei einer aggregierten Betrachtung ein solcher Umstand relevant wird.

Die aufgeführten Fragen sind sicherlich nicht erschöpfend behandelt. Es soll aber aufgezeigt werden, dass es erforderlich ist, Möglichkeiten zu schaffen, Zusammenhänge aus Technik und Betriebswirtschaft modellieren zu können. Es besteht aus betriebswirtschaftlicher Sicht die berechnete Forderung relevante Ereignisse möglichst zeitnah visualisieren zu können um eine tragfähige Grundlage für Entscheidungen zu haben. Bei Störungen muss es ebenfalls möglich sein, zeitnah für deren Behebung sorgen zu können und darüber hinaus mögliche Alternativen zu finden um die Produktion aufrecht erhalten. Ebenfalls ist es erforderlich unvermeidliche Verzögerungen als Konflikt zu visualisieren und mit entsprechenden Maßnahmen zu reagieren und andere Bereiche zu informieren.

Die Visualisierung muss den Spagat zwischen „all umfassend“ und „bedarfsgerecht einfach“ schaffen. Der Entscheider soll gut geführt aber nicht „bevormundet“ werden. Es ist die Herausforderung unterschiedliche Detaillierungsgrade verschiedener Systeme verständlich darstellen zu können. Gemeint sind damit wichtige Auftragsinformationen aus den Bereichen ERP und MES sowie technische Informationen aus den Bereich SCADA und PCS.

2.2. Lösungsansätze

Es ist als gegeben anzusehen, dass der Schwerpunkt auf der betriebswirtschaftlichen Betrachtung der Produktion und Logistik zu legen ist. Adressierte Zielgruppe sind in den produzierenden Unternehmen typischerweise Werks- und / oder Logistikleiter sowie Produktions- und / oder Logistikmeister. Für diese Zielgruppe genügen als Reaktionszeit in der Regel Sekunden oder Minuten. Dies wird häufig als „Near-time“ bezeichnet. Eine Forderung nach kürzeren Reaktionszeiten wie sie bei SCADA oder PCS Systemen zur Anwendungen kommen bestehen nicht.

Daraus kann somit auch nicht geschlossen werden, dass der logistische Leitstand existierende SCADA Systeme oder gar PCS Systeme ersetzen soll. Es geht vielmehr um die Schaffung einer betriebswirtschaftlich orientierten Visualisierung der tatsächlichen Betriebsabläufe verbunden mit einigen technischen Informationen. Gefordert sind in der Regel solche technischen Informationen, die für die Betriebswirtschaft relevant sind.

Der logistische Leitstand soll kein Werkzeug zur Logistiksimulation im Rahmen der digitalen Fabrik sein [Ka03]. Er soll vielmehr während einer laufenden Produktion die für betriebswirtschaftliche Abläufe relevanten Ereignisse der Produktionsebene interpretieren und darstellen.

Betrachtet man zunächst die Produktionseinrichtungen, stellt man sehr schnell fest, dass diese sehr häufig in der Betriebswirtschaft viel gröber dargestellt werden als auf der technischen Ebene. D. h. viele technische Einrichtungen werden als eine betriebswirtschaftliche Einheit dargestellt. Jede technische Einrichtung hat aber z. B. mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Status. Die Aggregation mehrerer technischer Status zu einem betriebswirtschaftlichen Status muss mittels eines Regelwerkes erfolgen. Ein logistischer Leitstand muss über ein solches Regelwerk verfügen.

Die Feststellung ob eine Produktionseinrichtung betriebswirtschaftlich „läuft“ ist ebenfalls nicht ohne größeren Aufwand zu ermitteln. Wenn eine Einrichtung aus technischer Sicht zur Verfügung steht (z. B. Öldruck im Limit; Spindel dreht mit Drehzahl x), ist nicht ausgesagt, ob diese Einrichtung tatsächlich auch produziert. Aus dem Bereich SCADA / PCS muss ein technischer Parameter bereitgestellt werden, der von der Betriebswirtschaft als „Produktion läuft“ interpretiert werden kann.

Werden mehrere technische Einrichtungen zu einer betriebswirtschaftlichen Einrichtung aggregiert, gestaltet sich die Interpretation ob eine Anlage „läuft“, „wartet“ oder gar „produziert“ sehr schwierig. Ein logistischer Leitstand muss die Möglichkeit besitzen aus einer zu definierenden Anzahl von technischen Parametern ein aussagefähiges Aggregat für die Betriebswirtschaft bereit zu stellen.

Dies setzt voraus, dass sowohl die technischen Einrichtungen als auch deren betriebswirtschaftliche Repräsentierung bekannt ist. Darüber hinaus ist es erforderlich, die Kardinalität beider Ebenen zu kennen.

Bei der Visualisierung muss darauf geachtet werden, wenn die Darstellung die Voraussetzung des Wortes „Leitstand“ erfüllen will, dass ein gewisser Aufwand in Richtung Grafik getrieben wird. In vielen Fällen reicht eine reine listbasierte Anzeige bzw. Ausgabe nicht. Größere Zusammenhänge werden nur dann mit großer Wahrscheinlichkeit erkannt, wenn die Visualisierung ein quasi Abbild der Realität ist. Wenn die Visualisierung Funktionen wie Vergrößern und Verkleinern („Zoom In“ und „Zoom out“) bereit hält, bekommt das Thema Aggregation und Disaggregation eine besonders hervorzuhebenden Bedeutung. Hier muss dynamisch auf die geforderte Darstellung eingegangen und der z. B. dazugehörigen Status ermittelt werden.

Eine weitere Bedeutung bekommt die Darstellung der Produktionseinrichtungen in verschiedenen Farben. Hierbei ist es möglich verschiedene Zustände sehr schnell zu unterscheiden. Gerade bei dieser Darstellung muss es gewährleistet sein, dass das Thema Aggregation / Disaggregation bei einer gegebenen Kardinalität zwischen technischer und betriebswirtschaftlicher Ebene mit den nötigen Sorgfalt behandelt wird.

Sind im Bereich des realen Prozessablaufes Möglichkeiten zur Installation von Kameras vorhanden, ist es einfach ein aktuelles Bild zu einer gewählten Produktionseinrichtung anzuzeigen. Der Anwender kann sich somit einen Einblick über den aktuellen Zustand der Einrichtung machen.

Neben dem großen Fokus klassischer Leitstandsfunktionalität und somit klarer Schwerpunkt auf visuelle Darstellung muss darüber hinaus in Ausnahmefällen direkt auf die real laufenden Prozesse eingegriffen werden können. Dies bedeutet, dass der logistische Leitstand in der Lage sein muss, im Dialog mit dem Anwender, auf laufende Prozesse eingreifen zu können. Von dort aus ist erforderlich z. B. einen Produktionsauftrag aus Sicht der Betriebswirtschaft von einer Produktionseinrichtung auf eine andere Produktionseinrichtung zu übertragen. Dabei ist es als gegeben anzusehen, dass die kapazitive Situation berücksichtigt wird. Dadurch kann es zusätzlich erforderlich sein, an einer Produktionseinrichtung liegenden Materialkomponenten an eine andere Einrichtung transportieren zu lassen.

Zusätzlich zur Visualisierung und gelegentlichen Eingreifen in den tatsächlichen Ablauf eröffnen sich Möglichkeiten bei auftretenden Ausnahmefällen wie z. B. Störungen etc. Hier kann zeitnah zu einer Produktionseinrichtung eine Störmeldung vermerkt und an eine Meldung an die zur Behebung der Störung verantwortlichen Bereiche weitergeleitet werden. Die Produktionseinrichtung wird entsprechend dargestellt und somit sofort als „nicht zur Verfügung“ erkennbar.

Produktionseinrichtungen mit Engpässen in Hinsicht der Qualität können ebenfalls dargestellt werden. Es ist somit einfach möglich den Fokus auf diesen Schwerpunkt zu lenken.

Neben der Kombination aus technischen und betriebswirtschaftlichen Informationen sollte es möglich sein, rein aus betriebswirtschaftlicher Sicht, Aussagen über den Leistungsgrad machen zu können. Typische Auswertungen wie z. B. Ausbeuteberechnung, Auslastung, Leistungsgrad etc. können einfach in Form eines Graphen dargestellt werden.

Grundpfeiler für den schnellen Erfolg eines Einsatzes ist die einfache Anpassbarkeit an die technischen und betriebswirtschaftlichen Gegebenheiten. Wie in den heute üblichen Office-Produkten vorzufindende Verfahren wie z. B. „Mouse over“, „Context Menu“, „Drag & Drop“, „3D“ etc. sind Voraussetzungen für ein schnelles und reibungsloses Arbeiten.

2.3. Exemplarischer Prototyp

Im Rahmen eines Entwicklungsbereiches wurde ein Prototyp eines logistischen Leitstandes entwickelt. Abbildung 2 zeigt einen typischen Ausschnitt auf Werksebene mit der Darstellung einiger Produktionseinrichtungen.



Abbildung 2: Prototyp Logistischer Leitstand

Der Fokus dieser Entwicklung liegt klar auf der Seite der Visualisierung der Benutzeroberfläche in 3D Darstellung. Im Rahmen dieser Entwicklung wurde untersucht, ob es möglich ist, für den Anwender unbemerkt bzw. nahtlos, durch verschiedene Ebenen wie z.B. ERP und MES zu navigieren. Die gewonnenen Ergebnisse sind sehr vielversprechend. Tests mit verschiedenen Anwendern haben gezeigt, dass diesen seitens der Benutzerführung nicht ausgefallen war, wann der „Übergang“ in eine andere Systemebene stattgefunden hat.

Die Fragestellungen zum Thema Aggregation / Disaggregation waren nicht Bestandteil. Zur Vereinfachung der Darstellung wurden lediglich Annahmen getroffen. An dieser Stelle ist es sicherlich noch nötig, Möglichkeiten zu finden, wie für den Benutzer einfach zu verstehende Regeln darzustellen sind, um die auftretenden Zustände und Ereignisse nach seinen Vorstellungen darzustellen und zu visualisieren.

Auch die Eingriffsmöglichkeiten zum steuernden Eingreifen wurden lediglich auf der Ebene der Benutzeroberfläche realisiert. Hier waren die verbundenen ERP und MES Systeme noch nicht in der Lage komplexe betriebswirtschaftliche Zusammenhänge mit einfachsten Benutzerinteraktionen auszuführen. Beispielsweise wurde mit einer Benutzerinteraktion simuliert, wie bei einer Störung auf eine andere zur Verfügung stehende Produktionseinrichtung „umgeplant“ wird. Um dies in der Realität anwendungsgerecht darzustellen, wäre es unter anderem nötig, Materialflüsse umzuleiten, Anlagenfahrer zu informieren etc.

Aus derzeitiger Sicht existieren keine kommerziellen Lösungen auf dem Markt, die die bereits erörterten Herausforderungen zufriedenstellend adressieren. Gleichwohl ist eine deutliche Nachfrage für eine solche Lösung aus der Industrie erkennbar.

3. Conclusio

Visibilität, Transparenz und Integration schaffen Effektivität und Effizienz. Wenn alle am Prozess beteiligt und informiert sind, kann dieser auch flexibel adjustiert werden. Einfach zu bedienende Benutzeroberflächen heben bislang nicht ausgeschöpfte Potentiale. Nur auf einer verlässlichen Basis der Entscheidung ist es den Produktionsunternehmen möglich sich im internationalen Wettbewerb zu behaupten.

Der Logistische Leitstand ist der Mediator zwischen der technischen Welt mit ihren Datenpunkten und der betriebswirtschaftlichen Welt mit der Sicht auf ganze Prozessketten.

SAP wird Funktionalitäten, wie sie in diesem Dokument beschrieben wurden, in der Zukunft aufgreifen. Es ist nicht auszuschließen, dass daraus ein kommerziell vermarktbare Produkt entsteht.

Literaturverzeichnis

- [AN00] ANSI/ISA-95.00.01-2000: Enterprise-Control System Integration Part1: Models und Terminology: S. 25-26
- [Ka03] Kapp, Ralf; Löffler, Benno; Wiendahl, Hans-Hermann; Westkämper, Engelbert: Der Logistik-Prüfstand : Skalierbare Logistiksimulation von der Lieferkette bis zum Arbeitsgang. In: Wt Werkstatttechnik 93 (2003), Nr. 1/2, S. 31-38
- [K106] Kletti, Jürgen: MES Manufacturing Execution System: Moderne Informationstechnologie zur Prozessfähigkeit der Wertschöpfung: S. 112-114
- [Le03] Lebender, Markus; Ondrusch, Nicole; Otto, Boris; Renner, Thomas: Business Integration Software: Werkzeuge, Anbieter, Lösungen. In: Fraunhofer IAO (2003) s. 20-21
- [VD06] VDI 5600 Blatt 1:2006-08 Manufacturing Execution Systems- Fertigungsmanagementsysteme