

Institut für Architektur von Anwendungssystemen

Universität Stuttgart

Universitätsstraße 38

D - 70569 Stuttgart

Fachstudie Nr. 96

Analyse und Vergleich von
Manufacturing Execution Systemen

Sören Brunk, Fabian Metzger, Jonas Palauro

Studiengang: Softwaretechnik

Prüfer: Prof. Dr. Frank Leymann

Betreuer: Dipl. Inf. Sema Zor

begonnen am: 13.11.08

beendet am: 20.02.09

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
1 Einleitung	6
2 Manufacturing Execution Systeme	6
2.1 Motivation und Ziel	6
2.2 Definition eines MES	8
2.3 Anforderungen	10
3 Vorgehen und Vergleichskriterien	14
3.1 Auswahl der zu bewertenden Systeme	14
3.2 Vergleichskriterien	14
3.2.1 Verfügbarer Informationsumfang	14
3.2.2 Verbreitung	16
3.2.3 Systemanforderungen	16
3.2.4 Anbindung von ERP-Systemen	17
3.2.5 Anbindung an die Fertigungsebene	17
3.2.6 Erweiterbarkeit	17
3.2.7 Installation und Konfiguration	17
3.2.8 Funktionalität	18
3.2.9 Benutzerfreundlichkeit	22
4 PSI	23
4.1 Allgemeines	23
4.1.1 Hersteller	23
4.1.2 System	23
4.1.3 Architektur und Technologie	23
4.1.4 Verfügbare Komponenten des Herstellers	24
4.1.5 Verbreitung	27
4.1.6 Systemanforderungen	27

4.1.7	Integrationsmöglichkeiten	28
4.2	Funktionalität	28
4.3	Benutzerschnittstelle	36
4.4	Dokumentation	42
5	FactoryFramework	43
5.1	Allgemeines	43
5.1.1	Hersteller	43
5.1.2	System	43
5.1.3	Architektur und Technologie	44
5.1.4	Systemanforderungen	45
5.1.5	Verfügbare Komponenten des Herstellers	45
5.2	Funktionalität	47
5.3	Benutzerschnittstelle	52
5.4	Konfigurierbarkeit	52
6	Observer	53
6.1	Allgemeines	53
6.1.1	Hersteller	53
6.1.2	System	54
6.1.3	Architektur und Technologie	54
6.2	Funktionalität	54
6.2.1	Feinplanung und Steuerung	56
6.2.2	Personalmanagement	58
6.2.3	Datenerfassung und -verarbeitung	60
6.3	Benutzerschnittstelle	61
6.4	Dokumentation	61
7	Vergleich	62
7.1	Verfügbarer Informationsumfang	62
7.2	Verbreitung	62

7.3	Systemanforderungen	63
7.4	Anbindung von ERP-Systemen	64
7.5	Anbindung an die Fertigungsebene	64
7.6	Erweiterbarkeit	65
7.7	Installation und Konfiguration	65
7.8	Funktionalität	66
7.8.1	Feinplanung und Steuerung	66
7.8.2	Personalmanagement	69
7.8.3	Datenerfassung und -verarbeitung	70
7.8.4	Materialmanagement	71
7.8.5	Reports / Auswertungen	72
7.9	Benutzerfreundlichkeit	72
8	Fazit	75

Abbildungsverzeichnis

1	Horizontale und Vertikale Integration bei MES (Quelle: [2])	10
2	PSImes Übersicht	24
3	PSI Komponenten Übersicht	25
4	Abhängigkeit von Arbeitsgängen	31
5	Struktur-Gantt	31
6	Ressourcen-Gantt	33
7	PSI Funktionsleiste (Quelle: PSI Leitstand Anwender Handbuch)	36
8	PSI Funktionsleiste (Quelle: PSI Leitstand Anwender Handbuch)	37
9	Objektbaum	38
10	Farbcodes	38
11	PSI Plantafel	39
12	Auftrags- und Arbeitsgangverzögerungen	40
13	Verzögerungsursache	41

14	Planung der Arbeitsgänge	41
15	FactoryFramework - System Übersicht	44
16	FactoryFramework - WebVis	46
17	FactoryFramework - Plantafel	48
18	FactoryFramework - Beispiel eines Prozessdiagramms	51
19	FactoryFramework - Screenshot der WEBFAM	53
20	observer Funktionsablauf	56
21	observer Leitstand: Werkstattauftragsdiagramm	57
22	observer Leitstand: Plantafel	58
23	observer Personalmanagement: Stammdaten	59

1 Einleitung

Ziel dieser Fachstudie ist es, einen Überblick über aktuelle Manufacturing Execution Systeme (MES) zu geben. Dafür werden verschiedene MES betrachtet, von denen drei ausgewählt vorgestellt und anschließend einem genaueren Vergleich unterzogen werden. Als Vergleichskriterien werden dabei insbesondere die verschiedenen Aspekte der Funktionalität herangezogen. Dazu gehört die konkrete Umsetzung der im ERP-System festgelegten Produktionsplanung sowie die integrierte Erfassung aller fertigungsrelevanten Daten. Es werden unter anderem die Fähigkeiten zur automatischen Planung der Fertigung, zum Personalmanagement, die Datenerfassungsmöglichkeiten sowie Simulations- und Auswertungsfunktionen zur Prozessoptimierung betrachtet. Aber auch nichtfunktionale Eigenschaften wie Benutzerfreundlichkeit, Integrationsmöglichkeiten und Dokumentation werden berücksichtigt.

2 Manufacturing Execution Systeme

2.1 Motivation und Ziel

Nicht zuletzt als Folge der Globalisierung wächst in jüngster Zeit der Druck auf Unternehmen ihre Produktion immer effizienter zu gestalten, flexibel und schnell auf sich ändernde Anforderungen zu reagieren und dabei gleichzeitig einen hohen Qualitätsstandard zu gewährleisten.

Vorhandenen ERP-Systeme, die für die Planung innerhalb eines gesamten Unternehmens eingesetzt werden, stoßen dabei zunehmend an ihre Grenzen. Diese Systeme sind für die langfristige Planung eines Unternehmens ausgelegt und bieten einen weiten Planungshorizont sowie die Möglichkeit einer Grobplanung für die Durchführung der Fertigungsaufträge.

Es fehlt ihnen aber oft die Fähigkeit zur genaueren Planung einzelner Produktionsli-

nien, zur Steuerung der Maschinen und vor allem zur Erfassung aktueller Daten des aktuellen Zustands und Fortschritts der Produktion.

Informationen über den konkreten Betrieb, in dem eine Produktion durchgeführt wird, werden dabei nicht erfasst und berücksichtigt. Innerhalb der durchgeführten Planung kann kein genauer Zeitpunkt und Arbeitsplatz festgelegt werden, an dem ein definierter Arbeitsschritt durchgeführt werden soll. So kann nicht berücksichtigt werden, ob für die Durchführung die benötigten Kapazitäten zur Verfügung stehen. Konkrete Informationen über die in einem Betrieb zur Verfügung stehenden Kapazitäten und deren Verfügbarkeit bzw. Auslastung werden nicht berücksichtigt, so dass zum Einen keine genaue zeitliche Planung möglich ist, und zum Anderen aktuelle Ereignisse nicht zurück in die Planung abgebildet werden. So ist es nicht möglich schnell und flexibel auf aktuelle Ereignisse reagieren zu können.

Ein weiteres Problem ist, dass in der Fertigung viele unterschiedliche Systeme zur Erfassung der Daten und zur Steuerung der Produktion nebeneinander existieren und dabei Zugriff auf die selben Daten benötigen. Diese Daten müssen teilweise in jedem System extra vorgehalten werden, über Schnittstellen ausgetauscht oder mehrfach erfasst werden. Dadurch entsteht ein hoher Anpassung- und Verwaltungsaufwand, es werden viele Daten unnötig redundant gespeichert und die Fehleranfälligkeit nimmt zu.

Um diese neuen Herausforderungen zu meistern werden also Lösungen benötigt, welche die Lücke zwischen der Grobplanung der ERP-Systeme und der eigentlichen Produktion schließen und die Funktionen auf der Ebene der Fertigung integrieren. Innerhalb der letzten Jahre kamen vermehrt Systeme auf den Markt, die versuchen eine solche Lösung zu realisieren. Sie sind unter dem Namen *Manufacturing Execution System (MES)* bekannt.

2.2 Definition eines MES

Als Manufacturing Execution System wird ein integriertes System zur Steuerung von Fertigungsprozessen und zur Erfassung fertigungsrelevanter Daten bezeichnet. Verschiedene Organisationen wie die MESA [1] versuchen den Begriff des MES zu standardisieren und abzugrenzen. Allerdings gibt es hier einige Unterschiede und viele Standards sind auf bestimmte Branchen ausgerichtet, weshalb bis heute keine allgemeingültige Definition existiert.

Des öfteren werden die Richtlinien der MESA in der Literatur genannt, die zum ersten Mal versucht hat den MES Begriff zu definieren. Leider sind die Richtlinien nicht frei verfügbar, so dass hier nur die Funktionsgruppen genannt werden, die ein vollständiges MES ausmachen sollen:

- Feinplanung (Operation/Detail Scheduling)
- Ressourcen-Management (Resource Allocation & Status)
- Erfassen und Darstellung des aktuellen Status von Ressourcen
- Dokumenten- Management (Document Control)
- Materialmanagement (Dispatching Production Units)
- Leistungs-Analyse (Performance Analysis)
- Auftrags Management (Labor-Management)
- Maintenance Management wie Wartung und Service
- Prozess-Management (Process Management)
- Qualitätsmanagement (Quality Management)
- Datenerfassung (Data Collection/Acquisition)
- Produkt-Entstehung und Verfolgung (Product Tracking and Genealogy)

Quelle: [2]

Auch der Verband deutscher Ingenieure (VDI) [3] beschäftigt sich in einem Fachausschuss mit dem Thema MES und versucht mit der Richtlinie VDI 5600 den Begriff abzugrenzen. Auch diese Richtlinie ist leider nicht frei verfügbar, so dass wir nur eine Zusammenfassung aus der Literatur anführen können. Nach der Richtlinie umfasst ein MES folgenden Aufgabenbereich:

- Feinplanung und Feinsteuerung
- Betriebsmittelmanagement
- Materialmanagement
- Personalmanagement
- Datenerfassung und -verarbeitung
- Schnittstellenmanagement
- Leistungsanalyse
- Qualitätsmanagement
- Informationsmanagement

Quelle: [2]

Die einzelnen Punkte, die von der MESA und dem VDI innerhalb ihrer Definition eines Manufacturing Execution Systems aufgeführt sind, werden im Bezug auf die Realisierung eines konkreten Systems unter **Unterabschnitt 2.3** genauer beschrieben.

Fast allen Beschreibungen von MES gemein ist die Betonung der Integration als wichtiges Merkmal, das ein MES von früheren Systemen abgrenzt. Dabei ist zum Einen die Integration des MES in die höheren und tieferen Schichten des Unternehmens gemeint. Das MES wird als Bindeglied zwischen dem Unternehmensmanagement, repräsentiert durch ein ERP-System, und der Produktion gesehen. Die senkrechten Pfeile in **Abbildung 1** sollen dabei verdeutlichen, dass der Informationsfluss in beide Richtungen erfolgt. Das MES übernimmt die Grobplanung des ERP-Systems, ermöglicht eine Feinplanung und leitet Steuerungsinformationen an die Produktionsebene

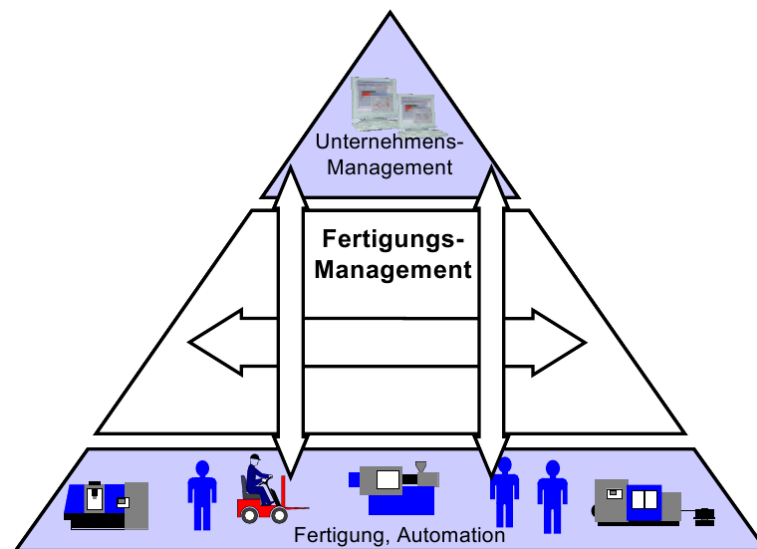


Abbildung 1: Horizontale und Vertikale Integration bei MES (Quelle: [2])

weiter. Anschließend erfasst das MES die Daten der Produktion, bereitet sie auf und leitet wiederum für die Planungsebene relevanten Daten an das ERP-System weiter. Diese Art der Integration wird **vertikale Integration** genannt.

Zum Anderen müssen verschiedene Aufgabenbereiche auf der MES-Ebene integriert werden, da sie teilweise voneinander abhängig sind. So hängen etwa die Feinplanung und das Personalmanagement voneinander ab, da für die Planung natürlich die Personalkapazität bekannt sein muss, aber auch Anwesenheitszeiten in Abhängigkeit der Maschinenauslastung geplant werden sollen. Je besser diese **horizontale Integration** innerhalb eines MES realisiert ist, um so effektiver lässt sich die Fertigung planen und steuern.

2.3 Anforderungen

Auf Grundlage des von der MESA und dem VDI definierten Funktionsumfangs (siehe [Unterabschnitt 2.2](#)) sowie Beschreibungen der Funktionen von MES-Systemen aus [2] und [4] werden hier die einzelnen Funktionen eines Manufacturing Execution Sys-

tems genauer beschrieben.

Eine Aufgabe eines MES ist die konkrete Umsetzung und Überwachung der von einem vorgelagerten ERP-System gesteckten Planung. Dabei werden die innerhalb des ERP-Systems für das gesamte Unternehmen geplante Fertigungsaufträge, einzelne Arbeitsschritte, verfügbare Material- und Personalkapazitäten auf konkrete Betriebe und Arbeitsplätze abgebildet.

Um diese Planung im Verlauf der Produktion überwachen und schnell auf aktuelle Ereignisse reagieren zu können, ist eine Echtzeiterfassung der Maschinendaten und Betriebsdaten notwendig.

Für diese Realisierung ist es auf der einen Seite notwendig alle Daten über Aufträge und verfügbare Ressourcen aus der Planung des ERP-Systems übernehmen zu können und auf der anderen Seite eine Integration der erfassten Daten über in der Produktion eingesetzte Maschinen, Personal und Materialien.

Für die Planung der einzelnen Arbeitsschritte auf konkrete Arbeitsplätze wird eine genaue Definition der zur Verfügung stehenden Arbeitsplätze benötigt. Dafür wird zum Einen über Schichtmodelle festgelegt, zu welchen Zeiten der Arbeitsplatz besetzt ist und zum Anderen welche Werkzeuge an dem Arbeitsplatz verfügbar sind, um festzulegen welche Arbeitsschritte durchgeführt werden können.

Zudem werden Daten über die zeitliche Verfügbarkeit von Maschinenkapazitäten, Werkzeugen und Materialien benötigt, die für die Durchführung der einzelnen Arbeitsschritte vorhanden sein müssen. Die Erfassung der Maschinendaten wird hier durch eine Integration der Maschinendatenerfassung erreicht, die in Echtzeit Daten über den Zustand und Auslastung der Maschinen liefert.

Auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Kapazitäten kann die Feinplanung, der einzelnen Arbeitsschritte durchgeführt werden. Dabei müssen technische und zeitliche Abhängigkeiten der Schritte berücksichtigt werden, um die Realisierbarkeit der Planung zu gewährleisten. Grundlegend müssen dafür Vorgänger- und Nachfolgerabhängigkeiten definiert werden, also Aussagen darüber, ob Arbeitsschritte erst einge-

plant werden dürfen wenn ein bestimmter Arbeitsschritt bereits durchgeführt wurde. Für die Fertigung komplexer Baugruppen muss es desweiteren möglich sein komplexere Abhängigkeiten mehrerer Arbeitsschritte zu definieren.

Die Echtzeitdatenerfassung und der permanente Abgleich zwischen Planung und realem Ist-Zustand ermöglicht eine genaue Überwachung der Fertigung. Dabei werden die aktuellen Fortschrittmeldungen durch die automatisierte Maschinen- und Betriebsdatenerfassung zurückgemeldet und Auswirkungen auf die Gesamtplanung berechnet.

Durch die Abbildung der Planung des ERP-Systems auf konkrete Arbeitsplätze und verfügbare Ressourcen, sowie die Echtzeitdatenerfassung über den aktuellen Ist-Zustand, können neben dem aktuellen Fortschritt Information über Maschinenausfälle oder -störungen, Ressourcenengpässe und Verzögerungen von einzelnen Arbeitsschritten oder gesamten Fertigungsaufträgen erhalten werden. Das ermöglicht eine schnelle Reaktion auf aktuelle Ereignisse und frühzeitige Gegensteuerung bei Auswirkungen auf die Terminplanung.

Idealerweise ist es möglich mit den verfügbaren Daten die Feinplanung der Arbeitsschritte auf konkrete Arbeitsplätze automatisiert durchführen zu können. Die aus dem ERP-System übernommenen Daten im Bezug auf den durchzuführenden Arbeitsschritt, die dafür benötigten Ressourcen, grobterminierte Rahmenbedingungen der zeitlichen Planung sowie einfache Vorgänger- und Nachfolgerabhängigkeiten werden in Kombination mit der Datenerfassung der zur Verfügung stehenden Kapazität benutzt, um automatisch eine mögliche Feinplanung zu erstellen. Die so erstellte Planung berücksichtigt nun die reale Verfügbarkeit der benötigten Kapazitäten im Bezug auf die zeitlich mögliche Durchführung eines Auftrags.

Zur Optimierung der Produktion sollte es möglich sein, Simulationen alternativer Planungen durchzuführen und diese Daten mit der realen Situation oder anderen Alternativen vergleichen zu können.

Innerhalb einer Simulation wäre es zudem hilfreich, auf den kompletten Datenbe-

stand zugreifen zu können und nicht nur auf die zeitliche Einplanung einzelner Arbeitsschritte. So sollen sich in den Simulationen auch Daten über die An- oder Abschaffung von Kapazitäten gewinnen lassen, also Information darüber ob sich beispielsweise die Anschaffung von zusätzlichem Personal oder Maschinen rentiert.

Im Rahmen einer Leistungsanalyse und zur Bewertung durchgeführter Produktionen muss es möglich sein, auf Basis der erfassten Daten verschiedene Auswertungen durchführen zu können. Dafür müssen die erfassten Daten in einer geeigneten Form archiviert werden, um zu ermöglichen zu einem späteren Zeitpunkt darauf zuzugreifen und unter unterschiedlichen Kriterien Daten aufbereiten und auswerten zu können. Optimalerweise werden dem Benutzer hier keine Einschränkungen gesetzt welche Daten und nach welchen Kriterien diese ausgewertet werden sollen.

Das Qualitätsmanagement unterstützt die Benutzer bei der Auswertung von Messdaten zur Qualitätsanalyse und der Rückverfolgung von Qualitätsproblemen zur Ursache. Warnungen bei Abweichung von Sollvorgaben helfen hier, schnell Maßnahmen bei Qualitätsproblemen einleiten zu können.

3 Vorgehen und Vergleichskriterien

3.1 Auswahl der zu bewertenden Systeme

Auf dem Markt befinden sich zahlreiche Hersteller von MES, die von uns recherchiert werden in [Tabelle 1](#) aufgelistet. Da es sich bei MES nicht um frei verfügbare Software handelt und das zugängliche Informationsmaterial auf den Herstellerwebseiten eher dürftig ist, waren wir um eine Analyse durchführen zu können, auf die Kooperation der jeweiligen Hersteller angewiesen. Für unsere Analyse zogen wir folglich nur MES in Betracht, deren Hersteller unseren Anfragen nachgingen, was die Liste an verwertbaren MES automatisch stark einschränkte. Ausschlaggebend für unsere Entscheidung, die Systeme PSImes [5], Factory Framework [6] sowie obserwer.FLS [7] für die nähere Untersuchung auszuwählen, war demnach die umfangreiche Information, die uns zu diesen Produkten zur Verfügung gestellt wurde.

3.2 Vergleichskriterien

In diesem Abschnitt werden die Kriterien erläutert, die für den Vergleich der MES Produkte herangezogen werden. Die Kriterien sind dabei in verschiedene Kategorien unterteilt.

3.2.1 Verfügbarer Informationsumfang

In dieser Kategorie wird untersucht welche Informationen von den Herstellern über das Produkt angeboten werden. So dass ein potentieller Kunde sich im Vorfeld darüber informieren kann, ob das Produkt seine Anforderungen erfüllt oder in einem vorgegebenen Systemumfeld eingesetzt werden kann.

- Umfang der verfügbaren Informationen

Produktname	Hersteller	Link
InSite	Camstar	http://www.camstar.com
ampla	Citect	http://citect.de
Coscom MES	Coscom	http://coscom.de
FASTEC 4 PRO	Fastec	http://www.fastec.de
flexpo suite MES	Flexpo	http://www.flexpo.de
Factory Framework	Forcam	http://forcam.net
Adicom Software Suite	Freudenberg IT	http://www.freudenberg-it.de
Delmia	DASSAULT SYSTEMES	http://www.3ds.com/products/delmia
IFS Applications	IMSTec GmbH	http://www.imstec.de
cronetwork	Industrie Informatik	http://www.industrieminformatik.com
HYDRA	MPDV Mikrolab	http://www.mpdv.de/
Schedule++	OR Soft	http://www.leitstand-software.de/mes.html
observer.FLS	o-b-s GmbH	http://www.o-b-s.de
PSImes	PSI	http://www.psi.de
Windchill	PTC	http://www.ptc.com/products/windchill
RS PMX MES	Rockwell Automation	http://www.rockwellautomation.com
[s]-production	Salt Solution	http://www.salt-solutions.de
PROQUIS	SEKAS	http://www.sekas.de
simatic mes	Siemens	http://www.automation.siemens.com/simatic
Tuppas MES Software	Tuppas	http://www.tuppas.com
X-MES	X-Team GmbH	http://www.x-team-gmbh.de

Tabelle 1: MES-Übersicht

- Verfügbare Testversion

3.2.2 Verbreitung

In der Kategorie „Verbreitung“ wird untersucht, welche Akzeptanz das Produkt auf dem Markt gefunden hat. Referenzen sollten sicherlich nicht überbewertet werden, erfolgreiche Projektdurchführungen sind jedoch ein Indiz für die Brauchbarkeit des MES und daher Bestandteil des Kriterienkataloges.

- Wieviele Kunden werden von dem Hersteller als Referenz angegeben, bei den das System produktiv eingesetzt wird.
- Ist das Produkt Branchenunabhängig einsetzbar oder ist es auf einen bestimmten Bereich spezialisiert.

3.2.3 Systemanforderungen

In dieser Kategorie wird untersucht welche Anforderungen von dem MES an die bestehende Infrastruktur gestellt wird. Speziell geht es darum, zu untersuchen welche Plattformen von dem System unterstützt werden und ob der Einsatz spezieller Datenbanksysteme gefordert wird. Ebenso wird geprüft ob die Schnittstellen zu Betriebssystem und Datenbanksystem soweit einheitlich gestaltet sind, dass eine Portierung auf eine anderes Betriebssystem bzw. Datenbanksystem möglich ist

- Welche Betriebssysteme werden unterstützt.
- Welche Datenbanken oder Datenbankschnittstellen werden unterstützt.

3.2.4 Anbindung von ERP-Systemen

In dieser Kategorie werden die Integrationsmöglichkeiten des MES an ERP-/PPS-Systeme untersucht.

- Anbindung verschiedener ERP-Systeme möglich
- Standardisierte Schnittstellen zur Anbindung von ERP-Systemen
- Übernahme von grobgeplanten Aufträgen aus dem ERP-System
- Rückmeldung des Auftragsstatus zum ERP-System

3.2.5 Anbindung an die Fertigungsebene

- Steuerung der Maschinen über standardisierte Schnittstellen.
- Anbindung der Maschinendatenerfassung über standardisierte Schnittstellen.

3.2.6 Erweiterbarkeit

- Modulare Architektur. Austausch von einzelnen Komponenten möglich
- Zusätzliche Module des Herstellers, die den Funktionsumfang erweitern
- Offene Schnittstellen zur Anbindung eigener Entwicklungen

3.2.7 Installation und Konfiguration

- Installationsanleitung verfügbar
- Anleitung für die Systemkonfiguration
- Unterschiedliche Rollen und Rechte für die Benutzer

3.2.8 Funktionalität

In der Kategorie „Funktionalität“ wird die, von dem MES bereitgestellte Funktionalität untersucht.

Feinplanung und Steuerung

In dieser Kategorie werden die Planungsoptionen für die konkrete Umsetzung der von dem ERP-System gesteckten Rahmenbedingungen bewertet:

- Zeitliche Planung von Arbeitsschritten
 - Automatische Belegungsplanung in Abhängigkeit der Aufträge und Ressourcen.
 - Berücksichtigung der Personalkapazität bei der automatischen Planung.
 - Berücksichtigung von Kriterien wie Kapazitätsauslastung oder Termineinhaltung bei der automatischen Planung.
 - Es lassen sich pro Arbeitsplatz unterschiedliche Schichtsysteme definieren.
 - Möglichkeit die Schichtsysteme temporär zu ändern.
 - Berücksichtigung von Feiertagen oder betriebsbedingten Ruhetagen.
 - Einfache Abhängigkeiten wie Vorgänger und Nachfolger bei der Planung der Arbeitsschritte.
 - Komplexe Abhängigkeiten für die Montage von Baugruppen.
 - Berücksichtigung der Verfügbarkeit von benötigten Ressourcen für die Durchführung.
- Ressourcenverwaltung
 - Überwachung des Zustands der primären Ressourcen (Maschinen).
 - Verwaltung von Hilfsmitteln wie Werkzeugen, Behältern und Hilfsstoffen.
- Steuerung der Produktion

- Steuerung der Maschinen über Standardschnittstellen
- Überwachung der Produktion
 - Anzeige aktueller Fortschrittmeldungen der Arbeitsschritte
 - Anzeige der Verzögerung einzelner Arbeitsschritte und ganzer Fertigungsaufträge
- Warnhinweise und Korrekturfunktion
 - Ressourcenengpässe
 - Maschinenausfälle und -störungen
 - Automatische Erkennung von Abweichungen des Ist-Zustands von der Planung.
- Priorisierung von Aufträgen
- Simulation
 - Simulation von Planungsalternativen
 - Vergleich einer Simulation mit der realen Situation
 - Vergleich von unterschiedlichen Simulationen
 - Simulationen durch mehrere Benutzern gleichzeitig möglich

Personalmanagement

Zum Personalmanagement gehört zum Einen die Organisation von Personal in Abhängigkeit zu der benötigten Kapazität und zum Anderen die Erfassung der An- und Abwesenheitszeiten.

- Personalverwaltung
 - Erfassung des Personals mit Standort und Kostenstelle
 - Verwaltung der Qualifikation der Mitarbeiter
- Personaleinsatzplanung
 - Unterstützung von Schichtsystemen
 - Unterstützung der Qualifikation von Mitarbeitern bei der Planung

- Zeiterfassung
 - Elektronische Zeiterfassung mit Stundenbögen
 - Elektronische Zeiterfassung mit Chipkarten
 - Abgleich der Zeiterfassung mit der geplanten Arbeitszeit
- Zeitwirtschaft
 - Unterstützung von Zeitkonten zur Verwaltung der Arbeitszeit
 - Verwaltung von Überstunden
 - Unterstützung von unterschiedlichen Arbeitszeitmodellen (Festzeit, Gleitzeit)
 - An- und Abwesenheitsübersicht von Mitarbeitern
- Zutrittskontrolle
 - Verwaltung von Zutrittsberechtigungen
 - Anbindung der Zutrittskontrolle an das Personalmanagement.

Datenerfassung und -verarbeitung

In dieser Kategorie werden die Möglichkeiten zur Datenerfassung bewertet. Es wird untersucht, in wie weit die Erfassung dabei automatisiert ist und an welchen Stellen eine manuelle Einpflege der Daten notwendig ist. Die Datenerfassung dient dazu, den aktuellen Fortschritt überprüfen zu oder auf Störungen reagieren zu können.

Dazu werden die folgenden Punkte bewertet:

- Betriebsdatenerfassung (BDE)
 - Erfassung von Auftragsmengen
 - Erfassung von Auftragszeiten und Fortschritt
 - Erfassung des Ressourcenverbrauchs
 - Unterstützung von Eingabeterminals für die Betriebsdatenerfassung
- Maschinendatenerfassung (MDE)
 - Echtzeiterfassung der Maschinendaten (Monitoring)

- Erfassung von Produktions-, Wartungs und Ausfallzeiten
- Werkzeuge zur Analyse von Ausfällen und Engpässen (Schwachstellenanalyse)
- Qualitätsdatenerfassung
 - Erfassung von Ausschussware
 - Anbindung von Qualitätssicherungssystemen
- Aufbereitung der erfassten Daten

Materialmanagement

Im Materialmanagement findet eine Verwaltung der für die Produktion benötigten Rohstoffe und Zwischenprodukte statt. Dazu werden aktuelle Daten im Bezug auf Verfügbarkeit und Position der Materialien benötigt.

- Materialverfolgung und Disposition
- Materialinformation und -verfügbarkeit

Reports / Auswertungen

Im Folgenden wird untersucht welche Möglichkeit zur Auswertung der Daten angeboten werden. Zum Einen vorgefertigte Auswertungsoptionen und zum Anderen ob es möglich ist individuelle Auswertungen zu erstellen.

- Export von Auswertungen in lokale Dateien
- Konfiguration des Exportlayouts
- Auswertungsfunktionen
 - Onlineauswertung der aktuellen Meldedaten
- individuelle Auswertungen
 - Editor zum erstellen von individuellen Reports
 - Standard-SQL Unterstützung zur Erstellung individueller Reports

3.2.9 Benutzerfreundlichkeit

Unter Benutzerfreundlichkeit wird untersucht wie gut die vorhandenen Daten für den Benutzer aufbereitet und präsentiert werden und wie einfach die Interaktion für den Benutzer gestaltet ist. Zudem wird untersucht welche Unterstützung dem Benutzer für die Verwendung in Form von Hilfefunktionen, Handbüchern oder Wizards angeboten wird.

Im Einzelnen gliedern sich diese Punkte in:

- Übersichtlichkeit
 - Übersichtliche, nicht überladene Oberfläche
 - Funktionen schnell und einfach erreichbar
- Bedienbarkeit
 - Wizards für die Menüführung
 - Intuitive Benutzung ohne Lesen des Handbuchs möglich
 - Alle Funktionen über eine Anwendung erreichbar
 - Shortcuts für wichtige Funktionen
- Dokumentation
 - Beschreibung aller Funktionen im Benutzerhandbuch
 - Hilfefunktion
- Unterstützung von Mehrsprachigkeit
- Konfigurierbarkeit
 - Benutzerdefinierte Konfiguration der Oberfläche möglich

4 PSI

4.1 Allgemeines

4.1.1 Hersteller

PSImes ist ein Manufacturing Execution System der PSI Production GmbH. Die PSI Production GmbH ist ein Tochterunternehmen der berliner PSI AG, die 1969 gegründet wurde und auf die Integration von Softwarelösungen und kompletten Systemen für Energieversorger, Industrie und Infrastrukturbetreiber in den Bereichen Kommunikation, Verkehr und Sicherheit spezialisiert ist.

Die PSI AG beschäftigt aktuell 1100 Mitarbeiter an elf deutschen und sieben internationalen Standorten in Europa und Asien.

4.1.2 System

Standardmäßig liefert PSImes die Komponenten Projektmanagement, Personaleinsatzplanung, Leitstand, Betriebsdatenerfassung / Maschinendatenerfassung und Personalzeitverwaltung / Zutrittskontrolle (Siehe [Unterunterabschnitt 4.1.4](#) und [Unterabschnitt 4.2](#)). Diese Komponenten lassen sich allerdings bei Bedarf problemlos austauschen, da eine Integration anderer Systeme über Schnittstellen möglich ist.

4.1.3 Architektur und Technologie

PSImes ist stark modularisiert aufgebaut und ermöglicht die individuelle Zusammenstellung von einzelnen Komponenten. Die von PSI entwickelten Einzelkomponenten (Siehe [Unterunterabschnitt 4.1.4](#)) lassen sich bedarfsgerecht zu einem Gesamtsystem zusammenfügen. Es lässt sich nahtlos in bestehende Strukturen integrieren und bie-

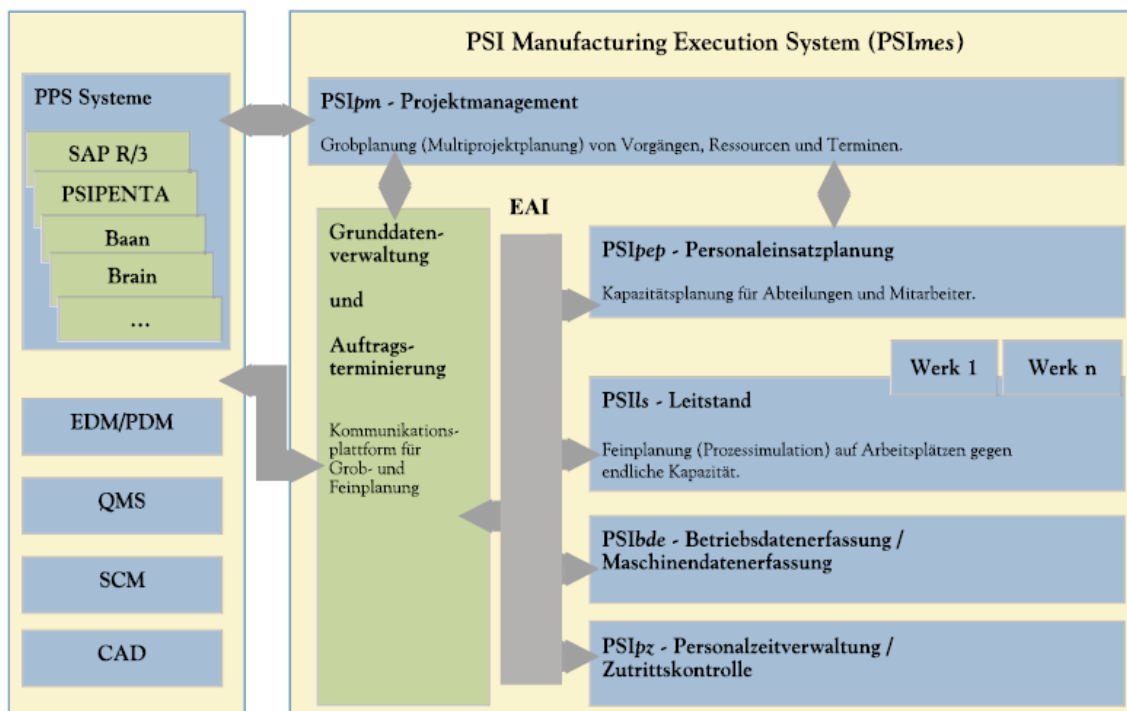


Abbildung 2: PSImes Übersicht

tet durch offene Schnittstellen die Möglichkeit zur Anbindung von Systemen anderer Hersteller oder eigenen Entwicklungen.

4.1.4 Verfügbare Komponenten des Herstellers

Personaleinsatzplanung (PSIpep) -

In der Personaleinsatzplanung werden Mitarbeiter und Mitarbeitergruppen verwaltet. Die Mitarbeiter werden zunächst eindeutig über eine eindeutige Personalnummer identifiziert und verfügen über einige grundlegenden Eigenschaften. Dazu zählen die Kostenstelle, der Standort und die Brutto- und Nettokapazität die über die Regelarbeitszeit sowie Abwesenheitszeiten und Gleitzeitplanung bestimmt werden. Mitarbeitergruppen können benutzt werden um mehrere Mitarbeiter zusammenzufassen und z.B. einer Kostenstelle oder einem Standort zuzuordnen.

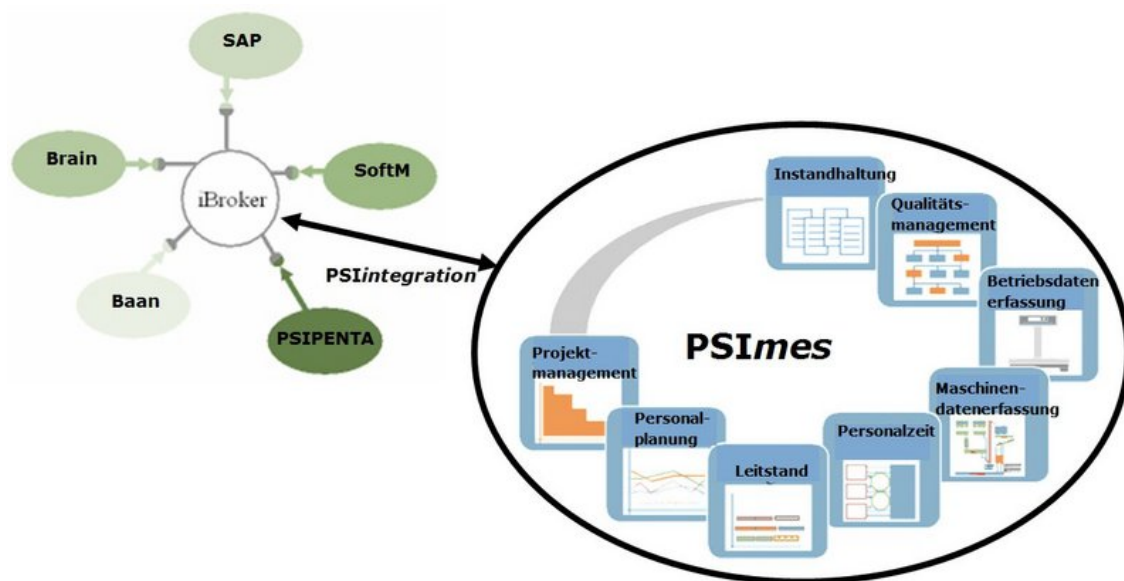


Abbildung 3: PSI Komponenten Übersicht

Um den Bedarf zu modellieren, lassen sich Projekte anlegen und verwalten. Für die Verwaltung der Projekte wird zwischen internen und externen Projekten unterschieden. Interne Projekte werden dabei komplett von PSI gepflegt, externe Projekte können dagegen über eine Schnittstelle übernommen werden. Um in diesem Fall die Daten konsistent zu halten, werden Änderungen innerhalb externen Projekte verboten.

Die Mitarbeiter oder Mitarbeitergruppen werden mit Information über ihre Qualifikation verwaltet. So kann bei der Planung von Arbeitsgängen direkt berücksichtigt werden, welche Mitarbeiter für eine Aufgabe eingesetzt werden können.

Mit diesen Informationen lassen sich die Projekte sehr feingranular in Netzplänen strukturieren und man erhält schon bei der Planung ein sehr genaues Bild davon, wie sich der Bedarf zeitlich verteilt und auf welche Kostenstellen er abzurechnen ist.

Für Auswertungen werden die Daten von PSI pep in eine Reportdatenbank geschrieben auf der sich Auswertungen erstellen lassen. Standardmäßig werden einige Reports auf der Basis von Crystal Reports mitgeliefert. Eine Lizenz für Crystal Reports

ist laut Hersteller für den Anwender erst dann erforderlich, wenn eigene Reports erstellt oder mitgelieferte Reports geändert werden sollen.

Leitstand (PSIls) - Der PSI Leitstand unterstützt die Feinplanung und Steuerung der Produktion. Durch Simulation und Vergleich verschiedener Varianten wird dem Benutzer ermöglicht sich auf eine optimale Variante festzulegen. Auf der einen Seite können die in einem ERP- oder PPS-System geplanten Aufträge in den Leitstand übernommen werden um die Feinplanung durchzuführen. Auf der anderen Seite können aktuelle Fortschrittmeldungen aus der Produktion von der Betriebsdatenerfassung übernommen und wiederum an das PPS-System übertragen werden. So bildet der Leitstand die Verbindung zwischen der grobgranularen Planung der ERP- und PPS-Systeme und der Echtzeitdatenerfassung der Maschinen, die in der Produktion eingesetzt werden und ermöglicht dabei eine sehr genaue Produktionsplanung unter Berücksichtigung aller benötigten Ressourcen.

Betriebsdatenerfassung (PSIbde) - Die Betriebsdatenerfassung (PSIbde) unterstützt die Erfassung aller Ereignisse, die für den Auftragsfortschritt bedeutend sind und liefert dabei alle Informationen über den aktuellen Zustand der Fertigung im Bezug auf Fertigungsaufträge, Maschinen oder Arbeitsplätze.

Maschinen-Ausfallzeiten werden explizit in PSIbde verwaltet und erfasst, wobei zu der Erfassung spezielle BDE-Stempelungen dienen. So kann PSIbde direkt mit der Maschinendatenerfassung (MDE) betrieben werden, wobei die Maschinenereignisse die BDE-Stempelungen erzeugen.

Personalzeiterfassung (PSIpz) - Durch elektronische Stempelung unterstützt PSI Personalzeit die Auswertung der Arbeitszeiten, so dass ein aufwändiges Auswerten von beispielsweise manuell erfassten Stemplekarten nicht mehr notwendig ist.

Bei allen Stempelungen wird eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt, so dass alle fehlerhaften Eingaben direkt zurückgewiesen werden können.

Diese elektronische Erfassung vermeidet Eingabefehler, bietet eine minutengenaue

Zeiterfassung und ein direktes Einsehen in aktuelle Zeitsalden, zudem wird ermöglicht tatsächliche Arbeitszeiten mit einem vorgesehenen Arbeitszeitmodell abzugleichen.

Aus den verarbeiteten Stempelungen ermittelt PSI pz alle für die Lohnabrechnung notwendigen Daten. Über eine konfigurierbare Schnittstelle ist es möglich diese Daten an ein angeschlossenes Lohn- oder Gehaltssystem für eine direkte Lohnabrechnung zu übertragen.

Zudem stehen an den einzelnen Arbeitsplätzen folgende Statistiken und Auswertungen zur Verfügung:

- Stempelungslisten für Mitarbeiter
- Monatsjournal für Mitarbeiter mit Nachweis von An- und Abwesenheiten und Salden zur Information und Selbstkontrolle
- Persönliche Monatsübersicht mit Übersicht über Anwesenheitszeiten, Bezugsarten, Kontobuchungen und Kontosalden einer Person in einem bestimmten Zeitraum

4.1.5 Verbreitung

PSI kommt in über 500 Unternehmen zum Einsatz, darunter befinden sich überwiegend mittelständische Betriebe der Fertigungsindustrie, aber auch Branchengrößen aus Energieversorgung, Produktion, Automotive, Kommunikations- und Infrastrukturmanagement.

4.1.6 Systemanforderungen

Die von PSI bereitgestellten Komponenten (Siehe [Unterunterabschnitt 4.1.4](#)) wurden für Windows 2000 und Windows XP entwickelt und können nur unter diesen Be-

triebssystemen eingesetzt werden. Einige der Komponenten benötigen des weitem die Installation des Microsoft .NET Frameworks 2.0.

Für die Speicherung der Daten kann entweder eine ORACLE oder Microsoft SQL Server Datenbank eingesetzt werden, die für eine erfolgreiche Installation bereits verfügbar sein muss.

Als Hardwareanforderung wird vom Hersteller mindestens ein Pentium III mit 600MHz, 256RAM und eine Festplattenkapazität von 4GB angegeben.

Der PSI Leitstand setzt zudem eine funktionstüchtige Konfiguration der Netzwerkkomponenten voraus.

4.1.7 Integrationsmöglichkeiten

Für die Anbindung und Integration von ERP-Systemen bietet PSI Mes eine standardisierte Schnittstelle (M95) an, dadurch ist die Anbindung aller ERP-Systeme möglich die diese Schnittstelle unterstützen.

Zur Integration der Maschinendatenerfassung wird die Standardschnittstelle S95 angeboten, die hier die Integration aller Komponenten ermöglicht, die über diese Schnittstelle anzubinden sind.

4.2 Funktionalität

PSI bietet mit dem Projektmanagement und der Personaleinsatzplanung Betriebsübergreifende Planungsoptionen, während sich mit dem PSI Leitstand eine sehr detaillierte Feinplanung der einzelnen Arbeitsgänge für einen speziellen Betrieb durchführen lässt.

Der PSI Leitstand ist das Werkzeug zur Feinplanung, Auftragssteuerung, Durchsetzung und Überwachung der Fertigung und zugehörigen Fertigungsterminen.

Die Rahmenbedingungen werden durch die Grobplanung aus dem vorgelagerten

ERP-/PPS-System übernommen. Die genaue zeitliche Einplanung der benötigten Ressourcen und Arbeitsgänge wird in dem Leitstand durchgeführt, wobei innerhalb dieser Feinplanung die durchzuführenden Arbeitsgänge unter Berücksichtigung logischer und zeitlicher Abhängigkeiten eingeplant werden können. Dabei ist durch eine durchgängige Datenerfassung die Einsicht des aktuellen Ist-Zustands, sowie Auswirkungen auf die Gesamtplanung möglich. Es lassen sich Abweichungen zwischen geplanten Terminen und dem tatsächlichem Fortschritt erkennen, so dass frühzeitig Probleme erkannt und entgegen gesteuert werden kann.

Für die zeitliche Planung bietet der PSI Leitstand die Möglichkeit einen oder auch mehrere *Kalender* zu erstellen. In einem Kalender können allgemein geltende Feiertage oder betriebspezifische Ruhetage definiert werden. So können zum Einen für jeden einzelnen Betrieb oder auch auf Abteilungs- oder Gruppenebene Ruhetage angelegt werden und zum Anderen Feiertage für einzelne Länder und Bundesländer definieren werden.

Um für eine Konsistenz dieser Informationen innerhalb der angeschlossenen Module zu sorgen, wird die Möglichkeit angeboten bestehenden Kalender aus dem PSI Projektmanagement oder einer anderen Komponente über die bereitgestellte Schnittstelle zu importieren.

Für die Planung der Kapazitäten von Arbeitsplätzen und Maschinen werden *Kalenderinträge* in Form von *Schichtmodellen* angelegt. Mit diesen Schichtmodellen lassen sich genau Anwesenheit- bzw. Arbeitszeiten sowie eingeplante Pausen oder Wartungsphasen abbilden.

Die Schichtmodelle dienen hier für die längerfristige Planung der Verfügbarkeit von Arbeitsplatz- und Maschinenkapazitäten und werden standardmäßig für einen unbeschränkten Zeitraum einem Arbeitsplatz zugeordnet. Es ist auch möglich temporär auf ein anderes Schichtmodell umzustellen, um so für einen definierten Zeitraum mehr oder weniger verfügbare Kapazität zu erhalten. So kann einfach auf kurzzeitige Schwankungen reagiert werden.

Des weitern lassen sich einmalige Ereignisse anlegen, womit es möglich ist Überstun-

den, Krankheit oder Ausfälle in der Planung abbilden zu können. Diese Ereignisse haben dabei direkte Auswirkung auf die Produktions- und Terminplanung.

Für die Kapazitätsplanung der verfügbaren Maschinen können Sperrungen angelegt werden, um vorgesehene Wartungen und Instandhaltungen der Maschinen in die Planung mit einbeziehen zu können. Die Integration der Maschinendatenerfassung in den PSI Leitstand ermöglicht Störungs- oder Ausfallmeldungen von Maschinen direkt in der Terminplanung abbilden zu können. Wird der Ausfall oder die Störung einer Maschine von der Maschinendatenerfassung gemeldet, so fällt zum Einen die entsprechende Kapazität für die Dauer des Ausfalls aus und zum Anderen kann eine notwendige Reparaturphase eingeplant werden, welche die Ausfallzeit weiter erhöht.

Für die Produktionsplanung werden in dem PSI Leitstand einzelne Arbeitsplätze angelegt und verwaltet. Bei der Verwaltung von Arbeitsplätzen ist es möglich homogene oder inhomogene Gruppen von Arbeitsplätzen in *Belegungseinheiten* logisch zusammenzufassen. Für die zeitliche Planung eines Arbeitsplatzes wird diesem ein Kalender (siehe oben) zugeordnet, der in Abhängigkeit zu dem gewählten Schichtmodell, Feiertagen und Wartungen die Verfügbarkeit des Arbeitsplatzes beschreibt.

Fertigungsaufträge werden für die Feinplanung in einzelne *Arbeitsgänge* unterteilt. Die Durchführung der einzelnen Arbeitsgänge wird innerhalb der Feinplanung auf den Arbeitsplätzen eingeplant, die die benötigten Voraussetzungen zur Durchführung erfüllen.

Bei der Planung der einzelnen Arbeitsgänge lassen sich Abhängigkeiten verschiedener Arbeitsgänge abbilden. Dafür können einfache Vorgänger- und Nachfolgerabhängigkeiten modelliert und in einer Übersicht eingesehen werden (siehe [Abbildung 4](#)), aber auch komplexe Abhängigkeiten in Form von Strukturdiagrammen (siehe [Abbildung 5](#)) erstellt werden, die z.B. für die Fertigung kompletter Baugruppen notwendig sind.

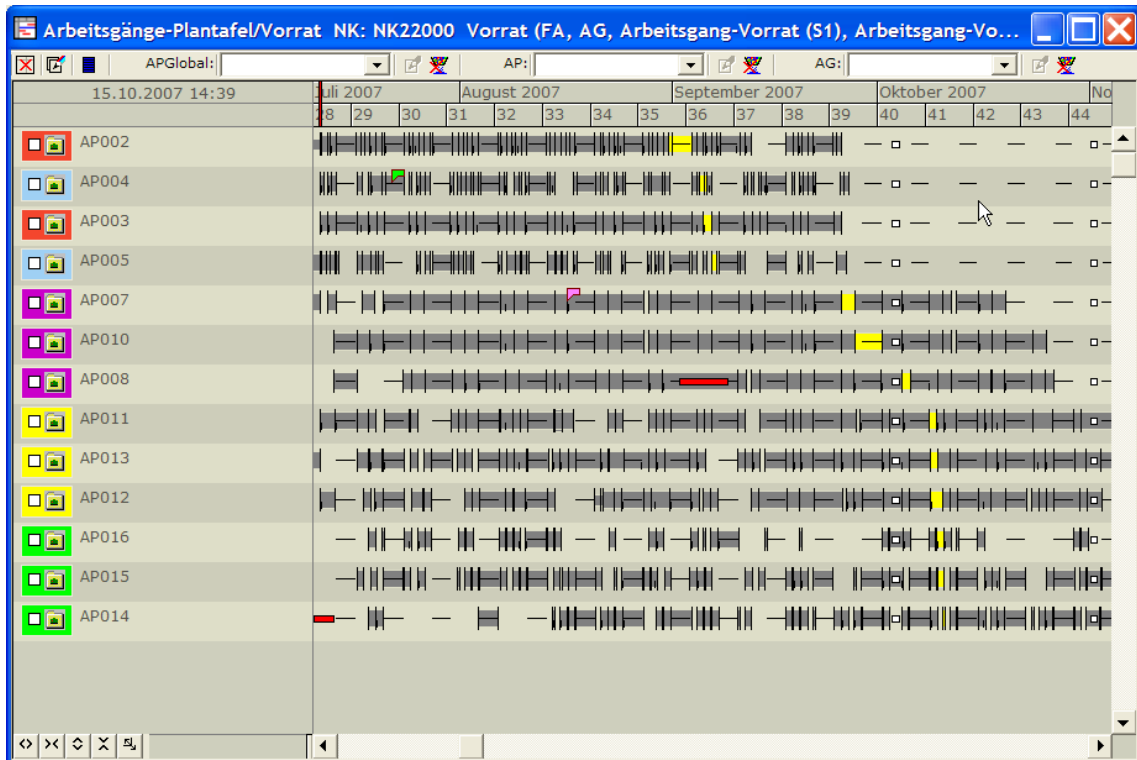


Abbildung 4: Abhängigkeit von Arbeitsgängen

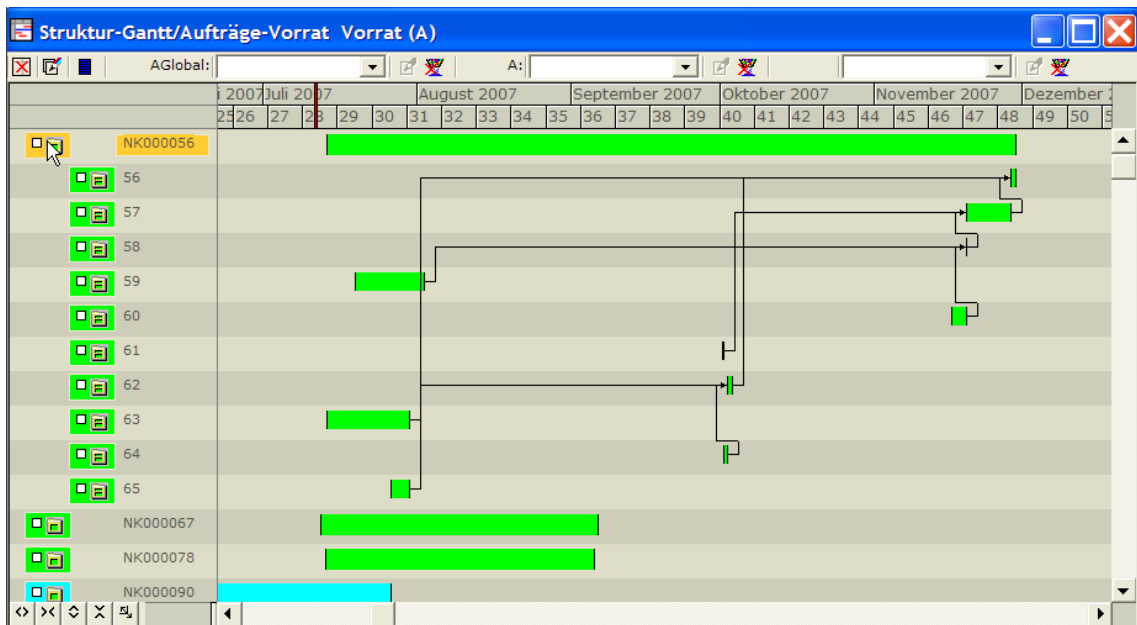


Abbildung 5: Struktur-Gantt

Informationen über die benötigten Ressourcen zu einem Arbeitsgang sind in der Regel Bestand der Arbeitsplandaten und werden aus dem ERP-System mit geliefert. Innerhalb des Leitstands ist es dabei zudem möglich, benötigte Ressourcen nachträglich anzulegen oder zu verwalten.

Für jeden Arbeitsgang wird definiert welche *Ressourcen* in welchem Umfang bzw. welcher Menge für die Durchführung des Arbeitsgangs verfügbar sein müssen. Die benötigten Ressourcen können hier z.B. Material, Werkzeug oder Personal sein.

Ressourcen werden im Bezug auf die jeweils verfügbare Stückzahl und den Bedarf eingeplant. Der Bedarf einer Ressource ergibt sich direkt aus den vorgesehenen Arbeitsgängen und den dafür benötigten Ressourcen. Dadurch, dass die Arbeitsgänge in einem zeitlichen Ablauf geplant werden ergibt sich für die Planung der Ressourcen ebenfalls ein Bedarf im Bezug auf die Zeit. Es lässt sich also erkennen, zu welchen Zeitpunkten welchen Ressourcen benötigt werden, ob die vorhandenen Ressourcen innerhalb der Fertigung ausgelastet werden und ob für eine gewählte Planung genügend Ressourcen verfügbar sind. So lassen sich bereits bei der Planung der Arbeitsgänge Probleme vermeiden die z.B. dadurch entstehen, dass entweder zu einem bestimmten Zeitpunkt oder generell nicht genug Werkzeuge, Maschinenkapazität oder Material vorhanden ist.

Die Verfügbarkeit der einzelnen Ressourcen im Bezug auf die zeitliche Planung lässt sich in dem PSI Leitstand in einem gesonderten Kapazitäts-Gebirge darstellen (siehe [Abbildung 6](#)). In dieser Ansicht lässt sich genau der Bedarf und die Auslastung einer Ressource erkennen. Für die Einplanung der Ressourcen werden zwei Optionen zugelassen:

- **Überlastung einer Ressource zulassen** - In dem Beispiel von [Abbildung 6](#) wurde eine Überbelastung der Ressource zugelassen. Zu erkennen ist das an den Balken, die den Verfügbarkeitswert von eins zu einigen Zeitpunkten überschreiten.

Sinnvoll ist diese Option für eine längerfristige Planung oder die Planung einer Fertigung mit restriktivem Zeitlimit. Es lässt sich an dieser Darstellung er-

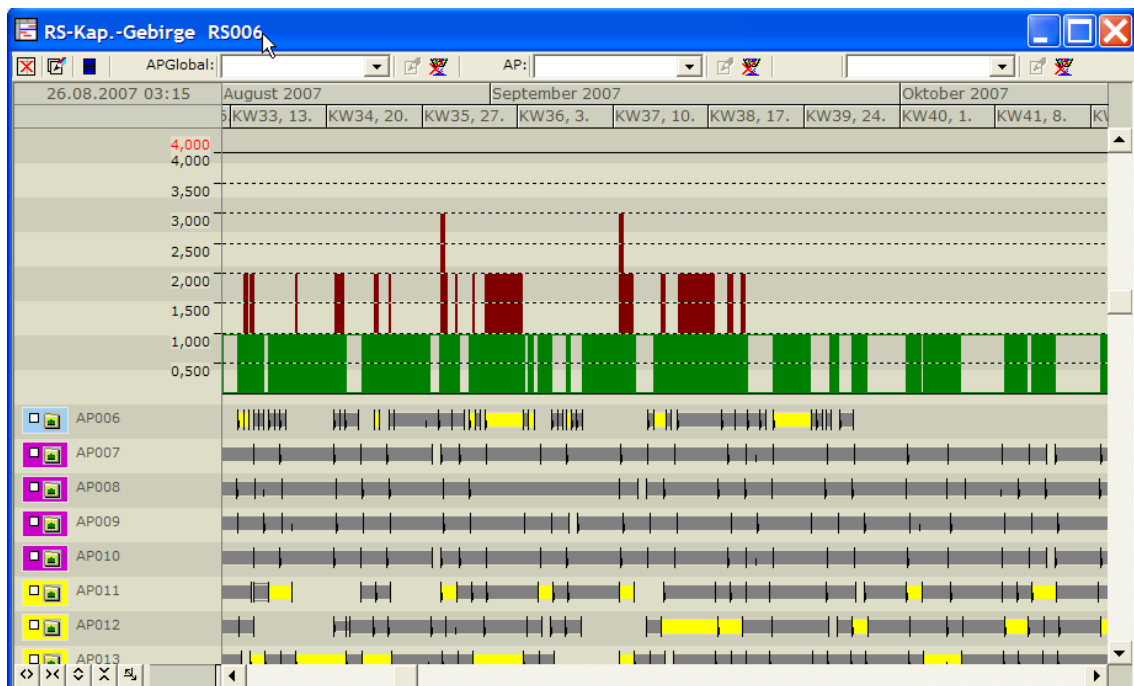


Abbildung 6: Ressourcen-Gantt

kennen, dass für die Planung nicht genügend Ressourcen verfügbar sind und entsprechend reagiert werden muss. Das kann entweder durch die Bereitstellung zusätzlicher Ressourcen wie z.B. Zeitarbeiter oder der Beschaffung weiterer Werkzeuge und Materialien erfolgen oder sofern möglich durch eine zeitliche Umstellung der Arbeitsgänge, die diese Ressource benötigen.

- **Strikte Planung gegen die Verfügbarkeit einer Ressource** - In dieser Einstellung ist es nicht mehr möglich Arbeitsgänge einzuplanen, wenn die benötigten Ressourcen nicht in ausreichendem Maß verfügbar sind. Diese Planung in Abhängigkeit zu den vorhandenen Ressourcen kann allerdings dazu führen, dass Arbeitsgänge erst zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden können, wenn die benötigten Ressourcen verfügbar sind. Das Problem was hier offensichtlich entsteht ist, dass sich die Gesamtplanung nach hinten verlagert und eventuell Liefertermine nicht gehalten werden können.

In einigen Fällen muss dies allerdings in Kauf genommen werden, da nicht jede benötigte Ressource beliebig schnell beschafft werden kann, das trifft vor allem

auf Spezialwerkzeug oder besonders ausgebildetes Personal zu.

Bei der genauen Ablaufplanung der einzelnen Arbeitsgänge bietet der PSI Leitstand dem Benutzer Unterstützung und Form einer automatisierten Planung. Es kann dabei zwischen der vollständig manuellen, einer halbautomatischen und einer vollautomatischen Planung gewählt werden.

Bei der *manuellen Planung* müssen alle Arbeitsgänge per Drag & Drop in der Arbeitsgänge-Plantafel einem Arbeitsplatz zugeordnet und im Bezug auf die zeitliche Planung eingeordnet werden.

Mit der *halbautomatischen Planung* muss der Benutzer ebenfalls die Arbeitsgänge manuell in der Plantafel einsortieren, wird dabei allerdings von dem System unterstützt. Für einen gewählten Arbeitsgang wird dem Benutzer angezeigt an welchem Arbeitsplatz und zu welchem Zeitpunkt sich der entsprechende Arbeitsgang überhaupt einplanen lässt. Die Berechnung der möglichen Positionen des Arbeitsgangs basiert darauf, an welchem Arbeitsplatz die Durchführung im Bezug auf verfügbares Werkzeug oder Maschinen möglich ist, den Abhängigkeiten des Arbeitsgangs zu Anderen in Form von Vorgängern oder Nachfolgern sowie der Verfügbarkeit der benötigten Ressourcen.

Die *vollautomatische Planung* benötigt keine Benutzerinteraktion für das einplanen der einzelnen Arbeitsgänge, diese werden bei der Übernahmen aus dem vorgelagerten ERP-System direkt auf die Arbeitsplätze eingeplant. An welcher Stelle die Arbeitsgänge eingeplant werden basiert hier auf den selben Daten wie die vorgeschlagenen Positionen bei der halbautomatischen Planung. Zu diesen Daten lassen sich weitere Regeln für die automatische Planung definieren, so kann z.B. eingestellt werden, dass neue Arbeitsgänge nur am Ende oder in zeitlich ausreichen große Lücken eingeplant werden dürfen oder ob eine Überlastung von Ressourcen zugelassen ist.

Der Leitstand bietet für die Planung von Alternativen einen *Simulationsmodus*, mit dem es möglich ist simulierte Planungen mit der realen Situation oder anderen Simulationsdaten zu vergleichen.

Innerhalb dieser Simulationen ist es möglich alle Daten und Einstellungen der realen

Planungssituation zu manipulieren, so lassen sich die Auswirkungen von Änderungen auf die Gesamtplanung einsehen und auswerten ohne den laufenden Betrieb zu beeinflussen. Ebenfalls ist es möglich neue Ressourcen zu definieren um z.B. Information darüber zu erhalten, ob sich die Anschaffung einer neuen Maschine oder zusätzlichem Personal im Bezug auf die Auftragslage rentiert.

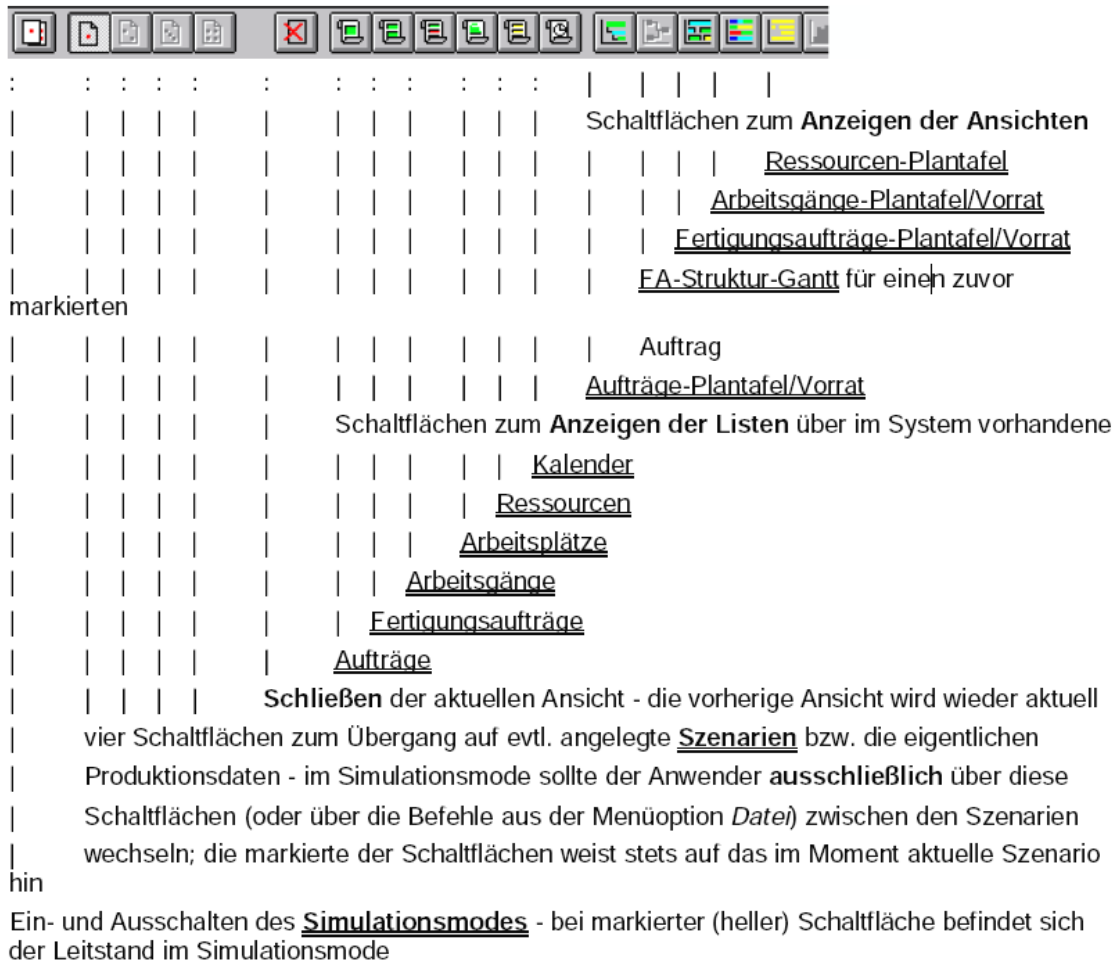
Generell werden für den Simulationsmodus zwei Alternativen angeboten. Zum Einen die Simulation mit Datenübernahme und zum Anderen die Simulation ohne Datenübernahme.

Bei der Simulation mit Datenübernahme werden die aktuellen Daten in die Simulation übernommen und es ist möglich, die im Rahmen der Simulation erstellte Planung anschließend in den Echtbetrieb zu übernehmen. Dazu wird beim Beenden der Simulation gefragt, ob die Simulationsdaten übernommen werden sollen oder ob die Daten verworfen oder archiviert werden sollen. Die Simulation mit Datenübernahmen kann nicht von mehreren Benutzern gleichzeitig durchgeführt werden, die Option wird solange blockiert wie sich ein Benutzer in dem Simulationsmodus befindet. Der Grund dafür ist, dass verhindert werden soll, dass mehrere Benutzer gleichzeitig unterschiedliche Simulationen in den Echtbetrieb übernehmen möchten.

Die Simulation ohne Datenübernahme erzeugt eine Kopie der aktuellen Planungsdaten für die Simulation, kann aber nicht in den Echtbetrieb übernommen werden und dient hauptsächlich zur theoretischen Auswertung von alternativen Optionen. Hier lassen sich unterschiedliche Simulationen durchführen und anschließend vergleichen um so die möglichst beste Alternative für die Fertigung zu finden.

Auf der Basis von archivierten Simulationsdaten lassen sich bis zu vier unterschiedliche Planungen vergleichen, um so eine detaillierte Gegenüberstellung der unterschiedlichen Alternativen zu erhalten.

Die Funktionalität der einzelnen Schaltflächen in der Funktionsleiste des Leitstands:



The screenshot shows a toolbar with 21 icons. Below it is a grid of 21 columns and 12 rows. The grid contains the following text:

:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

markierten

Schließen der aktuellen Ansicht - die vorherige Ansicht wird wieder aktuell

vier Schaltflächen zum Übergang auf evtl. angelegte Szenarien bzw. die eigentlichen Produktionsdaten - im Simulationsmode sollte der Anwender ausschließlich über diese Schaltflächen (oder über die Befehle aus der Menüoption *Datei*) zwischen den Szenarien wechseln; die markierte der Schaltflächen weist stets auf das im Moment aktuelle Szenario hin

Ein- und Ausschalten des Simulationsmodes - bei markierter (heller) Schaltfläche befindet sich der Leitstand im Simulationsmode

Abbildung 7: PSI Funktionsleiste (Quelle: PSI Leitstand Anwender Handbuch)

4.3 Benutzerschnittstelle

Für die Visualisierung der Daten und aktuellen Produktionssituation stehen dem Benutzer unterschiedliche Ansichten zur Verfügung. Die Ansichten lassen sich entweder über das Menü oder eine Schaltfläche in der Funktionsleiste (**Abbildung 7, Abbildung 8**) wechseln. Neben dem Wechseln der Ansichten bietet diese Funktionsleiste dem Benutzer Zugriff auf die grundlegenden Funktionen des Leitstands wie Zugriff auf Kalender, Arbeitsplätze, Arbeitsgänge und Ressourcen oder Datenaktualisierung und Filteroptionen.

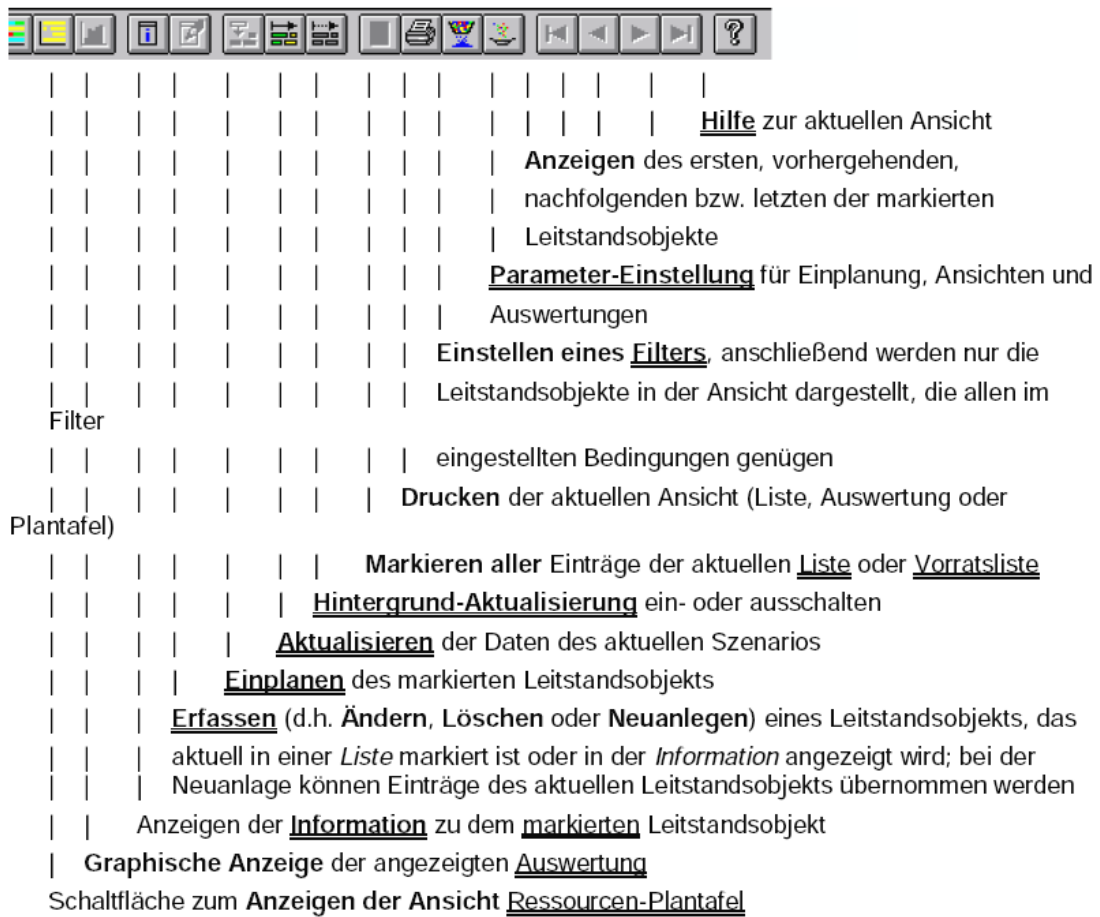


Abbildung 8: PSI Funktionsleiste (Quelle: PSI Leitstand Anwender Handbuch)

In dem Objektbaum (Abbildung 9) können alle vorhandenen Daten eingesehen und bearbeitet sowie neue Objekte erstellt oder importiert werden.

Die einzelnen Datensätze werden hier kategorisiert in einer Baumstruktur dargestellt, so dass ein schnelles und einfaches Auffinden des gewünschten Eintrags ermöglicht wird.

Für die Darstellung eines einzelnen Objekts werden unterschiedliche Ansichten geboten. Eine einfache Darstellung aller vorhandenen Informationen zu dem gewählten Objekt, eine zum bearbeiten der Informationen und eine zum neu Erstellen. Diese Trennung

wird hier vorgenommen, um eine spezielle Abstimmung der jeweiligen Ansicht auf das Vorhaben des Benutzers abzustimmen und unterschiedliche Eingabefelder und Schaltflächen anbieten zu können.

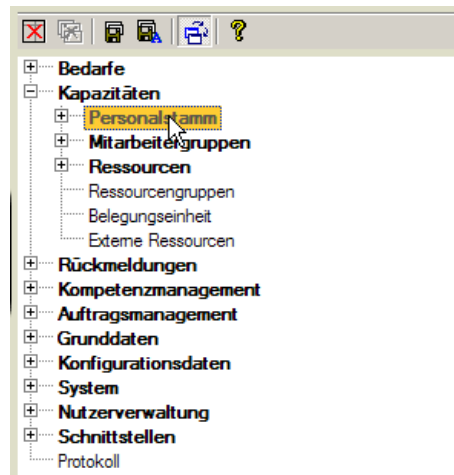


Abbildung 9: Objektbaum

In allen Ansichten wird die Möglichkeit geboten zu ausgewählten Objekten mit einem Rechtsklick ein Kontextmenü anzuzeigen. Hier werden Funktionen zur direkten manipulation des Objekts und vorgefertigte Filteroptionen angeboten. So lässt sich sehr einfach auf die Information eines dargestellten Objekts zugreifen und diese bearbeiten. Es können auf diese Weise direkt die Ressourcenanforderungen eines Arbeitsgangs bearbeitet werden, Schichtmodell für Arbeitsplätze definiert werden oder Wartungszeiten eingetragen werden.

Auch können so direkt Filter ausgewählt werden, so dass z.B. nur alle Arbeitsgänge angezeigt werden, die zu dem selben Auftrag gehören oder die von dem gewählten Arbeitsgang abhängig sind.

Für die Darstellung der aktuellen Fertigungssituation gibt es die Ansicht der Arbeitsgang-Plantafel (Abbildung 11). Hier lässt sich

Planungsstatus des AG	Farbcode
Eingeplant	Yellow
Begonnen /teulfertig	Light Blue
Unterbrochen	Red
Rüsten	Cyan
Material bereitgestellt	Magenta
Freigegeben	Green

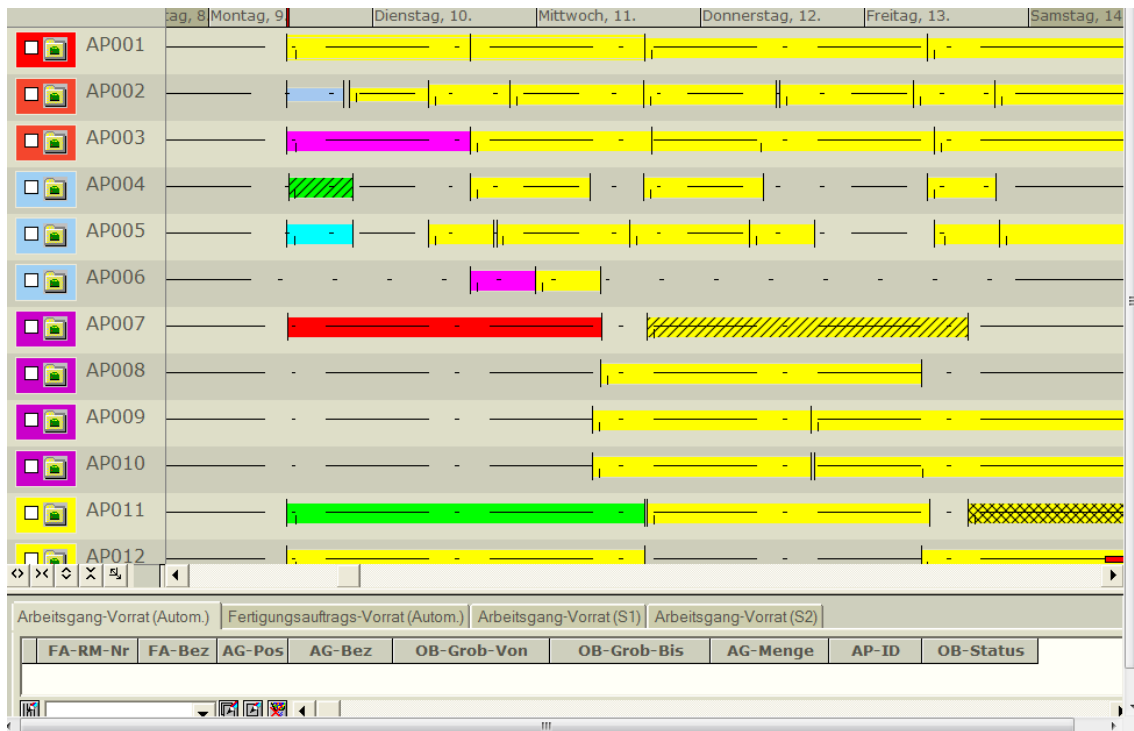


Abbildung 11: PSI Plantafel

durch die Anzeige der Arbeitsgänge in unterschiedlichen Farben schnell erkennen wie weit die Produktion vorgeschritten ist und an welchen Stellen Probleme auftreten.

Aus [Abbildung 10](#) lässt sich entnehmen welche Farbe eines Arbeitsgangs welchen aktuellen Zustand repräsentiert. So lässt sich genau erkennen in welchem Status sich die einzelnen Arbeitsgänge aktuell befinden, vor allem im Bezug darauf, ob sie sich innerhalb der Planung befinden oder Störungen vorliegen und Handlungsbedarf besteht.

Für die farbliche Darstellung der Arbeitsgänge lassen sich neben den in [Abbildung 10](#) aufgeführten Zustandsinformationen weitere Einstellungen definieren.

So kann wie in [Abbildung 12](#) dargestellt werden, welche Arbeitsgänge sich zeitlich noch innerhalb der Planung befinden und welche verspätet sind. Innerhalb der Balken lassen sich durch eine Trennung zwischen oben und unten zwei unterschiedliche

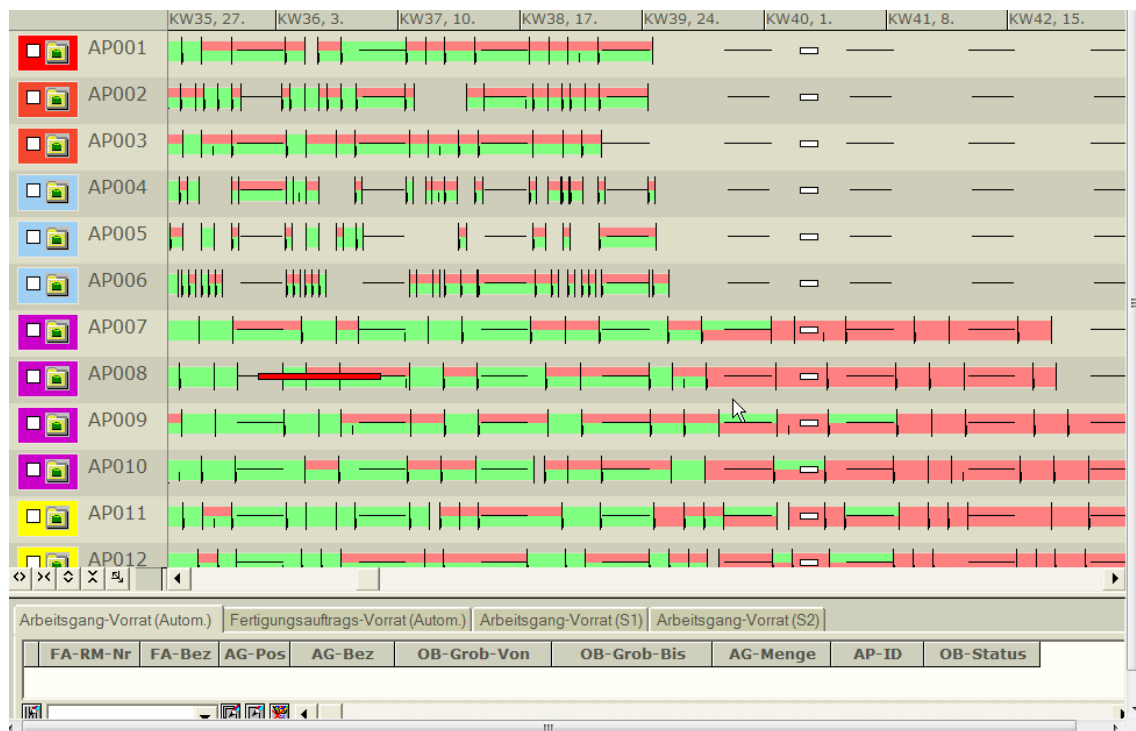


Abbildung 12: Auftrags- und Arbeitsgangverzögerungen

Informationen farblich darstellen. In [Abbildung 12](#) wird hier oben angezeigt ob der komplette Fertigungsauftrag, zu dem der Arbeitsgang gehört, verspätet ist und der untere Teil zeigt ob der konkrete Arbeitsgang verspätet ist. Um für einen konkreten Arbeitsgang feststellen zu können, an welche Stelle das Problem der Verzögerung entsteht lassen sich über eine Kontextansicht alle Arbeitsgänge die nicht zu diesem Fertigungsauftrage gehören ausblenden (siehe [Abbildung 13](#)).

In dieser Ansicht lässt sich einfach erkennen, dass der Fertigungsauftrag bereits bei den ersten zwei Arbeitsgängen verspätet ist, die speziellen Arbeitsgänge aber noch innerhalb der Planung liegen. Die folgenden Arbeitsgänge sind dann allerdings selbst verspätet, also entsteht das Problem zwischen dem zweiten und dritten Arbeitsgang. In dieser Ansicht ist zu sehen, dass auf den Arbeitsplatz *AP008* eine Störung oder Ausfall eingetragen ist was dazu führt, dass dieser und weitere abhängige Arbeitsgänge verspätet sind.

Die Planung der Arbeitsgänge kann in dieser Ansicht einfach per Drag & Drop durch-

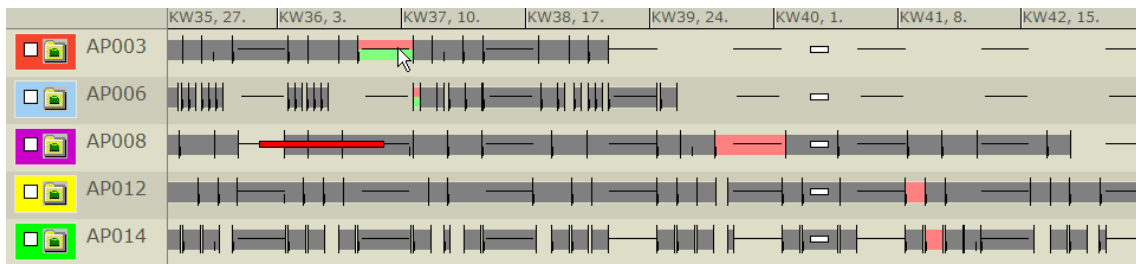


Abbildung 13: Verzögerungsursache

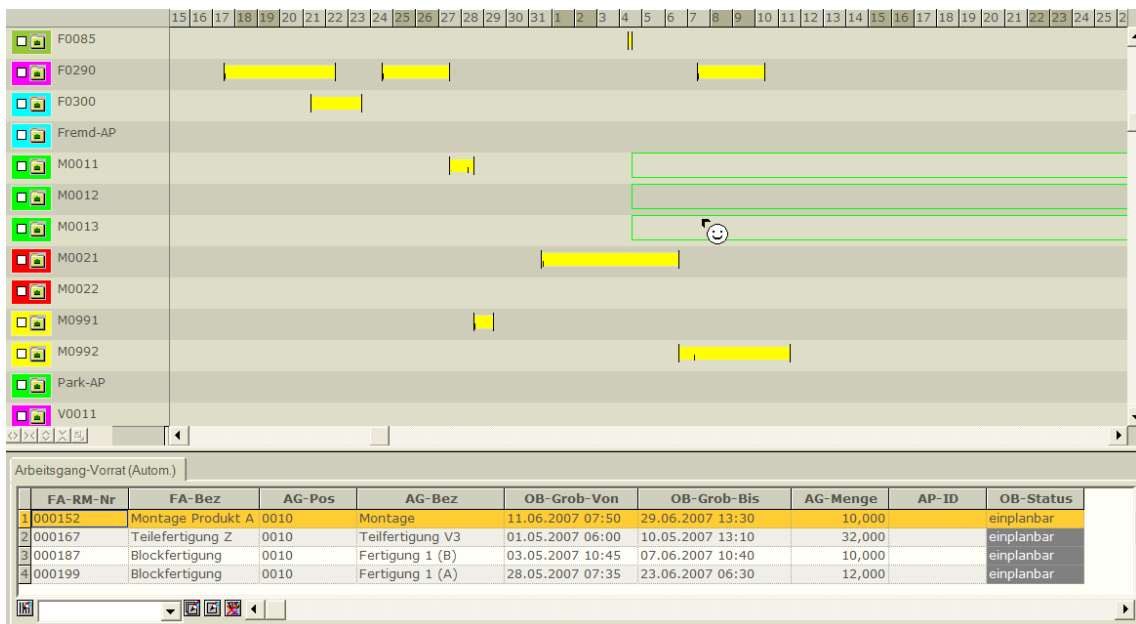


Abbildung 14: Planung der Arbeitsgänge

geführt werden. Im unteren Bereich von **Abbildung 14** wird der Arbeitsgang-Vorrat angezeigt, das sind die Arbeitsgänge die aus dem vorgelagerten ERP-System übernommen wurden aber noch nicht in der Feinplanung eingeplant wurden. Bei der manuellen und halbautomatischen Planung müssen die Arbeitsgänge aus der Vorratsliste in die Plantafel gezogen werden. Bei der halbautomatischen Variante wird dabei, wie in der Abbildung zu sehen ist, mit sog. Dispositionsrahmen angezeigt, zu welcher Zeit und auf welchen Arbeitsplätzen der Arbeitsgang eingeplant werden kann.

4.4 Dokumentation

Für den PSI Leitstand ist ein umfassendes Benutzerhandbuch frei zugänglich. Hier werden die verfügbaren Funktionen umfassend beschrieben, für einzelne Funktionen, wie das Anlegen unterschiedlicher Datensätze wird eine Schritt für Schritt Anleitung angeboten.

Es werden zudem die verfügbaren Systemkonfigurationen beschrieben und die dazugehörigen Möglichkeiten das System auf die eingenen Bedürfnisse anzupassen.

Dieses Handbuch umfasst ebenfalls Beschreibungen über die Möglichkeit weitere Komponenten an den Leitstand zu koppeln.

Für die weiteren Komponenten die von PSI angeboten werden, sind keine Handbücher frei zugänglich. Verfügbar sind an der Stelle nur Funktionsbeschreibungen der Komponenten, die jeweiligen Systemvoraussetzungen und Schnittstellendefinitionen über die Möglichkeiten die jeweilige Komponenten in ein Gesamtsystem zu integrieren.

5 FactoryFramework

5.1 Allgemeines

5.1.1 Hersteller

Das FactoryFramework ist das Manufacturing Execution System von Forcam. Die Forcam GmbH wurde 1986 in Friedrichshafen gegründet und entwickelt seit dem Produktions-Software. Die Entwicklung der MES-Lösung FactoryFramework wurde 2002 begonnen und kam als erstes bei der Daimler AG zum Einsatz. Mittlerweile wird das FactoryFramework von verschiedenen namhaften Unternehmen wie der Audi AG, EADS, MTU Aero Engines, Porsche AG oder der Bosch Rexroth AG eingesetzt. Im Jahr 2006 erhielt Forcam für die erfolgreiche Umsetzung bei Daimler den Innovationspreis vom Wirtschaftsministerium des Landes Baden-Württemberg.

5.1.2 System

Das FactoryFramework ist modular aufgebaut, so dass die verschiedenen Module bedarfsgerecht zu einem Gesamtsystem zusammengestellt werden können. **Abbildung 15** gibt eine Übersicht über die verfügbaren Einzelkomponenten deren Funktionalität in **Unterunterabschnitt 5.1.5** grob beschrieben wird. Das FactoryFramework lässt sich über die SAP Netweaver Plattform an SAP ERP integrieren. Durch ein flexibel konfigurierbares Interface ist es laut Hersteller möglich, das FactoryFramework an ERP Systeme anderer Hersteller zu integrieren.

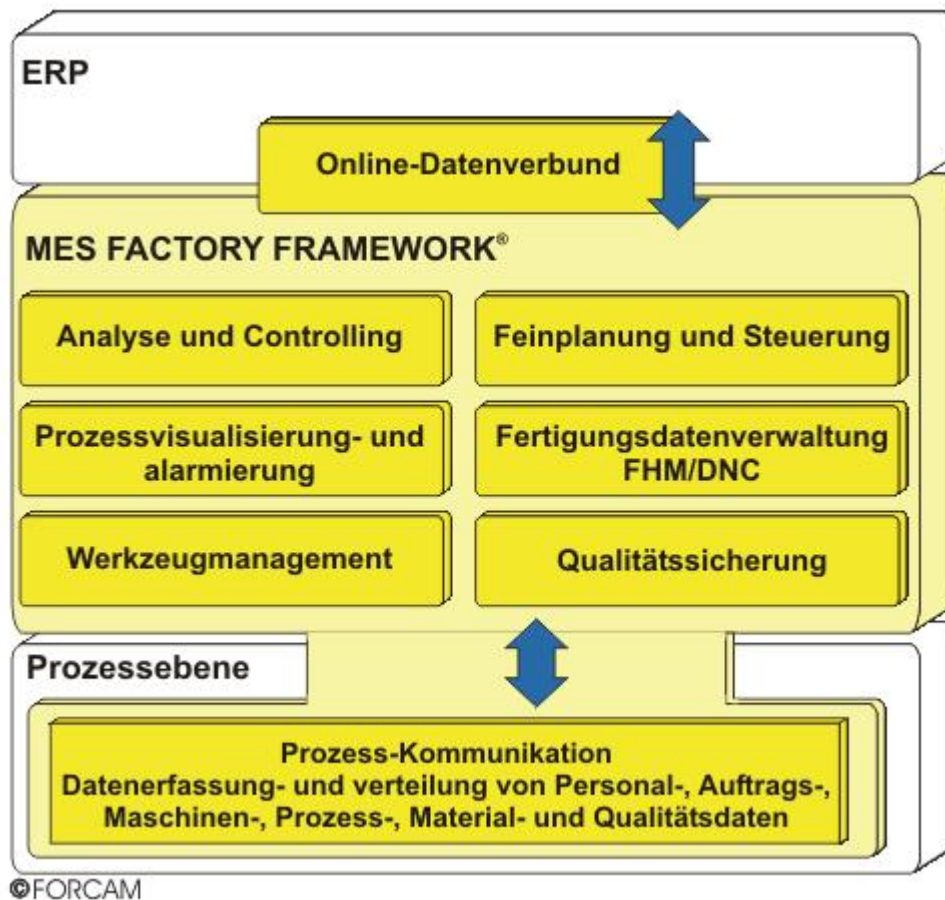


Abbildung 15: FactoryFramework - System Übersicht

5.1.3 Architektur und Technologie

Das FactoryFramework ist eine datenbankbasierte Client/Server Anwendung. Die einzelnen Komponenten sind dabei vollständig in Java implementiert. Die Auslieferung erfolgt mit einer Oracle Datenbank und einem Apache Tomcat Webserver. Je nach Komponente läuft der Client im Internet-Browser oder ist eine eigenständige Anwendung.

Eine eigenständige Anwendung ist beispielsweise der Fertigungsleitstand, dessen Client/Server Schnittstelle auf Java RMI basiert. Die Anwendungslogik wird dabei Serverseitig abgehandelt, während der Client für die Ein- und Ausgabe von Informationen sowie zum Auslösen von Kommandos verwendet wird.

5.1.4 Systemanforderungen

Das FactoryFramework ist für die Windows-Plattform ausgelegt. Als relationale Datenbank wird Oracle 9.2 eingesetzt und der Apache Tomcat als Webserver. Darüber, ob das System auf anderen Plattformen oder Datenbanken einsetzbar ist, macht der Hersteller keine Angaben. Zur Darstellung von Grafiken werden Scalable Vector Graphics (SVG) eingesetzt. Um diese darstellen zu können, wird ein entsprechendes Browser-Plugin vorausgesetzt.

5.1.5 Verfügbare Komponenten des Herstellers

Das MES von Forcam besteht aus folgenden Komponenten:

FACT - Bei dieser Komponente handelt es sich um einen auf das Maschinenumfeld zugeschnittenen Dienst. Auf dem Touchscreen-Terminal wird eine Software angeboten, die den Benutzer bei der Betriebsdaten-, Maschinendaten- und Personalzeiterfassung unterstützt (BDE, MDE, DNC, PZE). Je nach Meldeobjekt beziehen sich diese auf einen Arbeitsplatz (APL), einen Arbeitsvorgang (AVO), eine oder mehrere Personen.

Javis - Prozesssteuerung und Visualisierung. Mit der Webvisualisierung können Ansichten definiert werden, die Grafik-Objekte mit Informationen aus der Datenbank verknüpfen. Die Objekte können dabei zustandsbehaftet sein und entsprechend Form, Farbe und Inhalt verändern. So kann beispielsweise das Maschinen-Monitoring erfolgen. Dem Benutzer stehen dafür eine Reihe von Operationen zur Verfügung. So werden beispielsweise Numerische-Operationen wie Addition, logische Operationen wie "und" oder Vergleichs-Operationen wie "=" oder ">" unterstützt. **Abbildung 16** zeigt ein Beispiel einer Webvisualisierung bei der eine Fertigungshalle mit verschiedenen

Maschinen visualisiert wird. Die Ansicht kann in das Navigationsmenü des FactoryFrameworks integriert werden oder für die Anzeige an Großbildschirmen direkt per URL aufgerufen werden.

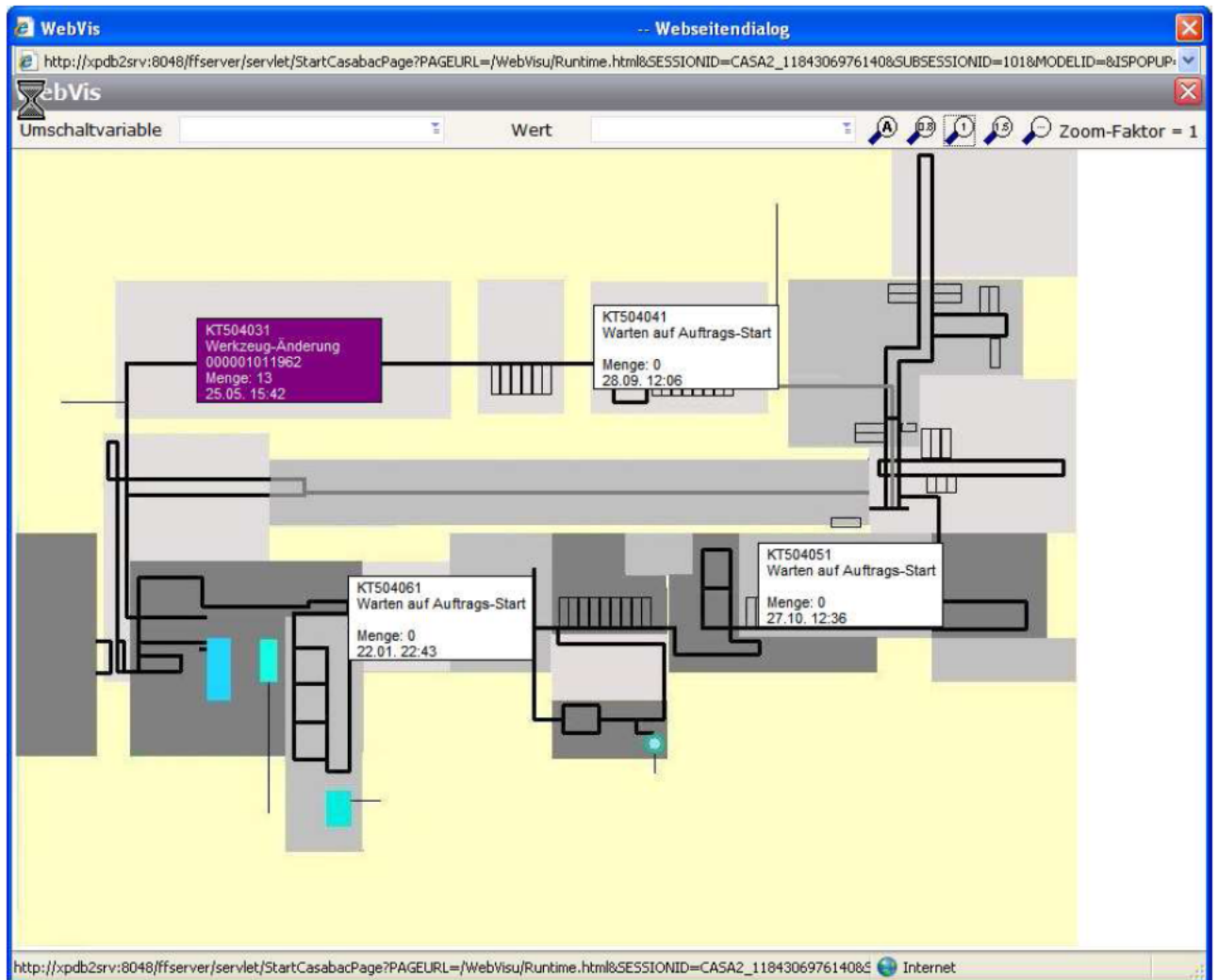


Abbildung 16: FactoryFramework - WebVis

FDM - Die Komponente Fertigungsdatenmanagement dient zur Verwaltung und Archivierung beliebiger Dokumente. Die Komponente soll den Benutzer unterstützen alle relevanten Informationen im Fertigungsdatenmanagement zusammenzuführen, übersichtlich darzustellen und die Suche danach zu vereinfachen. Zudem werden die verwalteten Dokumente automatisch versioniert, so dass eine Nachverfolgbarkeit

von Änderungen gewährleistet wird. Durch eine zusätzliche Lizenz (DNC) können NC-Programme verwaltet und an die Maschine übertragen werden.

FIW - Fertigungsinformationssystem (keine Informationen verfügbar).

FLS - Die rüstoptimierte Feinplanung (Fertigungsleitstand) unterstützt den Benutzer bei der Fertigungsfeinsteuerung. Dazu bestimmt es die Maschinenbelegung der zu planenden Arbeitsplätze unter Berücksichtigung der begrenzten Kapazität. Treten unvorhersehbare Änderungen im Fertigungsumfeld auf (Maschinenstörungen, Eilaufträge), unterstützt der Fertigungsleitstand den Benutzer, optimal auf die veränderte Situation zu reagieren.

5.2 Funktionalität

Fertigungsleitstand Ziel des Fertigungsleitstandes ist es einen machbaren und realistischen Belegungsplan in möglichst kurzer Zeit zu erzeugen. Dies geschieht auf Grundlage der aktuellen Fertigungssituation, in dem der Auftragspool durchsimuliert wird und so die aktuelle Terminalsituation aufgezeigt wird. Die Planungsaktionen sind dabei immer Auftragsbezogen. Entweder werden Aufträge einzeln, in Gruppen oder alle zusammen simuliert.

Für die Simulation (Planung) werden Kopien der Daten im FactoryFramework angefertigt, die zu diesem Zeitpunkt aktuelle Rückmeldungen der MDE-/BDE-Ebene enthalten. Die Simulationsdaten müssen von den Daten entkoppelt werden, da durch Benutzerinteraktionen der Simulationszeitrahmen unbekannt ist. Nach einer durchgeführten Simulation kann der Benutzer die Daten überschreiben, falls sich diese nicht während der Simulation geändert haben.

Zu einer Simulation lassen sich die Belegungen der gewählten Ressourcen in einer Plantafel zeitlich darstellen (siehe [Abbildung 17](#)).

Der Fertigungsleitstand von FactoryFramework bietet ein warteschlangen basiertes

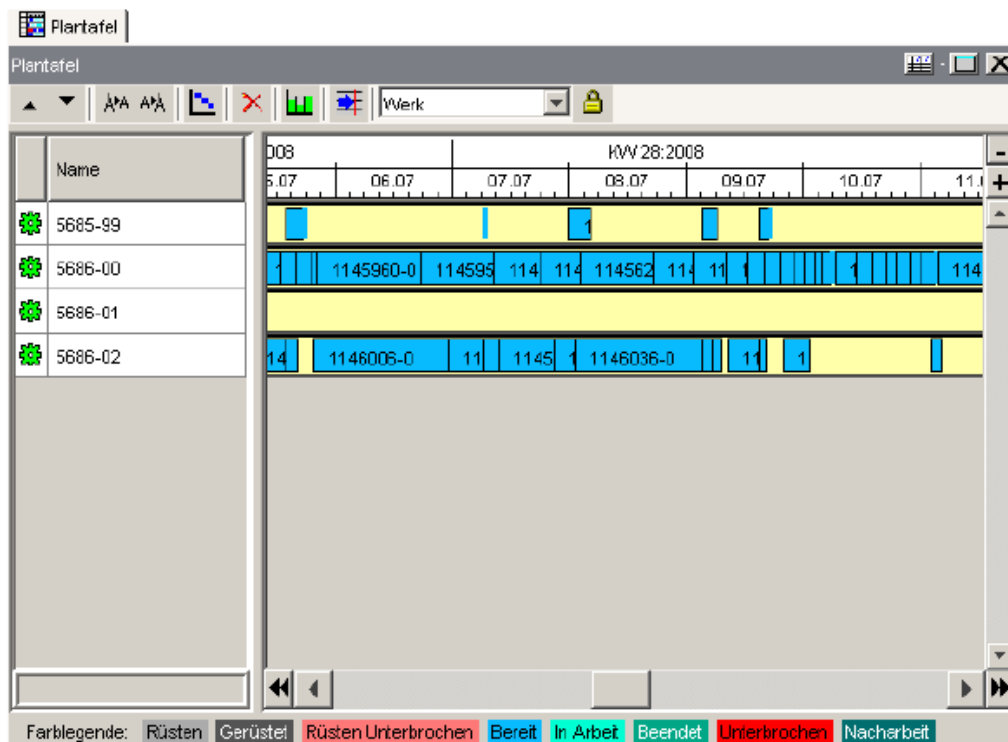


Abbildung 17: FactoryFramework - Plantafel

Planungsverfahren an, um die Reihenfolgenplanung der Arbeitsvorgänge auf den Ressourcen zu bestimmen. Dabei werden verschiedene Möglichkeiten angeboten, um die Arbeitsvorgänge in den Warteschlangen durch Regeln zu priorisieren. Die definierten Prioritätsregeln gelten dabei für alle Ressourcen und können kaskadiert definiert werden. Die Regeln werden dabei der Reihe nach abgearbeitet; sollte eine Regel keine Reihenfolge definieren wird die nächste Regel abgearbeitet. Die folgenden Arten von Prioritätsregeln stehen dabei im FLS zur Verfügung:

- **Auftragspriorität (Eilaufträge)** - Mit dieser Regel können Aufträge in Eilaufträge gewandelt werden, die bevorzugt behandelt werden. Eine weitere Aufteilung gibt es bei dieser Art nicht und müsste ggfs. durch andere, nachgelagerte Prioritätsregeln definiert werden. Es wird also nur zwischen "Eilaufträgen" und "nicht Eilaufträgen" unterschieden.
- **Terminpriorisierung** - Die Regel Terminpriorisierung wird über die Ermittlung der sogenannten "Freien Pufferzeit" umgesetzt. Dabei wird zunächst die Ter-

minreserve zum Endtermin des Auftrags ermittelt und davon die noch durchzuführende Restbearbeitungszeit, der noch durchzuführende AVOs abgezogen. Dadurch findet bei der Priorisierung des AVOs nicht nur eine lokale Terminbetrachtung statt, sondern der noch durchzuführenden Bearbeitungskette, was auf eine globale Priorisierung des Auftrags hinausläuft.

- **Rüstopтимierung** - Für die Rüstopтимierung muss für jeden Arbeitsplatz eine Rüstmatrix definiert und eine zentrale, auf Erfahrungswerten basierende Terminreserve des Fertigungsbereichs angegeben werden.

Die AVO außerhalb der Terminreserve werden grundsätzlich höher priorisiert und nach ihrer Terminreserve sortiert. Die AVO innerhalb der Terminreserve kommen aufgrund ihrer ausreichenden Zeitreserven für eine Rüstopтимierung in Frage.

- **Planauftragsregel** - Diese Regel gewichtet die AVOs von Fertigungsaufträgen automatisch höher als die von Planaufträgen.
- **Alternativressourcen** - Hierbei können alternative AVO definiert werden, die auf verschiedenen, gleichartigen Maschinen gefertigt werden können. Soll bei der Planung ein AVO aus der Warteschlange eingeplant werden, wird jede alternative Ressource geprüft, ob diese stattdessen eingeplant werden kann. Kommen dabei mehrere AVO in Frage, können weitere Regeln (wie frühester Startzeitpunkt / Endzeitpunkt, geringste Dauer, geringste Belastung, höchste Priorität oder niedrigste Rüstzeit) für die Priorisierung definiert werden.

Im FLS können aus den einzelnen Darstellungskomponenten beliebige Oberflächen zusammengestellt werden und als Funktionen abgespeichert werden. Dabei kann das Layout, die Konfiguration sowie Referenzen auf dargestellte Objekte berücksichtigt werden. Die angepassten Oberflächen können dabei systemweit oder benutzerspezifisch zur Verfügung gestellt werden.

Report Das Reportmodul bietet vordefinierte Auswertungen zum Arbeitsplatz, Auftrag, AVO, Material und Personal an. Diese Auswertungen können auf verdichteten

Daten geschehen oder auf aktuellen Meldedaten (Online-Reports). Für die verdichteten Daten existiert zudem ein Report-Editor mit dem eigene Auswertungen erstellt werden können. Dabei werden verschiedene Report-Typen angeboten:

- **SQL-Report** - Ermöglicht eigene tabellarische Auswertungen auf Basis der Datenbanktabellen des FactoryFrameworks. Dabei werden die Standardbefehle von SQL unterstützt. Der Benutzer benötigt allerdings weitreichende Kenntnisse über SQL und das Datenbankschema.
- **Prozessdiagramm-Report** - Zeigt die Prozesswerte eines Arbeitsplatzes als Liniendiagramm (siehe [Abbildung 18](#))
- **Kennwerte Betriebszustand** - Ermöglicht die Auswertung von Betriebszuständen. Die Auswertung kann in Form von Tabellen oder Grafiken erfolgen.

Die Online-Reports dienen zur Übersicht über den aktuellen Status von Arbeitsplätzen, Aufträgen und Personal und/oder zeigen die detaillierten Meldeabläufe über einem begrenzten Zeitfenster als Tabelle oder Grafik.

Die Auswertungsergebnisse können für die Weiterverarbeitung in CSV-Dateien exportiert werden oder als PDF-Bericht gespeichert werden. Für den PDF-Bericht existiert ein Layout-Editor, mit dem das Layout des Dokuments festgelegt werden kann.

Stammdatenverwaltung - Die Stammdaten fundieren als Basis für die anderen Module des FactoryFrameworks und sind unterteilt in folgende Gruppen:

- **Arbeitsplätze** - Ermöglicht die Definition von Arbeitsplätzen/Maschinen und der Zuordnung zu Organisationseinheiten (Hierarchien).
- **Betriebszustände** - Ermöglicht die Definition von Betriebszuständen, Störklassen für die manuelle Klassifizierung und Störgründe für die automatische Störtextinterpretation. Betriebszustände werden für die Auswertung von Maschinen benötigt.
- **Stammdaten** - Ermöglicht die Definition weiterer Daten wie der Personalver-

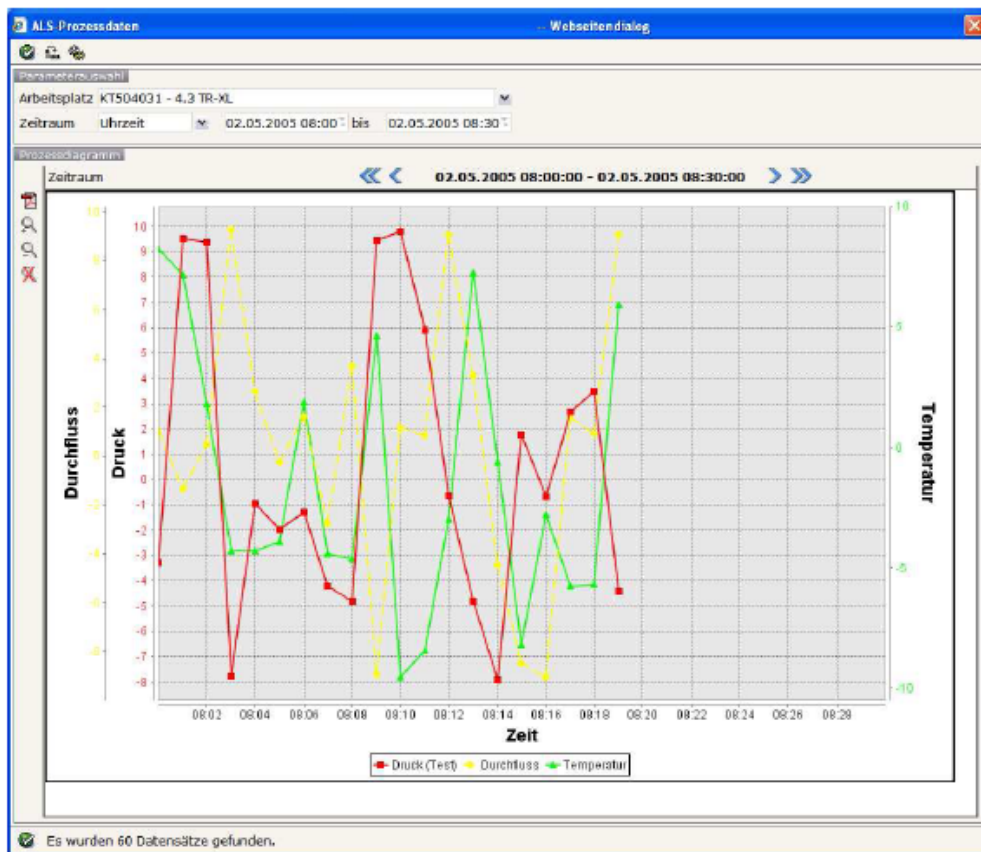


Abbildung 18: FactoryFramework - Beispiel eines Prozessdiagramms

waltung.

- Konfiguration - Hier können die Einstellungen für das FactoryFramework durchgeführt werden (siehe [Unterabschnitt 5.4](#)).
- Harbour - Für die Auswertungen von Maschinen nach dem Harbourreport müssen die Maschinen an dieser Stelle in Leistungsklassen eingeordnet werden.

Taskmanager - Der Taskmanager stellt verschiedene Funktionen bereit. Mit ihm können zyklische Tasks (z.B. Berechnungen) durchgeführt werden, Druckaufträge empfangen und aufbereitet werden und Alarmierungen aus bei Überschreitung definierter Kennzahlen ausgelöst werden.

Korrekturmonitor - Über den Korrekturmonitor erhält der Benutzer den aktuellen Status über die Abarbeitung definierten Korrekturen.

Logview - Die Funktion Logview dient der Anzeige des Logbuches. Alle Logausgaben können mit diesem Editor betrachtet und durch Filterfunktionen eingeschränkt werden.

5.3 Benutzerschnittstelle

Die WEBFAM ist das Web-Portal des FactoryFramework. Neben dem "FACT", der Meldeoberfläche für den Werker, stellt die WEBFAM die Bedienungsfläche für den Meister und die Administration zur Verfügung. **Abbildung 19** zeigt ein Screenshot der WEBFAM. Auf der linken Seite befindet sich das Navigationsmenü, durch das die verschiedenen Funktionen aufrufbar sind. Die Funktionen sind dabei in Gruppen unterteilt. Die Darstellung erinnert dabei an den Windows-Explorer, dadurch sollte der Benutzer mit der Menüführung vertraut sein. Wird eine Funktion ausgewählt, wird automatisch ein neuer Tab im oberen Teil der Applikation angelegt durch den ein schnelles Zurückwechseln zu dieser Funktion ermöglicht wird. In jeder Ansicht kann die Onlinehilfe zur aktuellen Funktion aufgerufen werden.

5.4 Konfigurierbarkeit

Das FactoryFramework bietet dem Benutzer verschiedene Möglichkeiten zur Anpassung. So kann in den Stammdaten für jede Funktion eine PDF-Datei angegeben werden, die beim Aufruf der Hilfe angezeigt wird. Desweiteren lassen sich die Labels der Oberfläche in andere Sprachen übersetzen oder beliebig umbenennen. Der Benutzer hat zudem die Möglichkeit sich Oberflächen aus bestehenden Komponenten zusammenzustellen und als Favoriten im Menü abzuspeichern. Die Struktur des Menüs lässt sich beliebig verändern, Funktionen können sogar ausgeblendet werden oder durch eine Rechteverteilung nur bestimmten Benutzern zugänglich gemacht werden.

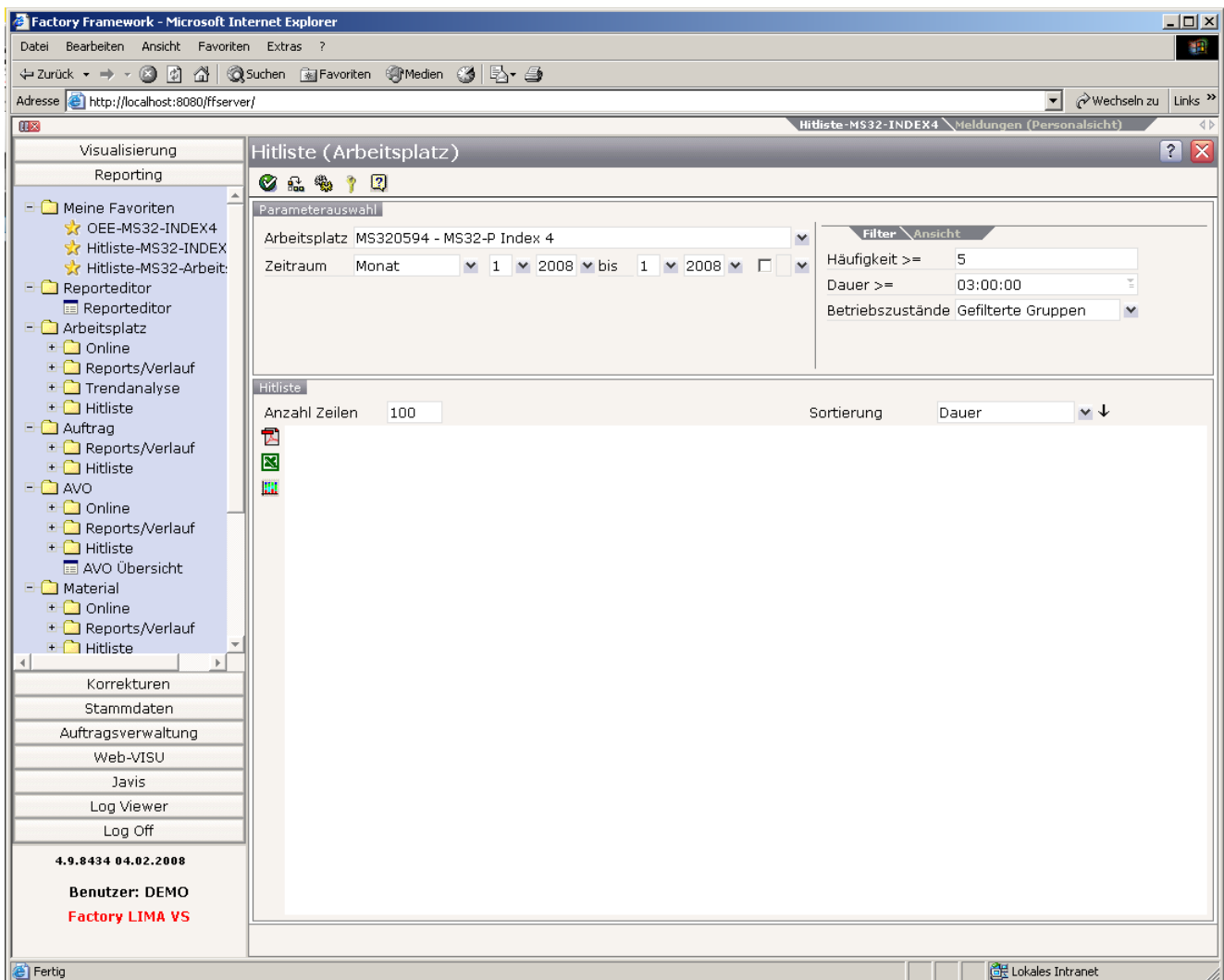


Abbildung 19: FactoryFramework - Screenshot der WEBFAM

6 Observer

6.1 Allgemeines

6.1.1 Hersteller

Die o-b-s Ingenieurgesellschaft für Betriebsorganisation und Systementwicklung mbH entwickelt seit 1986 Produkte für Personal- und Projektzeitmanagement, Zutrittskon-

trolle, Betriebsdatenerfassung und Fertigungsorganisation.

6.1.2 System

observer.FLS ist ein modular aufgebautes, branchenneutrales MES, das besondere Stärken in der dezentralen Betriebsdatenerfassung hat. Dafür bietet es eine Anbindung an spezielle BDE-Terminals in denen eingegebene Daten sofort auf Korrektheit überprüft werden können. Gleichzeitig ist auch eine Maschinendatenerfassung möglich. observer kann an ein vorhandenes ERP-System angebunden werden oder auch als Standalone System betrieben werden, wenn kein eigenes ERP System benötigt wird.

6.1.3 Architektur und Technologie

observer baut auf eine Client/Server Architektur auf wobei die Kernfunktionalität im Server ausgeführt wird, während die Clients in erster Linie der Betriebsdatenerfassung dienen. Das System ist lauffähig auf Windows (2000/XP/Server 2003) und Unix/Linux Plattformen. Die Clients können auf ASCII-Terminals oder Windows Systemen laufen. Laut Hersteller werden als Datenbanksysteme IBM Informix, MS SQL-Server und Oracle unterstützt. Prinzipiell soll aber jede relationale SQL Datenbank verwendet werden können.

6.2 Funktionalität

Eine Übersicht des Herstellers listet die folgenden Funktionen auf, die von Observer bereitgestellt werden:

- Stammdatenverwaltung, Auftragsverwaltung

- Termin- und Kapazitätsplanung
- Werkstattsteuerung, Auftragsfreigabe, Arbeitsverteilung
- Materialsteuerung
- Online-BDE mit Realtime-Verarbeitung
- Mengen- und Terminüberwachung, Auftragsfortschritt
- Qualitätsprüfung
- Barcodebelegorganisation, Belegerstellung
- Kennzahlen und Statistik
- Vor- und Nachkalkulation von Aufträgen und Auftragsnetzen, Controlling
- Teilstamm- und Stücklistenverwaltung
- Arbeitsplanverwaltung
- Mengenplanung, Lagerverwaltung,
- grafischer Leitstand: Visualisierung der Kapazitätssituation und grafisch interaktiver Kapazitätsabgleich
- Personalzeitmanagement
- Zutrittskontrolle
- Maschinendatenerfassung und -auswertung, Anlagenmonitoring
- NC-Programmverwaltung, DNC-Betrieb
- Werkstattbestandsbewertung, Inventur

Der Zusammenhang der Funktionen wird in [Abbildung 20](#) deutlich. Hier wird auch die Einbindung von observer in die Planungs- und Fertigungsebene deutlich (vertikale Integration).

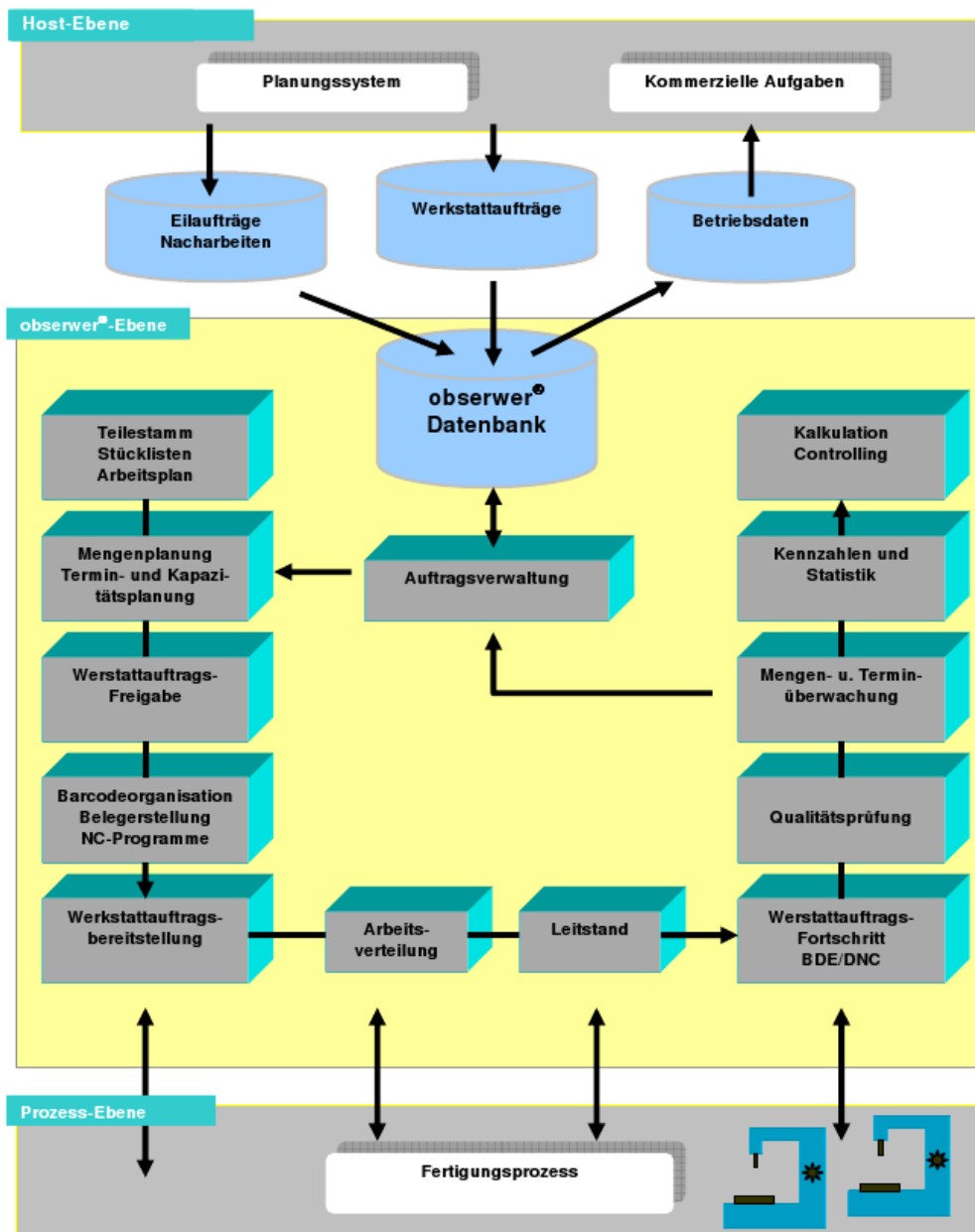


Abbildung 20: observer Funktionsablauf

6.2.1 Feinplanung und Steuerung

Das Leitstandmodul ermöglicht es in observer, eine interaktive Feinplanung von Aufträgen durchzuführen. Eine Übersicht einzelner Aufträge kann mit Hilfe eines Werkstattauftragsdiagramms angezeigt werden. Diese Ansicht enthält alle zu einem Auftrag benötigten Vorgänge und deren kausale Abhängigkeiten, dargestellt in ei-

dem Gantt-Diagramm. Es werden Informationen zu geplanten und tatsächlichen Fertigungszeiten, Liege- und Übergangszeiten und zum aktuellen Abarbeitungsstand dargestellt.

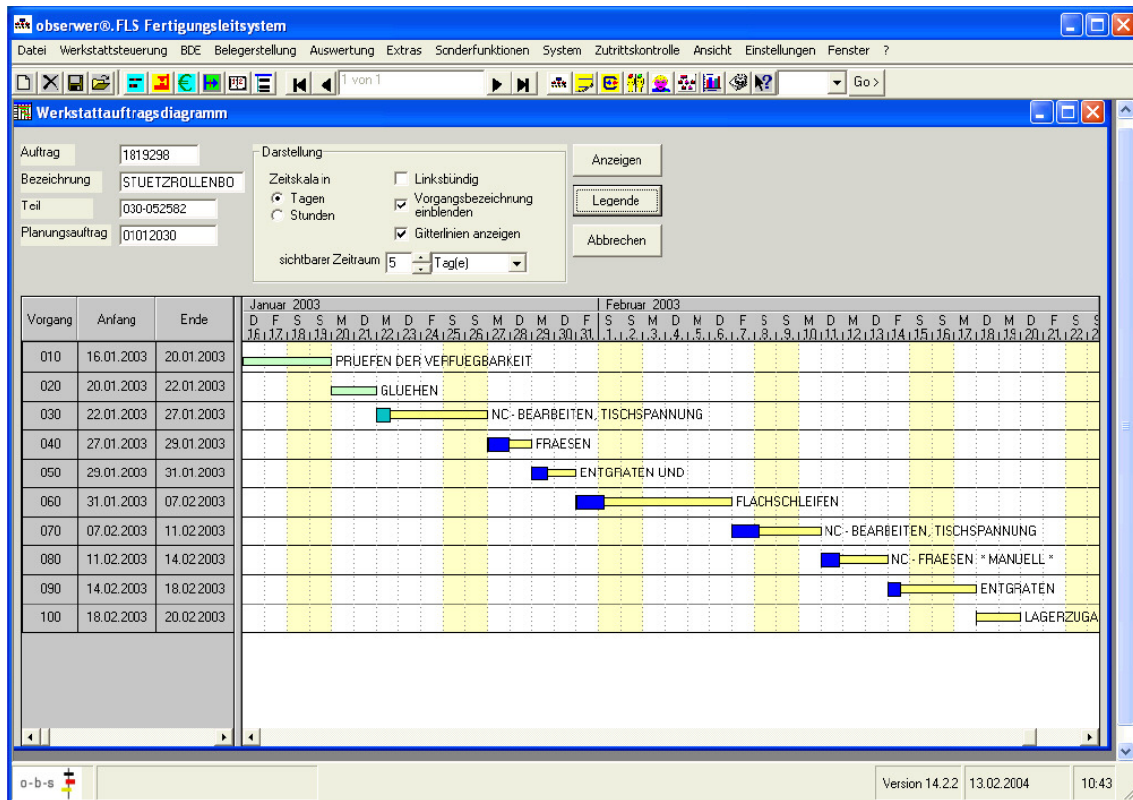


Abbildung 21: observed Leitstand: Werkstattauftragsdiagramm

Der Leitstand enthält zudem eine grafische Darstellung einer Plantafel. Auf dieser werden geplante und ausgeführte Arbeitsvorgänge in Form von Balkendiagrammen visualisiert. Außerdem lassen sich die verfügbaren Arbeitsvorgänge auf einzelne Maschinen verteilen. **Abbildung 22** zeigt einen Screenshot der Plantafel.

Der Leitstand ermöglicht zudem eine Visualisierung von überlaufenden Kapazitäten und passende Möglichkeiten zur Arbeitsumverteilung.

Eine Verteilung der Fertigungsaufträge auf Arbeitsplätze findet in der sogenannten Arbeitsplatzbelastungsübersicht statt. In dieser Ansicht werden noch offene Aufträge angezeigt, und können einzelnen Arbeitsplätzen zugewiesen werden.

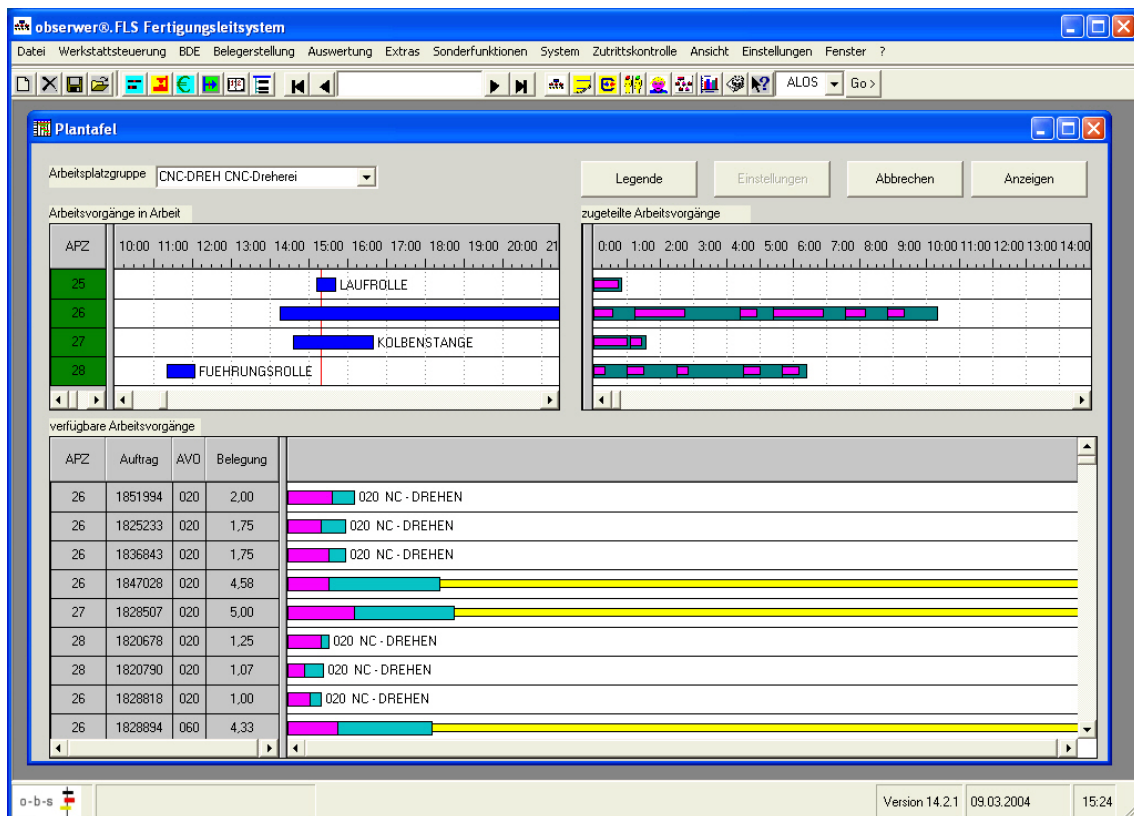


Abbildung 22: observeder Leitstand: Plantafel

Die Überwachung des Produktionsfortschritts lässt sich mit Hilfe der Werkstattauftragsübersicht durchführen. Hier lässt sich der aktuelle Stand der Abarbeitung von Aufträgen anzeigen. Ein Werkstattauftragsprotokoll zeigt zudem Informationen zu fertigen Aufträgen an.

6.2.2 Personalmanagement

Das Modul observeder.PM, das auch eigenständig verwendet werden kann, ist für das Personalmanagement zuständig. Es enthält Funktionalität zur Personaleinsatzplanung, zur Zeiterfassung sowie zur Zutrittskontrolle.

Zur Umsetzung der Personalverwaltung enthält observeder Funktionen zur Stammdatenverwaltung. Hier können einzelne Mitarbeiter mit ihren zugehörigen Daten ange-

legt und bearbeitet werden. Die Stammdaten eines Mitarbeiters beinhalten Grunddaten wie Name und Abteilung sowie Informationen zu seinen An- und Abwesenheitszeiten, Urlaub, Zutrittsberechtigungen, Regelungen zu Überstunden und weiteres. In **Abbildung 23** ist die Oberfläche der Verwaltung von Stammdaten dargestellt.

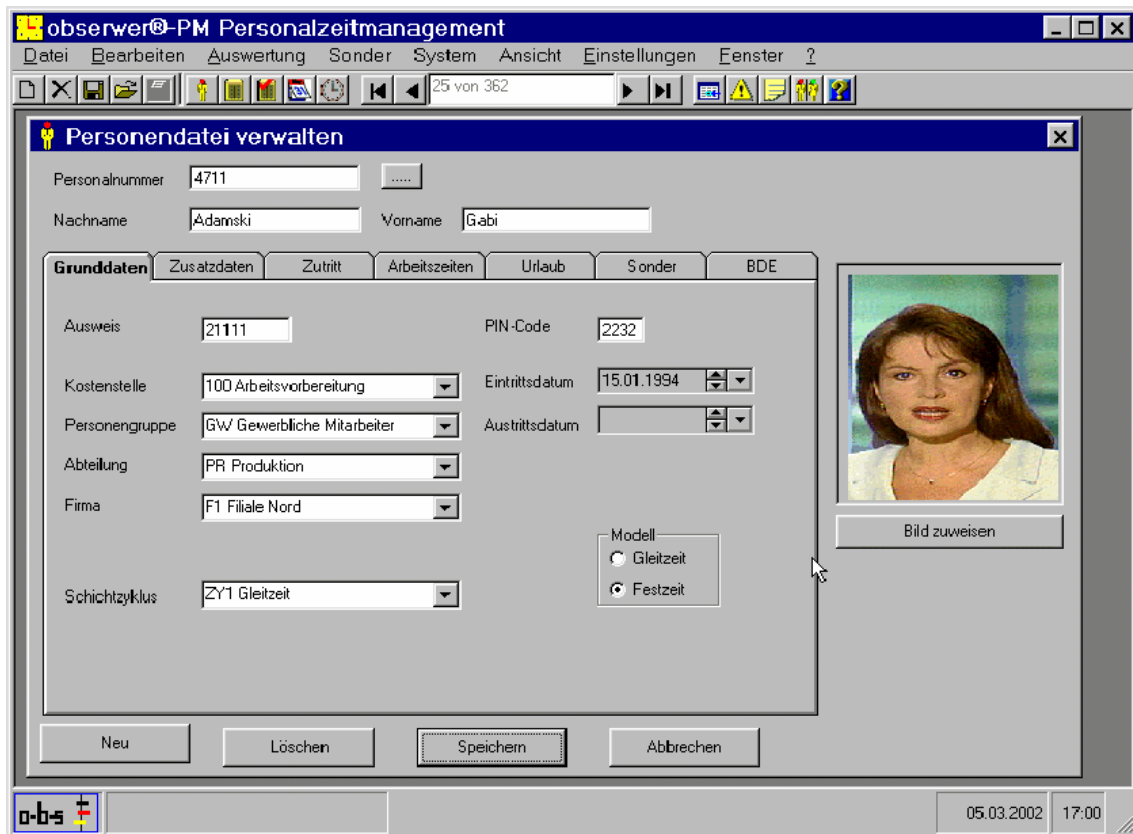


Abbildung 23: observed Personalmanagement: Stammdaten

Die Personaleinsatzplanung wird in observed mit Hilfe eines Schichtmodells umgesetzt. Innerhalb dieses Modells lassen sich auf flexible Weise Schichten und Schichtzeiten festlegen. In einem für jeden Mitarbeiter individuellen Personenkalender können die Schichtzeiten auf die Mitarbeiter verteilt, und individuell angepasst werden. Die Personalverwaltung bietet Unterstützung von Festzeit und Gleitzeit als Arbeitszeitmodelle.

Die Zeiterfassungsfunktionalität von observed unterstützt eine Vielzahl von Erfassungsmöglichkeiten. Die Personenidentifikation kann durch Anbindung verschiede-

ner Ausweis- und Chipkartensysteme oder durch Kennwort/PIN Eingabe erfolgen. Die Stammdaten der Mitarbeiter können direkt zur Überprüfung verwendet werden. Somit ist eine flexible Zutrittskontrolle und ein Abgleich der realen mit den geplanten Anwesenheitsdaten möglich.

6.2.3 Datenerfassung und -verarbeitung

observer erlaubt es, die Erfassung von auftragsbezogenen Informationen dezentral mit einer großen Auswahl an Eingabemöglichkeiten durchzuführen. Die Eingabe der Daten kann über Hardware- und Softwareterminals, oder über Standard Kommunikationstechnologien wie Telefon, Internet oder Mobilfunk erfolgen. Die Daten können in Echtzeit auf formale und inhaltliche Korrektheit überprüft werden.

In der Maschinendatenerfassung können Produktions- und Stillstandzeiten der Maschinen halbautomatisch oder vollautomatisch erfasst werden. Je nach Erfassungsart können zudem Gründe für einen Stillstand eingegeben oder durch Sensoren erkannt werden. Eine Monitoring Funktion erlaubt es, aktuelle Informationen zum Status, zum Produktionsfortschritt und zur Nutzungs- und Stillstandsdauer von Maschinen anzuzeigen.

Die erfassten Daten werden in der Stillstandsanalyse aufbereitet und grafisch dargestellt. Hier lassen sich die Stillstandszeiten für die Maschinen aufgeschlüsselt nach Gründen anzeigen. In der Schwachstellenanalyse können die erfassten Daten nach unterschiedlichen Kriterien gefiltert und verdichtet werden, um Probleme zu finden und entsprechende Reaktionsmöglichkeiten einleiten zu können.

6.3 Benutzerschnittstelle

Die Benutzungsoberfläche des observer Systems ist nach den Windows GUI Richtlinien aufgebaut um die Eingewöhnungszeit möglichst kurz zu halten. Eine durchgängige Benutzungsschnittstelle ermöglicht eine einheitliche Bedienung aller Module des Systems.

6.4 Dokumentation

Leider hatten wir keinen Zugriff auf die Handbücher von observer, so dass hier keine Aussage dazu möglich ist.

7 Vergleich

7.1 Verfügbarer Informationsumfang

Umfang der verfügbaren Informationen

PSI Neben kurzen Broschüren sind zu den einzelnen Komponenten jeweils Beschreibungen zu dem Funktionsumfang, den Systemanforderungen und den bereitgestellten Schnittstellen zur Anbindung anderer Komponenten verfügbar. Zu dem PSI Leitstand ist zudem ein umfassendes Benutzerhandbuch frei zugänglich.

Factory Framework Kurze Beschreibungen der einzelnen Komponenten ist online verfügbar. Handbücher oder andere Downloads werden nicht angeboten.

Observer Beschreibung der Produktfunktionalität online verfügbar. Auf Anfrage Informationsblätter mit detaillierten Beschreibungen. Ein Benutzerhandbuch ist nicht frei verfügbar.

Verfügbare Testversion

PSI Eine Demoversion für den PSI Leitstand ist verfügbar.

Factory Framework Eine Testversion wird nicht zum Download angeboten.

Observer Eine Testversion wird auf Anfrage zur Verfügung gestellt.

7.2 Verbreitung

Wieviele Kunden werden von dem Hersteller als Referenz angegeben, bei den das System produktiv eingesetzt wird.

PSI > 500

Factory Framework 14

Observer Einige mittelständische Unternehmen

Ist das Produkt Branchenunabhängig einsetzbar oder ist es auf einen bestimmten Bereich spezialisiert

PSI Ist auf keine bestimmte Branchen ausgerichtet und findet Einsatz in unterschiedlichen Bereichen wie Energieversorgung, Produktion, Automotive, Kommunikations- und Infrastrukturmanagement.

Factory Framework Hauptsächlich wird das Produkt bei Kunden im Automotive-Bereich eingesetzt, es sind aber auch Kunden aus anderen Branchen vertreten.

Observer Keine Spezialisierung auf bestimmte Branchen

7.3 Systemanforderungen

Welche Datenbanken oder Datenbankschnittstellen werden unterstützt

PSI Oracle, Microsoft SQL Server

Factory Framework Oracle (ab Version 9.2).

Observer IBM Informix, Microsoft SQL Server, Oracle

Welche Betriebssysteme werden unterstützt

PSI Windows (2000 / XP / 2003 Server)

Factory Framework Windows (2000 / XP / 2003 Server)

Observer Windows (2000 / XP / 2003 Server), UNIX / Linux

7.4 Anbindung von ERP-Systemen

Kriterium	PSI	Factory Framework	Observer
Anbindung verschiedener ERP-Systeme möglich	PSI penta, SAP R/3, Baan, Brain, SoftM	Ja, als Beispiel werden ERP-Produkte von SAP, BAAN, Infor, Navision genannt.	möglich, aber keine Angabe zu speziellen Systemen
Standardisierte Schnittstellen zur Anbindung von ERP-Systemen	M95F (Dateischnittstelle), M95KOM (Datenbankschnittstelle)	k.A.	k.A.
Übernahme von grobgeplanten Aufträgen aus dem ERP-System	ja	ja	ja
Rückmeldung des Auftragsstatus zum ERP-System	ja	ja	ja

7.5 Anbindung an die Fertigungsebene

Kriterium	PSI	Factory Framework	Observer
Steuerung der Maschinen über standardisierte Schnittstellen	k.A.	NC Programmverwaltung	NC Programmverwaltung
Anbindung der Maschinendatenerfassung über standardisierte Schnittstellen	S95F (Dateischnittstelle)	Simatic S7	k.A.

7.6 Erweiterbarkeit

Kriterium	PSI	Factory Framework	Observer
Modulare Architektur. Austausch von einzelnen Komponenten möglich	Komponenten können einzeln ausgetauscht werden	einige Module können optional eingesetzt werden	einige Module können optional eingesetzt werden
Zusätzliche Module des Herstellers, die den Funktionsumfang erweitern	PSI-penta (PPS-System von PSI)	Fertigungsleitstand, DNC-Lizenz zur Verwaltung von NC-Programmen	Integrierbares PPS-System
Offene Schnittstellen zur Anbindung eigener Entwicklungen	ja, Schnittstelle zur Entwicklung eigener VB / VBA Anwendungen	k.A.	k.A.

7.7 Installation und Konfiguration

Kriterium	PSI	Factory Framework	Observer
Installationsanleitung verfügbar	für PSI Leitstand frei zugänglich	ja, aber nicht frei zugänglich	nicht frei zugänglich
Anleitung für die Systemkonfiguration	verfügbar für PSI Leitstand	ja, aber nicht frei zugänglich	nicht frei zugänglich

Unterschiedliche Rollen und Rechte für die Benutzer	ja, zudem extra Beobachterleitstand mit nur Lesezugriff	ja	ja
---	---	----	----

7.8 Funktionalität

7.8.1 Feinplanung und Steuerung

Kriterium	PSI	Factory Framework	Observer
Zeitliche Planung von Arbeitsschritten			
Automatischer Belegungsplanung in Abhängigkeit der Aufträge und Ressourcen	ja	k.A.	nein
Berücksichtigung der Personalkapazität bei der automatischen Planung	ja	ja	nein
Berücksichtigung von Kriterien wie Kapazitätsauslastung oder Termineinhaltung bei der automatischen Planung	k.A.	k.A.	nein
Es lassen sich pro Arbeitsplatz unterschiedliche Schichtsysteme definieren	ja	ja	ja
Möglichkeit die Schichtsysteme temporär zu ändern	ja	ja	ja
Berücksichtigung von Feiertagen oder betriebsbedingten Ruhetagen	ja	ja	ja
Einfache Abhängigkeiten wie Vorgänger und Nachfolger bei der Planung der Arbeitsschritte	ja	ja	ja
Komplexe Abhängigkeiten für die Montage von Baugruppen	ja, mit Strukturdiagrammen	k.A.	k.A.
Berücksichtigung der Verfügbarkeit von Benötigten Ressourcen für die Durchführung	ja	ja	ja

Ressourcenverwaltung			
Überwachung des Zustands der primären Ressourcen (Maschinen)	ja	ja	ja
Verwaltung von Hilfsmitteln wie Werkzeugen, Behältern und Hilfsstoffen	Werkzeuge ja, sonst k.A	ja, Dokumenten unabhängig	ja
Steuerung der Produktion			
Steuerung der Maschinen über Standardschnittstellen	k.A.	NC (DNC)	NC (DNC)
Überwachung der Produktion			
Anzeige aktueller Fortschrittmeldungen der Arbeitsschritte	ja	ja	ja
Anzeige der Verzögerung einzelner Arbeitsschritte und ganzer Fertigungsaufträge	ja	ja	ja
Warnhinweise und Korrekturfunktionen			
Ressourcenengpässe	ja, Überplanung von Ressourcen wird optional zugelassen	k.A.	k.A.
Maschinenausfälle und -störungen	ja	k.A.	k.A.
Automatische Erkennung von Abweichungen des Ist-Zustands von der Planung	ja	k.A.	ja
Priorisierung von Aufträgen	nur für komplette Fertigungsaufträge	ja verschiedene Modi	k.A.

Simulation			
Simulation von Planungsalternativen	ja	ja	nein
Vergleich einer Simulation mit der realen Situation	ja	k.A.	nein
Vergleich von unterschiedlichen Simulationen	Vergleich von bis zu vier Simulationen	k.A.	nein
Simulationen durch mehrere Benutzern gleichzeitig möglich	Nein, wenn die Daten später in die reale Planung übernommen werden sollen.	ja, Übernahme nur möglich, wenn sich die Echtdateien seit Simulationsbeginn nicht verändert haben	nein

7.8.2 Personalmanagement

Kriterium	PSI	Factory Framework	Observer
Personalverwaltung			
Erfassung des Personals mit Standort und Kostenstelle	ja	ja	ja
Verwaltung der Qualifikation der Mitarbeiter	ja	nein	ja
Personaleinsatzplanung			
Unterstützung von Schichtsystemen	ja	ja	ja

Unterstützung der Qualifikation von Mitarbeitern bei der Planung	ja	nein	ja
Zeiterfassung			
Elektronische Zeiterfassung mit Stundenbögen	ja	ja	ja
Elektronische Zeiterfassung mit Chipkarten	k.A.	k.A.	ja
Abgleich der Zeiterfassung mit der geplanten Arbeitszeit	ja	ja	ja
Zeitwirtschaft			
Unterstützung von Zeitkonten zur Verwaltung der Arbeitszeit	ja	ja	ja
Verwaltung der Arbeits- und Urlaubszeiten für das Personal	ja	ja	ja
Verwaltung von Überstunden	ja	k.A.	ja
Unterstützung von unterschiedlichen Arbeitszeitmodellen	ja	k.A.	ja
An- und Abwesenheitsübersicht von Mitarbeitern	ja	ja	ja
Zutrittskontrolle			
Verwaltung von Zutrittsberechtigungen	nein	k.A.	ja
Anbindung der Zutrittskontrolle an das Personalmanagement	nein	nein	ja

7.8.3 Datenerfassung und -verarbeitung

Kriterium	PSI	Factory Framework	Observer
------------------	------------	--------------------------	-----------------

Betriebsdatenerfassung			
Erfassung von Auftragsmengen	ja	ja	ja
Erfassung von Auftragszeiten und -fortschritt	ja	ja	ja
Erfassung des Ressourcenverbrauchs	k.A.	k.A.	k.A.
Unterstützung von Eingabeterminals für die Betriebsdatenerfassung	ja	ja	ja
Maschinendatenerfassung			
Echtzeiterfassung der Maschinendaten (Monitoring)	ja	ja	ja
Erfassung von Produktions-, Wartungs und Ausfallzeiten	ja	ja	ja
Werkzeuge zur Analyse von Ausfällen und Engpässen (Schwachstellenanalyse)	nein	nein	ja
Qualitätsdatenerfassung			
Erfassung von Ausschussware	k.A.	ja	ja
Anbindung von Qualitätssicherungssystemen	ja	k.A.	ja

7.8.4 Materialmanagement

Kriterium	PSI	Factory Framework	Observer
Materialverfolgung und -disposition	ja	k.A.	ja

Materialinformation und - verfügbarkeit	ja	k.A.	ja
--	----	------	----

7.8.5 Reports / Auswertungen

Kriterium	PSI	Factory Frame- work	Observer
Export von Auswertungen in lokale Dateien	vorgefertigte Auswertungen mit Crystal Re- ports	ja	ja
Konfiguration des Exportlay- outs	nein	ja	nein
Auswertungsfunktionen			
Onlineauswertung der aktuel- len Meldedaten	nein	ja	nein
Individuelle Auswertungen			
Editor zur Erstellung individu- eller Reports	für individuelle Auswertungen wird eine zu- sätzliche Lizenz für Crystal Re- ports benötigt	ja	nein
Standard-SQL Unterstützung zur Erstellung individueller Reports	k.A.	ja	k.A.

7.9 Benutzerfreundlichkeit

Kriterium	PSI	Factory Framework	Observer
Übersichtlichkeit			
Übersichtliche, nicht überladene Oberfläche	ja, durch Filteroptionen und individuell einstellbaren Zeithorizont	ja	ja
Funktionen schnell und einfach erreichbar	ja, über das Menü und Funktionsleiste	ja, über Navigationsmenü	ja, über Funktionsleiste
Bedienbarkeit			
Wizards für die Menüführung	nein	nein	nein
Intuitive Benutzung ohne Lesen des Handbuchs möglich	nicht bewertbar	hauptsächlich	nicht bewertbar
Alle Funktionen über eine Anwendung erreichbar	Projektmanagement mit Personaleinsatzplanung und Feinplanung getrennt	nein, FLS ist ein extra Client	ja
Shortcuts für wichtige Funktionen	k.A.	nein, es können jedoch Favoriten definiert werden	k.A.
Dokumentation			
Beschreibung aller Funktionen im Benutzerhandbuch	ja für den Leitstand, andere nicht frei zugänglich	ja, soweit beurteilbar	Benutzerhandbuch nicht frei zugänglich
Hilfefunktion	ja	ja	ja

Unterstützung von Mehrsprachigkeit	ja	ja	k.A.
Benutzerdefinierte Konfiguration der Oberfläche möglich	ja. Farben, Filter, Zeithorizont und Informationsdarstellung lassen sich konfigurieren	ja	nein

8 Fazit

Unter einem immer weiter ansteigenden Wettbewerbs- und Konkurrenzdruck werden Unternehmen dazu gezwungen, die ihnen zur Verfügung stehenden Kapazitäten optimal auszulasten und dabei eine kurze Durchlaufzeit bei einem hohen Qualitätsstandard zu erreichen.

Mit den vorgestellten MES Systemen lässt sich nun eine Verbindung zwischen der groben Planung der ERP-Systeme und der eigentlichen Produktion herstellen. Es können die vorgegebenen Planungsziele konkret auf Arbeitsplätze abgebildet werden und dabei mit einer durchgängigen Datenerfassung von Maschinendaten und Ressourcen die verfügbaren Kapazitäten berücksichtigt und optimal ausgelastet werden. Zudem werden Informationen über den aktuellen Produktionsfortschritt in die Planung zurückgeführt, so dass ein Einblick in die momentane Situation möglich ist und dadurch eine schnelle Reaktion auf Ereignisse oder eine kurzfristige strategische Umplanung erfolgen kann.

Bei der Realisierung von Manufacturing Execution Systemen lassen sich unterschiedliche Strategien der Hersteller erkennen. So gibt es Systeme, die sich auf bestimmte Funktionsbereiche spezialisieren, sich direkt an bestehende Systeme wie. z.B. SAP anbinden oder versuchen, möglichst alle Anforderungen abzudecken.

Auch bei den drei konkret vorgestellten Systemen lassen sich Unterschiede in der Verteilung des Funktionsumfangs erkennen. PSImes zeichnet sich durch einen stark modularisierten Aufbau aus. Es werden von dem Hersteller viele einzelne Komponenten angeboten, die sich bedarfsgerecht zu einem Gesamtsystem zusammenfügen lassen und die Möglichkeit bieten den Funktionsumfang durch weitere Module zu erweitern. Durch offene und teils standardisierte Schnittstellen besteht die Möglichkeit einzelne Module zu ersetzen und auszutauschen, sowie benötigte Komponenten in eine bestehende Systemlandschaft zu integrieren.

Für Auswertungen werden allerdings keine umfangreichen Funktionen bereitgestellt. Die Möglichkeit individuelle und sehr spezielle Auswertungen auf den erfassten Da-

ten durchzuführen ist hier eingeschränkt.

Die Funktionalität Auswertungen über erfasste Daten zu erstellen oder diese zu überwachen, steht hingegen im Vordergrund von Forcams FactoryFramework. Dort hat der Benutzer die Möglichkeit neben vordefinierten Auswertungen, Reports nach Belieben zu erstellen oder den aktuellen Status der Maschinen zu visualisieren. Generell wird dem Benutzer viel Anpassungsspielraum gewährt, das System an seine Bedürfnisse anzupassen. Eine weitere Stärke des FactoryFrameworks ist die Planungsfunktionalität, die z.B. durch verschiedene Möglichkeiten zur Priorisierung von Arbeitsvorgängen heraussticht. Insgesamt macht das FactoryFramework einen ausgereiften Eindruck, der durch Mängel in der Dokumentation etwas getrübt wird. So wird beispielsweise trotz einer sonst technisch detaillierten Dokumentation nicht klar, welche Komponenten ersetzt werden können oder wie die angebotenen Schnittstellen konkret definiert sind.

Betrachtet man nur die Planungsfunktionalität, ist observer im Vergleich der schwächste Kandidat. Insbesondere die fehlende Fähigkeit zur automatische Planung und die nicht vorhandene Simulationsmöglichkeit wird in manchen Szenarien zum Ausschlusskriterium. Man sieht deutlich, dass observer seine Stärken vor allem in der Datenerfassung ausspielt. Es bietet eine Vielzahl von unterstützten Erfassungsmöglichkeiten, unterstützt im Personalmanagement auch Zutrittskontrollfunktionen und steht auch in der Analyse der erfassten Daten gut da.

Es lässt sich sagen, dass vor dem Einsatz bzw. vor der Einführung eines speziellen MES-Systems eine umfangreiche Analyse durchgeführt werden muss. Dabei sollte analysiert werden welche Anforderungen das MES in der Produktion erfüllen soll und ob alle benötigten Funktionen von einem System unterstützt werden. Besondere Beachtung bei der Auswahl eines konkreten Systems sollte man unter anderem den bereitgestellten Schnittstellen schenken, da das MES dafür sorgen soll Lücken in der IT-Umgebung eines Unternehmens zu schließen. Wenn dabei keine Schnittstellen zu den sich schon im Betrieb befindlichen Systemen angeboten werden, kann durch den Einsatz eines MES keine Optimierung erreicht werden und bringt so nicht den

gewünschten Mehrwert.

Literatur

- [1] "Manufacturing Enterprise Solutions Association (MESA)." [Online]. Available: <http://www.mesa.org/>
- [2] J. Kletti, *MES - Manufacturing Execution System : moderne Informationstechnologie zur Prozessfähigkeit der Wertschöpfung*. Springer, 2006.
- [3] "VDI Fachausschuss MES." [Online]. Available: <http://www.vdi.de/fa-mes>
- [4] K. Thiel, H. Meyer, and F. Fuchs, *MES - Grundlage der Produktion von morgen*. Oldenbourg Industrieverlag, 2008.
- [5] "PSImes." [Online]. Available: <http://www.psi.de>
- [6] "Factory Framework." [Online]. Available: <http://forcam.net>
- [7] "obserwer.FLS." [Online]. Available: <http://www.o-b-s.de>

Erklärung

Hiermit versichere ich, diese Arbeit selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen benutzt zu haben.

Stuttgart, den 20.02.09

Ort, Datum

Fabian Metzger

Stuttgart, den 20.02.09

Ort, Datum

Sören Brunk

Stuttgart, den 20.02.09

Ort, Datum

Jonas Palauro