

Grunddatenverwaltung und Betriebsdatenerfassung als Basis der Produktionsplanung und –steuerung

Peter Loos

1. EINLEITUNG	1
2. ZUM WESEN DER GRUNDDATEN	2
2.1. STAMMDATEN	2
2.2. BEWEGUNGSDATEN.....	2
2.3. ART DER INFORMATIONSCODIERUNG.....	2
3. STAMMDATEN DER PRODUKTIONSPLANUNG UND -STEUERUNG	3
3.1. MATERIALSTAMM UND PRODUKT DATEN.....	3
3.2. RESSOURCENDATEN	4
3.2.1. <i>Arbeitsplätze</i>	5
3.2.2. <i>Sonstige Ressourcen</i>	6
3.2.3. <i>Ressourcenkapazität</i>	7
3.3. STÜCKLISTEN.....	7
3.4. ARBEITSPÄNE.....	10
3.5. FABRIKKALENDER.....	13
3.6. DATENSTRUKTUREN DER GRUNDDATEN.....	13
4. BEWEGUNGSDATEN DER PRODUKTIONSPLANUNG UND -STEUERUNG	16
4.1. LAGERBESTÄNDE.....	16
4.2. BEDARFE UND FERTIGUNGSAUFTRÄGE	16
4.3. BETRIEBSDATEN.....	17
4.3.1. <i>Erfassung der Betriebsdaten</i>	18
4.3.2. <i>Arten von Betriebsdaten</i>	19
4.3.3. <i>Systeme zur Betriebsdatenerfassung</i>	20
5. ENTWICKLUNGSTENDENZEN BEI DER GESTALTUNG DER GRUNDDATEN	21
6. LITERATUR	22

1. Einleitung

Praktisch realisierte Informationssysteme der Produktionsplanung und –steuerung (PPS-Systeme) folgen in der Regel einem einfachen Sukzessivplanungskonzept. Trotz der theoretischen Unzulänglichkeiten der eingesetzten Verfahren bilden die PPS-Systeme aufgrund der großen Datenmengen, die sie verwalten, das Rückgrat der DV-Unterstützung der operativen Produktionslogistik. Darüber hinaus werden die Grunddaten der PPS-Systeme auch von anderen betrieblichen Systemen benötigt, z. B. vom Controlling. Der vorliegende Beitrag beschreibt die Grunddaten der Produktionsplanung und -steuerung einschließlich der Betriebsdaten. Hierzu werden die Grunddaten in Stamm- und Bewegungsdaten systematisiert. Anschließend werden die einzelnen Datentypen im Zusammenhang mit der funktionalen Datenentstehung und Datenverwendung erläutert. Die Beziehungen und Strukturen der Grunddaten werden in einem Datenmodell zusammengefasst. Die Erläuterungen neuerer Entwicklungstendenzen, die die Grunddaten der PPS-Systeme beeinflussen, schließen den Beitrag.

2. Zum Wesen der Grunddaten

Mit Grunddaten werden die Informationen bezeichnet, die Voraussetzung für die tägliche Arbeit sind und während des täglichen Betriebs anfallen. Sie stellen die Basis der operativen Informationssysteme dar.

2.1. Stammdaten

Stammdaten sind diejenigen Grunddaten, die über einen längeren Zeitraum benötigt werden. Sie bilden den Grundbestand an Daten für die operativen Informationssysteme und werden auch als Bestandsdaten bezeichnet (Vgl. Wedekind 97). Stammdaten weisen eine geringe Volatilität (Änderungshäufigkeit) auf. Üblicherweise ist bei der Neuanlage von Stammdaten noch nicht bekannt, wann Änderungen zu erwarten sind und wie lange die Daten insgesamt gültig sind. Da auf Stammdaten häufig zugegriffen wird, ist ihre aktuelle Pflege notwendig, so daß Änderungen unmittelbar im Datenbestand nachgezogen werden sollten. Häufig ist die Bezeichnung ‚Stamm‘ Bestandteil der in der Praxis benutzten Namen konkreter Stammdaten, z. B. Materialstamm oder Materialstammdaten, Betriebsmittelstamm oder Betriebsmittelstammdaten, sowie Personalstamm oder Personalstammdaten.

2.2. Bewegungsdaten

Im Gegensatz zu Stammdaten haben Bewegungsdaten eine begrenzte Lebensdauer, die durch einen vorgegebenen Lebenszyklus mit Statuszuständen beschrieben ist. Bewegungsdaten haben einen konkreten Zeitbezug, der für die Bedeutung und Interpretation der Information essentiell ist. Des weiteren beziehen sich Bewegungsdaten auf Stammdaten, weshalb sie auch als abgeleitete Daten bezeichnet werden. Ein typisches Beispiel für ein Bewegungsdatum ist ein Fertigungsauftrag. Ein Fertigungsauftrag hat eine begrenzte Lebensdauer, die von einem Zustand ‚angelegt‘ über Zustände wie ‚freigegeben‘, ‚in Bearbeitung‘ oder ‚teilmontiert‘ bis zu einem Endzustand ‚abgeschlossen‘ reichen kann. Mit dem Fertigungsauftrag soll ein Teil produziert werden, er bezieht sich also auf einen konkreten Materialstammsatz. Bei der Definition eines Fertigungsauftrages ist es weiterhin wichtig, den Bedarfszeitpunkt für das zu produzierende Teil sowie die Produktionszeit festzulegen, womit der konkrete Zeitbezug dokumentiert ist.

2.3. Art der Informationscodierung

Grunddaten der Fertigung liegen meist als einfache, kodierte Daten in Form von numerischen Werten (z. B. Mengen, Identifikationsnummer), alphabetischen oder alphanumerischen Werten (z. B. Bezeichner, Langtexte) und Kalenderdaten (z. B. Bedarfszeitpunkt) vor. Teilweise dienen auch Zeichnungen als Informationsträger (z. B. Konstruktionszeichnung, Montageanleitung), wobei die Daten in der Regel als Vektorgraphiken verarbeitet werden. Neue Informationsarten, insbesondere multimediale Daten, bei denen die bisher genannten Informationsarten mit Bildern, Sprache oder Videosequenzen kombiniert werden, stellen in PPS-Systemen zur Zeit noch die Ausnahme dar (Vgl. Kurbel 92).

3. Stammdaten der Produktionsplanung und -steuerung

Die wichtigsten Stammdaten der Produktionsplanung und -steuerung sind Materialstamm und Stücklisten, Maschinendaten, Ressourcen und Arbeitsplänen.

3.1. Materialstamm und Produktdaten

Der Materialstamm enthält Informationen zu den im Unternehmen vorhandenen materiellen Rohstoffen, Zwischen- und Endprodukten. Neben dem Begriff Materialstamm wird auch die Bezeichnung Teilestamm synonym verwendet. Beide Begriffe können mißverstanden werden. Auf der einen Seite wird nicht nur Material als Input (Repetierfaktor), sondern auch der Output (Produkte) subsumiert. Auf der anderen Seite zählen zum Teilestamm nicht nur wohlgeformte, dreidimensionale, zählbare Teile, sondern auch ungeformte Materialien wie beispielsweise Fließgüter. Während man den Begriff Teilestamm vorwiegend in der Literatur findet, wird in den praktisch verfügbaren Produktionsplanungs- und -steuerungssystemen vor allen vom Materialstamm gesprochen. Unter Material sollen deshalb alle dinglichen Repetierfaktoren, sowie alle dinglichen Erzeugnisse zusammengefaßt werden, d. h. alle materiellen Input-, Output- und Zwischenstoffe wie Rohstoffe, Hilfsstoffe, Betriebsstoffe, unfertige oder fertige Erzeugnisse oder Handelsware. Immaterielle Produkte werden im Rahmen des Materialstammes meist nicht betrachtet.

Die Materialien können aufgrund unterschiedlicher funktionaler Gesichtspunkte in Untergruppen aufgeteilt werden, z. B. fremdbezogene Materialien, Eigenmaterialien und Verkaufsmaterialien oder Rohstoff, Zwischenprodukt und Endprodukt. Die Untergruppen sind in der Regel nicht disjunkt, so daß ein Material in mehreren Untergruppen vorkommen kann.

Pro Material wird im Materialstamm ein Datensatz angelegt. Der Materialstamm stellt das zentrale Informationsobjekt für die Produktionsplanung und -steuerung sowie für andere Anwendungen dar. Die Beschreibungen in Form der Attribute lassen sich, entsprechend der funktionalen Gruppierung, in Attributgruppen oder Segmente aufteilen. Die wichtigsten der Segmente sind:

- Informationen zur Identifikation und Klassifikation

Identifikationsdaten dienen zur eindeutigen Bestimmung des Materials. Mit der Klassifikation werden die Materialien hinsichtlich verschiedener Merkmale beschrieben, um das Wiederauffinden eines bestimmten Materials zu erleichtern. Häufig werden Klassifikationsinformationen in die Identifikation aufgenommen, indem eine Identifikation beispielsweise aus mehreren Klassifikationsteilen sowie aus einem Zähler besteht (Vgl. Lehner 96). Der Vorteil derart zusammengesetzter, sprechender Schlüssel besteht in der leichten Verständlichkeit für den Anwender, als Nachteil muß die Schwerfälligkeit gegenüber Änderungen und Erweiterungen des Klassifikationsschemas genannt werden. Da die Informationssysteme jedoch einfach zu bedienende Suchfunktionen anbieten, empfiehlt sich die Trennung von Identifikationsdaten und Klassifikationsdaten. Wichtige Attribute sind: eindeutige Material-, Teile- oder Artikelnummer, Versionsnummer, Nummer der technischen Zeichnung, Sachmerkmalsleiste nach DIN und Kennzeichnung des Materials bezüglich des relativen Wertanteils nach der ABC-Analyse.

- Weitere, allgemein notwendige Informationen

Die weiteren, allgemein notwendigen Beschreibungen werden in der Regel auch für alle Untergruppen des Materialstammes benötigt. Sie können weiter in unterschiedliche

Segmente aufgeteilt werden, z. B. in physikalische Beschreibung (Maßeinheiten für das Material, Abmessung, Gewicht, Volumen, Dichte), Lagerinformationen (Raumbedarf für die Lagerung, besondere Lageranforderungen, maximale Lagerdauer, Sicherheitsbestand, Lagerbestand), Kosteninformationen (Rüstkosten für Eigenteile bzw. bestellfixe Kosten für Fremtteile, Lagerkosten, Stückkostensätze entsprechend der Kalkulation) und Dispositionsdaten (verbrauchs- oder bedarfsgesteuerte Disposition, Primär- oder Sekundärbedarfe).

- Beschaffungsdaten

Beschaffungsdaten sind nur für die fremdbezogenen Materialien relevant. Dies sind die Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe und die Handelsware. Wichtige Attribute sind: Formel zur Mengenberechnung für Bestellungen, minimale und maximale Bestellmengen, Lieferzeiten und Sicherheitsmengen. Besteht mit einem Lieferant ein Rahmenvertrag, so können auch weitere materialspezifische Informationen des Rahmenvertrags in den Materialstammsatz aufgenommen werden, z. B. Artikelnummer und Bezeichnung des Materials beim Lieferant.

- Produktionsdaten

Produktionsdaten sind nur für Materialien relevant, die selbst produziert werden, also Zwischen- und Endprodukte. Sie werden auch als Eigenteile bezeichnet. Die Informationen für die Produktion werden detailliert in eigenen Stammdaten beschrieben, insbesondere in den Arbeitsplänen. Im Materialstamm werden in der Regel einige verdichtete Informationen abgelegt, z. B. die minimale, maximale und optimale Losgröße für die eigene Herstellung, Durchlaufzeit des Herstellungsprozesses und Nummer des Standard-Arbeitsplans für die Herstellung.

- Verkaufsdaten

Verkaufsdaten sind nur für Materialien relevant, die verkauft werden, also Endprodukte und Handelsware sowie andere Materialien, die als Ersatzteile verkauft werden. Wichtige Attribute sind: Artikelnummer, EAN-Nummer, Verkaufspreis, Rabattregelung, Gebindegröße für den Verkauf, Vertriebsweg, etc. Wird das Produkt innerhalb eines Rahmenvertrags für einen bestimmten Kunden hergestellt, so können weitere, produktspezifische Informationen des Rahmenvertrags in den Materialstamm aufgenommen werden, z. B. Artikelnummer und Bezeichnung des Produkts beim Kunden, Abrufmengen und -intervalle.

3.2. Ressourcendaten

Neben den Materialien werden weitere Potentialfaktoren für den Produktionsprozess benötigt, die unter dem Begriff Ressourcen zusammengefaßt werden. Zu den Ressourcen zählen unter anderem Maschinen und Arbeitsplätze, Fertigungshilfsmittel wie Werkzeuge und Vorrichtungen, Transportmittel, Prüfmittel, Lager sowie menschliche Arbeitsleistung für operative Aufgaben.

Aus produktionslogistischer Sicht sind Ressourcendaten vor allem zu verwalten, um bei der Planung und Steuerung der Produktion im Rahmen der Zeitwirtschaft die Verfügbarkeit der jeweils notwendigen Ressource sicherstellen zu können. Dies bedeutet, daß vorrangig das produktionslogistische Potential und der kapazitative Aspekt der Ressourcen von Interesse sind. Technische Aspekte der Ressourcen sind hingegen vor allem für die dedizierten System des Computer Aided Manufacturing (CAM) relevant,

z. B. DNC-Systeme, Systeme zum Werkzeug- und Vorrichtungsbau, Transportsysteme, Lagersteuerungssysteme und Instandhaltungssysteme.

3.2.1. Arbeitsplätze

Unter den Arbeitsplätzen versteht man die Einrichtungen und technischen Apparate, auf oder in denen die Produktionsprozesse ablaufen, z. B. manuelle Arbeitsplätze, NC- und CNC-Maschinen, Bearbeitungszentren (BAZ), Flexible Fertigungssysteme (FFS), Roboter und sonstige Apparate. Als ein einzelner Arbeitsplatz wird in der Regel die Menge von technischen Einrichtungen definiert, die zusammen selbständig und unabhängig von anderen Einrichtungen eine produktive Tätigkeit durchführen können. Neben dem Begriff Arbeitsplätze wird auch die Bezeichnung Maschinenstamm oder Betriebsmittelstamm verwendet. Die einzelnen Arbeitsplätze werden systematisiert und in hierarchischen Strukturen zusammengefaßt, wobei verschiedene Aspekte bei der Strukturierung berücksichtigt werden können, z. B.:

- Produktionstechnische Substituierbarkeit

Verschiedene Arbeitsplätze können gleichartige Tätigkeiten im Produktionsprozeß durchführen. Zum einen trifft dies auf identische Maschinen zu, wenn beispielsweise mehrere Exemplare eines Typs in einem Produktionsbereich zur Verfügung stehen. Darüber hinaus können sich jedoch auch Maschinen unterschiedlichen Typs substituieren, wenn sie die gleiche Produktionstechnologie bereitstellen. Häufig werden derartige Maschinen in eine Arbeitsplatzgruppe oder eine Maschinengruppe zusammengefaßt.

- Kostenrechnerische Aspekte

Ein weiterer Strukturierungsgesichtspunkt kann sich aus kostenrechnerischen Aspekten ergeben. So können die Arbeitsplätze zusammengefaßt werden, die kostenrechnerisch als eine Kostenstelle behandelt werden. Häufig werden auch die produktionstechnisch gleichen Maschinen zu einer Kostenstelle zusammengelegt.

- Fertigungsorganisatorische Aspekte

Fertigungsorganisatorische Aspekten orientieren sich an der aufbauorganisatorischen Zuständigkeit für die dispositiven oder operativen Aufgaben der Fertigung. Traditionell wird, der Arbeitsteilung folgend, die Fertigung verrichtungsorientiert strukturiert. So werden nach produktionstechnischen Gesichtspunkten gleichartige Maschinen zusammengefaßt, für die ein Meister zuständig ist. Eine derartige Meisterei wird auch Werkstatt genannt. Das Gegenstück zur Werkstattorganisation bildet die sogenannte Fertigungsinselorganisation, bei der die Verantwortungsbereiche objektorientiert gebildet werden. Dabei werden alle Arbeitsplätze organisatorisch zusammengeführt, die für die komplette Bearbeitung eines definierten Teilespektrums an Zwischen- oder Endprodukten notwendig sind.

Neben den Identifikationsdaten wie Arbeitsplatznummer, Arbeitsplatztyp und Beschreibung werden in den Stammdaten der Arbeitsplätze unter anderem folgende Informationen gepflegt:

- Dispositive Informationen für die Produktionsplanung und –steuerung wie Arbeitstage pro Woche, Schichten pro Tag, Nutzungsgrad, Leistungsgrad, durchschnittliche Wartezeit, Rüstzeit und Bearbeitungszeit am Arbeitsplatz.

- Daten zur Instandhaltung und Wartung wie Wartungsintervall, Zeitpunkt der letzten und nächsten Inspektion, Lieferant, Laufzeiten, Reststandzeiten, etc.
- Daten zur Anlagenbuchführung und Kostenrechnung: Kostenstellenzuordnung, Kosten- und Kalkulationssätze, Anschaffungsjahr, Anschaffungspreis, Buchwert, Abschreibungssätze.

3.2.2. Sonstige Ressourcen

In den Produktionsplanungs- und -steuerungssystemen werden von den Ressourcen im allgemeinen die Maschinen bzw. Arbeitsplätze, wie im vorhergehenden Abschnitt gezeigt, verwaltet, die Daten anderer Ressourcen hingegen oft nur in dedizierten Systemen. Produktionslogistisch relevant sind aber auch solche Ressourcen, insbesondere dann, wenn sie bei der Planung aufgrund möglicher Kapazitätsengpässe oder als Einzelkosten bei der Kalkulation berücksichtigt werden müssen. Stellen derartige Ressourcen Kapazitätsengpässe dar, so sollten sie, neben den Arbeitsplätzen, dispositiv bei der Produktionsplanung berücksichtigt werden. Dies wird auch als Mehrressourcenplanung bezeichnet. Zwei Ressourcenarten soll kurz betrachtet werden:

- Fertigungshilfsmittel

Fertigungshilfsmittel sind Werkzeuge, Vorrichtungen und Prüfmittel. Werkzeuge dienen zur Form- oder Stoffveränderungen des Werkstückes. Vorrichtungen dienen zur Aufnahme und Fixierung des Werkstückes während der Bearbeitung. Prüfmittel dienen zur Überprüfung der produzierten Qualität, somit der Qualitätssicherung. Handelt es sich um geringwertige Fertigungshilfsmittel oder um Standardfertigungshilfsmittel, so werden diese oft nicht einzeln verwaltet. Vielmehr werden diese wie Verbrauchsmaterial bevorratet und den einzelnen Maschinen zugeordnet. Eine eigenständige Disposition ist jedoch empfehlenswert, wenn es sich um hochpreisige Werkzeuge und Vorrichtungen handelt, oder wenn Werkzeuge und Vorrichtungen in einer eigenen Abteilung (Werkzeug- und Vorrichtungsbau) aus Werkzeugkomponenten und Vorrichtungsbaukasten angefertigt werden. Dies tritt z. B. in der Sondereinzelfertigung auf. Mit einer entsprechenden Verwaltung ist jederzeit der Zustand, Verschleiß und Reststandzeit der einzelnen Fertigungshilfsmittel bekannt. Prüfmittel unterliegen dagegen im allgemeinen nur einem sehr geringen Verschleiß. Große, stationäre Prüfmittel, zu denen die Werkstücke transportiert werden, können aus produktionslogistischer Sicht wie Arbeitsplätze behandelt werden. Moderne Maschinen wie Bearbeitungszentren oder Flexible Fertigungssysteme haben häufig ein eigenständiges Werkzeugsmanagement integriert, von der die Fertigungshilfsmittel verwaltet, disponiert und überwacht werden (Vgl. Geib 97).

- Menschliche Arbeitsleistung

Die menschliche Arbeitsleistung für operative Aufgaben stellt eine produktionslogistisch relevante Ressource dar, da sie, neben den Maschinen, oft zum Engpaß in der Fertigung wird. Trotzdem erfolgt meist keine eigenständige Disposition, da Informationen über Mitarbeiter sensitive Daten sind. So müßte, analog zur Ressource Maschine, zu jedem Mitarbeiter ein Qualifikationsprofil erstellt werden, aus dem ersichtlich ist, welche Tätigkeiten er übernehmen kann. Bei der Planung des Produktionsprogrammes könnte dann, analog zur Belegung der Maschinenkapazität, die Belegung der Mitarbeiterkapazität ermittelt werden. Selbst wenn diese Informationen bereits in den Informationssystemen der Personalabteilung vorhanden sind, wird aus betriebspolitischen Grün-

den meist auf eine exakte Disposition verzichtet. Vielmehr wird, wie der nächste Abschnitt zeigt, über das Kapazitätsangebot der Ressource Maschine die menschliche Arbeitsleistung näherungsweise berücksichtigt.

3.2.3. Ressourcenkapazität

Für die Disposition sind neben den eigentlichen Ressourcendaten auch deren potentielle Kapazitäten von Bedeutung. Die Kapazität bezieht sich dabei einerseits auf die Leistungsfähigkeit einer Ressource und andererseits auf deren zeitliche Verfügbarkeit.

Die Leistungsfähigkeit kann in Abhängigkeit vom Ressourcentyp durch unterschiedliche Angaben spezifiziert werden. So wurden beispielsweise beim Arbeitsplatz bereits der Leistungsgrad als beschreibendes Attribut genannt. Mit derartigen Faktoren können unterschiedliche Leistungsangebot einzelner Arbeitsplätze bei der Disposition berücksichtigt werden.

Auch die zeitliche Verfügbarkeit der Arbeitsplätze wurde bereits mit den beschreibenden Attributen Arbeitstage pro Woche und Schichten pro Tag angesprochen. Diese verfügbare Zeit stellt in zweifacher Hinsicht eine Vereinfachung dar:

- Zum einen spiegelt die verfügbare Zeit die Anwesenheit des Bedienungspersonals wider. Dies bedeutet, daß die operative menschliche Arbeitsleistung, wie im vorherigen Abschnitt besprochen, nicht explizit betrachtet, sondern bei der Maschinenkapazität berücksichtigt wird.
- Zum anderen können statt der recht groben Zahlen detaillierte Schichtpläne spezifiziert werden. Die Schichtpläne enthalten pro Wochentag (oder einer sonstigen Periode) die genauen Arbeitszeiten. Die Schichtpläne werden als eigenständiges Stammdatum gepflegt. Den einzelnen Arbeitsplätzen können zeitlich die jeweiligen Schichtpläne zugeordnet werden, z. B. Maschine D01 in Januar und Februar Normalschicht, ab März Früh- und Spätschicht. Gegebenenfalls können sich die Zeitangaben auch auf einen Fabrikkalender beziehen (siehe Abschnitt Fabrikkalender). Mit diesen Angaben kann für jeden gewünschten Zeitpunkt ermittelt werden, ob ein Kapazitätsangebot vorhanden ist. Aus dieser detaillierten, zeitkontinuierlichen Betrachtung können auch verdichtete, zeitrasterbezogene Angaben abgeleitet werden, z. B. 40 Stunden Kapazitätsangebot in Kalenderwoche 4.

3.3. Stücklisten

In den Erzeugnisstrukturen ist hinterlegt, aus welchen Materialien ein Produkt hergestellt ist. Damit geben die Erzeugnisstrukturen im produktionswirtschaftlichen Sinn die Beziehungen und die Verhältnisse von Produktionsinput in Form von Repetierfaktoren und Produktionsoutput in Form von Produkten wieder. Die Erzeugnisstrukturen können in verschiedenen Formen dargestellt werden, z. B. in graphischer Form als Erzeugnisstrukturbaum und Gozintograph sowie in tabellarischer Form als Stückliste.

Erzeugnisstruktur bäume zeigen in Form gerichteter Graphen die Zusammensetzung eines Produkts. Dabei repräsentieren, wie Abbildung 1 zeigt, die Knoten die Materialien und die Kanten die einzelnen Erzeugnisstrukturbeziehungen. Die Produktionskoeffizienten, die die benötigte Menge des untergeordneten Materials zur Herstellung einer Einheit des übergeordneten Materials angeben, werden an den Erzeugnisstrukturkanten angegeben. Sie sind die Maßgrößen der Verbrauchsfaktoren. Weiterhin kann die Vor-

laufverschiebung zwischen dem Input- und dem Outputmaterial angegeben werden. Die Vorlaufverschiebung ist als die Zeitdauer definiert, die zwischen der Fertigstellung des Outputmaterials und der Bereitstellung des Inputmaterials liegen muß. Sie sind in Abbildung 1 mit der Kennung VLV an den Kanten abgetragen.

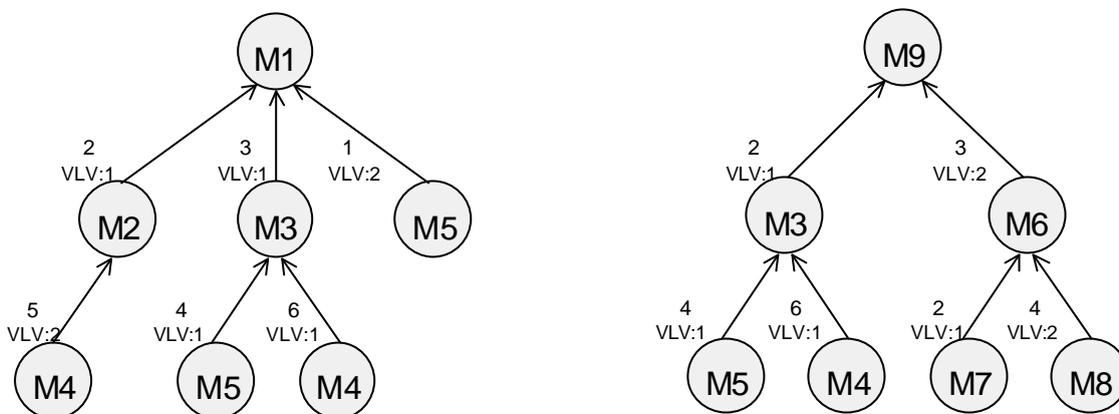


Abbildung 1: Erzeugnisstrukturen

Wird eine Erzeugnisstruktur so dargestellt, daß zur Vermeidung von Redundanzen jedes Material nur einmal als Knoten vorkommt, ergibt sich ein Gozintograph. Dadurch lassen sich mehrere Erzeugnisbäume übersichtlich in einem Gozintographen zusammenführen, wie in Abbildung 2 gezeigt.

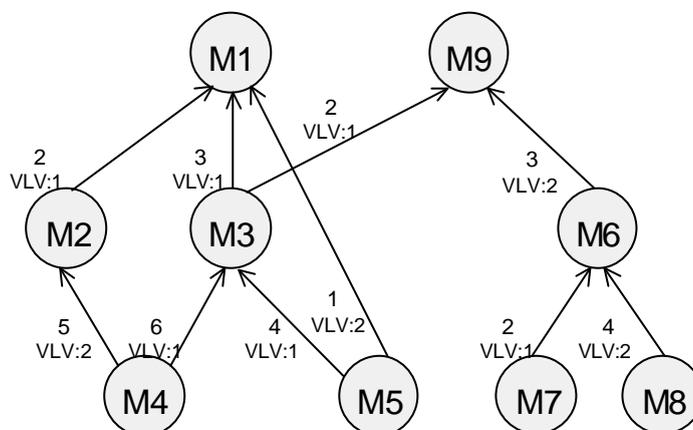


Abbildung 2: Gozintograph

Stücklisten sind tabellarische Auflistungen der Materialkomponenten eines Produkts. Hierbei kann nach der Tiefe der Komponentenangaben und der Art der Mengenangaben unterschieden werden. Abbildung 3 zeigt die Stücklisten zum Produkt M1 des Erzeugnisstrukturbaums aus Abbildung 1. Bei Baukastenstücklisten werden nur die direkt eingehenden Materialien mit Produktionskoeffizient und Vorlaufverschiebung angegeben. Bei Strukturstücklisten werden zu jeder Komponente jeweils die untergeordneten Komponenten einschließlich Produktionskoeffizient aufgeführt. Damit stellt die Strukturstückliste die tabellarische Form eines Erzeugnisstrukturbaums dar. Die Übersichtsstückliste führt alle unmittelbaren oder mittelbaren Komponenten nur einmal auf und kumuliert für jede Position alle unmittelbaren oder mittelbaren Produktionskoeffizien-

ten. Vorlaufverschiebungen können hier nicht sinnvoll angegeben werden. Teileverwendungsnachweise sind wie die Stücklisten tabellarische Aufstellungen, allerdings mit der entgegengesetzten Blickrichtung. Hierzu wird angegeben, in welche Produkte oder Zwischenprodukte ein Material eingeht.

Da die Stückliste die in der betrieblichen Praxis am häufigsten benutzte Form der Erzeugnisstruktur ist, wird der Begriff Stückliste oder Stücklistenwesen meist ganz allgemein für den gesamten Bereich der Erzeugnisstrukturverwaltung verwendet, so z. B. auch als Oberbegriff für die Verwaltungsfunktionen in PPS-Systemen.

Baukastenstückliste M1				Strukturstückliste M1				Übersichtsstückliste M1		
Pos.	Material	Menge	VLV	Pos.	Material	Menge	VLV	Pos.	Material	Menge
1.	M2	2	1	1.	M2	2	1	1.	M2	2
2.	M3	3	1	1.1	M4	5	2	2.	M3	3
3.	M5	1	2	2.	M3	3	1	3.	M4	28
				2.1	M5	4	1	4.	M5	13
				2.2	M4	6	1			
				3.	M5	1	2			

Abbildung 3: Stücklistenarten

Die Verwaltung von Stücklisten benötigt die Materialstammdaten. Die Pflege des Materialstammes ist also Voraussetzung für die Stücklistenverwaltung. Stücklisten werden in der Regel als Baukastenstücklisten gespeichert, Struktur- und Übersichtsstücklisten können aus den Baukastenstücklisten temporär generiert werden. Stücklisten dienen unter anderem dazu, für ein gegebenes Produktionsprogramm die notwendigen Mengen an Rohstoffen zu ermitteln. Des Weiteren stellen sie eine Basis für die Kalkulation der Produkte dar. Je nach Verwendung der Stückliste können unterschiedliche Stücklistentypen unterschieden werden, z. B. Fertigungsstücklisten als Basis für den Herstellungsprozeß, Konstruktionsstücklisten als Ergebnis des Konstruktionsvorganges, Verkaufsstücklisten als Kommissionierungsvorgabe für die Verpackung der Endprodukte oder Ersatzteilstücklisten für Ersatzteillieferungen. Die wichtigsten Attribute einer Stückliste sind die Identifikation und die Materialnummer, für die die Stückliste gilt, der Stücklistentyp (z. B. Fertigungs- oder Konstruktionsstücklisten) und Statuskennzeichen, ob die Stückliste noch aktiv ist. Pro Position der Baukastenstückliste wird ein Positionssatz angelegt, der unter anderem die Information zur benötigten Komponente (Materialnummer), zum Produktionskoeffizient, zur Vorlaufverschiebung und zum Ausschußsatz enthält.

Da die effiziente, DV-gestützte Verwaltung von Stücklisten mit einfacher Dateiorganisation ein nicht-triviales Problem ist, wurden frühzeitig spezielle Systeme zur Verwaltung von Stücklisten entwickelt, die sogenannten BOM-Prozessoren (Bill of Materials). Diese können als Vorstufe kommerzieller Datenbankmanagementsysteme angesehen werden.

In Abhängigkeit von den anzutreffenden produktionstypologischen Merkmalen müssen die bisher gezeigten Stücklistenstrukturen weiterentwickelt werden, um zusätzliche Anforderungen abzudecken, z. B.:

- Varianten

Varianten stellen unterschiedliche Ausführungen von Produkten dar, um die Produktvielfalt für den Kunden zu erhöhen. Die Produkte unterscheiden sich dabei in einzelnen Merkmalen, ohne jedoch grundsätzlich verschieden zu sein. So kann bei einem Auto zwischen verschiedenen Farben, Motorleistung, Innenausstattung, etc. ausgewählt werden, wobei sich leicht mehrere Tausend unterschiedlicher Kombinationsmöglichkeiten von Ausprägungen ergeben. Die Definition jeder Variante mit eigenständigem Materialstammsatz und Stückliste würde zu einer Explosion des Datenbestandes führen. Eine Lösungsmöglichkeit besteht darin, Gleichteile zu definieren, die die Basis einer Variantenfamilie darstellen. Aufbauend auf dem Gleichteil werden die einzelnen Varianten mit Plus-Minus-Stücklisten definiert, bei denen zusätzliche Komponenten hinzugefügt und nicht benötigte Komponenten abgezogen werden (Vgl. Scheer 97, S. 105ff, Wedekind/Müller 81).

- Kuppelprodukt

Bei der Kuppelproduktion fallen gleichzeitig mehrere Produkte an. Dies bedeutet, daß eine Stückliste gleichzeitig mehreren Produkten zugeordnet sein müßte. Falls bei der Kuppelproduktion ein Hauptprodukt mit mehreren Nebenprodukten anfällt, kann dies approximativ durch eine Stückliste für das Hauptprodukt dargestellt werden, bei der neben den Inputmaterialien die Nebenprodukte als Input mit negativen Mengen angegeben werden. Eine derart einfache Lösung eignet sich beispielsweise für mechanisch hergestellte Produkte, bei denen Nebenprodukte wie Späne und Verschnitt anfallen, die zwar als Wertstoff verkauft werden, für die aber kein Produktionsprogramm geplant wird. Gibt es dagegen mehrere gleichberechtigte Koprodukte, z. B. in der der Urproduktion nahen Verarbeitung wie Raffinerie oder Schlachthof, so sind die Stücklistenstrukturen und die Mengenverrechnungen wesentlich aufwendiger (Vgl. Loos 97, S. 156ff.).

- Zyklische Strukturen

Bei zyklischen Strukturen wird ein Teil der Produkte selbst wieder als Input benötigt, z. B. Katalysatoren in der chemischen Industrie. Häufig treten Zyklen gleichzeitig mit der Kuppelproduktion auf. Die Abbildung zyklischer Strukturen in den Stücklisten ist zwar prinzipiell kein Problem, doch wird dies oft über Plausibilitätsprüfungen abgefangen, da die einfachen Algorithmen zur Verarbeitung der Stücklisten Zyklen nicht verarbeiten können (Vgl. Loos 97, S.168ff.).

3.4. Arbeitspläne

Während die Stücklisten nur die Repetierfaktoren für die Herstellungen eines Produktes beschreiben, enthalten die Arbeitspläne alle notwendigen Produktionsressourcen sowie die Beschreibung des eigentlichen Herstellungsprozesses. Die Arbeitspläne dienen beispielsweise als Beschreibung der durchzuführenden Tätigkeiten für die Mitarbeiter in der Produktion, für die Erstellung von Fertigungsauftragspapieren, zur Terminierung der Produktionsprozesse, zur Kalkulation der Fertigungskosten und zur Lohnermittlung bei leistungsabhängiger Entlohnung.

Die Arbeitspläne beschreiben die einzelnen Arbeitsschritte und die Produktionsressourcen, die für die Herstellung eines Zwischen- oder Endproduktes notwendig sind. Die Arbeitsschritte werden Arbeitsgänge oder Arbeitsvorgänge genannt. Üblicherweise wird ein Arbeitsgang als die Tätigkeit an einem Arbeitsplatz definiert. Dies bedeutet, daß der Umfang eines Arbeitsgangs durch das technologische Potential des Arbeitsplatzes bestimmt ist. So kann an einer einfachen Bohrmaschine der Arbeitsgang nur eine Bohrung

umfassen, während ein Arbeitsgang an einem Bearbeitungszentrum sowohl Bohren als auch Fräsen enthalten kann. Ein Arbeitsplan besteht in der Regel aus mehreren, bei komplexen Produktionsprozessen bis zu über 20 Arbeitsgängen. Die Arbeitsgänge sind nacheinander abzuarbeiten, um aus dem Rohmaterial das Zwischen- oder Endprodukt herzustellen. Ein Arbeitsplan bezieht sich dabei auf eine Stücklistenstufe. So umfaßt beispielsweise der Arbeitsplan in Abbildung 4 drei Arbeitsgänge, um aus dem Material M4 in Abbildung 1 das Material M2 herzustellen. Um M1 aus M2, M3 und M5 herzustellen, ist ein weiterer Arbeitsplan zu definieren.

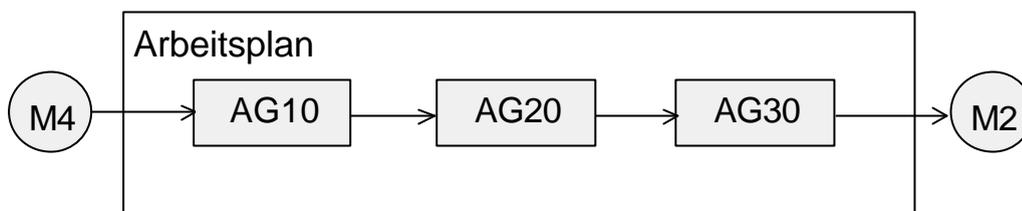


Abbildung 4: Arbeitsplan

Für ein Material können durchaus mehrere alternative Arbeitspläne definiert sein, z. B. in Abhängigkeit von der Losgröße. Einzelstücke oder kleine Lose können so z. B. auf manuellen Arbeitsplätzen, große Lose des gleichen Materials auf hochautomatisierten Arbeitsplätzen gefertigt werden. Ein Arbeitsplan kann andererseits für die Herstellung mehrerer Materialien gültig sein, wenn sich beispielsweise die herzustellenden Teile nur in der Farbe (Varianten), nicht jedoch im Herstellungsprozeß unterscheiden.

Ein Arbeitsplan besteht aus mehreren Bestandteilen: dem Arbeitsplankopf, den Arbeitsgängen, den notwendigen Ressourcen zur Durchführung der Arbeitsgänge, sowie den Rohmaterialien. Die wichtigsten Informationen sind im einzelnen:

Arbeitsplankopf:

- Identifikationsdaten, Nummer des Arbeitsplans
- Materialnummer des herzustellenden Materials
- Textuelle Beschreibung
- Nummern der technischen Zeichnung
- Art des Arbeitsplan, z. B. Produktionsarbeitsplan, Versuchsarbeitsplan, Reparaturarbeitsplan
- Losgrößenbereich, für die der Arbeitsplan gilt
- aggregierte Zeiten aus den Werten der einzelnen Arbeitsgänge

Informationen pro Arbeitsgang:

- Identifikation
- Textuelle Beschreibung der durchzuführenden Tätigkeit
- Arbeitsplatz für die Durchführung. Je nach der Definition der produktionstechnischen Substituierbarkeit von Arbeitsplätzen kann sich die Angabe auf einen einzelnen Arbeitsplatz oder eine Arbeitsplatzgruppe beziehen. Eventuell werden auch Ausweicharbeitsplätze angegeben.
- Angaben zu benötigten NC-Programmen, falls der Arbeitsgang auf einer NC-gesteuerten Maschine durchgeführt wird.
- Zeitdauern für die Durchführung. Die Zeitangaben werden meist unterschieden nach fixen Rüstzeiten und Bearbeitungszeiten pro Stück. Die Werte werden einerseits als

Vorgabezeiten für die Lohnermittlung festgelegt. Andererseits dienen sie auch zur Kalkulation der Fertigungskosten, sowie der Terminierung von Fertigungsaufträgen. Weitere Zeitanteile sind beispielsweise Nachbereitungszeiten, Transportzeiten zur nächsten Bearbeitung und Wartezeiten.

- Angaben zu weiteren notwendigen Ressourcen wie Werkzeuge oder Vorrichtungen.

Üblicherweise werden alle Arbeitsgänge eines Arbeitsplans sequentiell abgearbeitet. Die Arbeitsgänge werden hierzu in aufsteigender Folge durchnummeriert. Moderne Fertigungsverfahren lassen jedoch Alternativen zu, die in den Arbeitsplänen gepflegt werden sollten. Dadurch werden der Fertigung größere Freiheitsgrade gegeben, so daß kurzfristig reagiert werden kann. Mögliche Freiheitsgrade sind (Vgl. Loos 92, S. 134.ff):

- Ausweicharbeitsgänge

Für einzelne Arbeitsgänge oder mehrere Arbeitsgänge können Alternativen definiert sein. Im einfachsten Fall sind nur Ausweicharbeitsplätze angegeben. Ändert sich jedoch die Tätigkeit, so sind komplette Alternativarbeitsgänge notwendig.

- Überlappende Fertigung oder parallele Arbeitsgänge

Um die Durchlaufzeit zu verkürzen, kann es sinnvoll sein, die Bearbeitung eines Folgearbeitsgang nicht erst zu beginnen, wenn die Bearbeitung des kompletten Loses am vorhergehenden Arbeitsgang beendet ist. Vielmehr kann, nachdem ein Teillos abgeschlossen ist, bereits überlappend mit dem Folgearbeitsgang begonnen werden. Werden mehrere unterschiedliche Materialien bearbeitet, z. B. bei Montagevorgängen, kann eine komplette Parallelbearbeitung unterschiedlicher Arbeitsgänge sinnvoll sein.

- Alternative Reihenfolge

Häufig ist die Reihenfolge der einzelnen Bearbeitungsschritte aus technologischen Gründen nicht zwingend vorgegeben. Hier ist es sinnvoll, die Wahlfreiheit der Reihenfolge zu definieren, z. B. indem zu jedem Arbeitsgang die notwendigen Vorarbeitsschritte definiert werden. In einer konkreten Fertigungssituation kann dann aus den noch offenen Arbeitsgängen der situativ günstigste ausgewählt werden.

- Zustandsbedingte Arbeitsgänge

Die Notwendigkeit, bestimmte Arbeitsgänge durchzuführen, kann von bestimmten Zuständen abhängen, z. B. bestimmt die erreichte Produktqualität, ob gegebenenfalls eine Nachbearbeitung notwendig ist.

In den PPS-Systemen für die stückorientierte Fertigung hat sich mit dem Konstrukt der Stückliste als Beschreibung der Erzeugnisstruktur und dem Arbeitsplan als Beschreibung der Arbeitsschritte eine Zweiteilung bei der Abbildung der Produktionsprozesse durchgesetzt, die von einem einfachen Produktionsmodell ausgeht. Dabei wird von einer Trennung zwischen Materialwirtschaft einerseits und Zeitwirtschaft andererseits ausgegangen. Die Materialwirtschaft arbeitet vornehmlich mit dem Materialstamm und den Stücklisten. Für temporale Betrachtungen im Rahmen der Materialbedarfsauflösung werden stark vereinfachte Zeitwerte für die Produktionsprozesse in Form von Durchlaufzeit und Vorlaufzeit, wie bei den Stammdaten für Material und Stücklisten besprochen, genutzt. In der sich anschließenden Zeitwirtschaft werden dann im Rahmen der Terminierung die einzelnen Arbeitsgänge detaillierter betrachtet. Das Vorgehen bei der operativen Disposition der Produktionslogistik findet seine Entsprechung in den Leistungsgestaltungsprozessen. Auch dort werden in der Konstruktion zuerst die Produkte

entworfen, geometrisch beschrieben und die Produktbestandteile festgelegt. Hierzu werden CAD-Systeme (Computer Aided Design) eingesetzt. Anschließend werden durch die Arbeitsvorbereitung im Rahmen der Arbeitsplanerstellung die für die Herstellung notwendigen Produktionsschritte definiert, wozu CAP-Systeme (Computer Aided Planning) bzw. NC-Programmiersysteme genutzt werden.

Trotz dieser Trennung muß festgehalten werden, daß Stücklisten und Arbeitspläne gemeinsam die Produktionsprozesse beschreiben. Produktionswirtschaftlich betrachtet handelt es sich bei den beiden Konstrukten um Teilsichten auf die betrieblichen Produktionsfunktionen (Vgl. Zäpfel 91). Die Stücklisten beschreiben den Einsatz der Repetierfaktoren, die Arbeitspläne den Einsatz der Potentialfaktoren. In der Prozeßindustrie (z. B. chemischen Industrie) ist eine derartige Trennung nicht üblich, da eine Beschreibung der Prozeßschritte ohne genauen Bezug zu den verarbeiteten Materialien nicht sinnvoll ist. Dort werden statt Arbeitsplänen Rezepte gepflegt. Die Herkunft des Begriffs Rezept vom lateinischen 'recipe' für 'nimm' deutet auf den Zusammenhang zwischen Einsatzstoffen und Verfahren hin, da ein Rezept zur Herstellung eines Stoffes (Outputmaterial) die Zutaten (Inputmaterialien) sowie die Verarbeitungsvorschriften (Prozeßschritte) enthält (Vgl. Corsten/May 94, Loos 97, Preßmar 96).

3.5. Fabrikkalender

Unter einem Fabrikkalender, manchmal auch als Werkskalender bezeichnet, versteht man eine Aufstellung aller Arbeitstage, an denen produziert wird. Die Arbeitstage werden sortiert und numeriert. Je nachdem, ob am Wochenende und an Freitagen produziert wird und ob allgemeine Betriebsferien eingehalten werden, können pro Jahr zwischen 250 und 365 Arbeitstage anfallen. Die Numerierung der Arbeitstage ist fortlaufend, so daß nach Monats- oder Jahreswechsel nicht neu durchnummeriert wird. Wenn beispielsweise der Fabrikkalendertag 763 auf einen Donnerstag, den 30. Dezember fällt und an Silvester sowie am Wochenende nicht gearbeitet wird, so hat der 3. Januar als nächster Arbeitstag die Nummer 764 im Fabrikkalender.

Der Sinn des Fabrikkalenders liegt in der einfachen Handhabung von Berechnungen. So können die numerischen Werte für Zeitpunkte (in Fabrikkalendertagen) sowie für Zeitdauern (in Arbeitstage) ohne Probleme addiert und subtrahiert werden. Benötigt die Herstellung eines Teiles 20 Arbeitstage und soll zum Fabrikkalendertag 721 begonnen werden, so ist mit einer Fertigstellung am Tag 741 zu rechnen. Betriebsintern können alle zeitlichen Berechnungen komplett in Fabrikkalendertagen erfolgen. Nur an der Schnittstelle zur Außenwelt, insbesondere zu Kunden und Lieferanten, müssen die Zeitangaben in gregorianische Kalenderdaten umgewandelt werden.

Durch den zunehmenden Einsatz von Informationstechnologie nimmt jedoch die Bedeutung der Fabrikkalender ab. Werden die zeitlichen Berechnungen durch ein Informationssystem unterstützt, so ist es empfehlenswert, auf einen Fabrikkalender zu verzichten, um nur mit dem gregorianischen Kalender zu operieren.

3.6. Datenstrukturen der Grunddaten

Die Strukturen der Grunddaten sind vereinfacht in einem Datenmodell in Abbildung 5 dargestellt. Die linke Seite zeigt die Stammdaten. Die Notation des Datenmodells erfolgt in der Unified Modeling Language (UML) (Vgl. OMG 97). In UML werden die unterschiedlichen Typen von Stamm- und Bewegungsdaten als Klassen bezeichnet und als Rechtecke dargestellt. Die durchgezogenen Kanten sind die Assoziationen (Beziehungen), die zwischen den Klassen existieren. Ist eine Assoziation Träger von Attribu-

ten, so wird sie als Raute dargestellt, der über einer gestrichelten Kante ein Klassensymbol zugeordnet ist. Die Multiplizitäten (0..1, 1..1, 0..* oder 1..*) an den Kanten geben mit Unter- und Obergrenzen an, wie viele Beziehungen ein Stamm- oder Bewegungsdatum hinsichtlich einer Assoziation mindestens und maximal eingehen kann (zu detaillierten Datenstrukturen von Grunddaten der Produktion vgl. Kränzle 95, Kurbel 95, Loos 92, Mertens 95, Scheer 97, Schönsleben 93).

Die Klasse Material in der linken oberen Ecke ist über die Assoziation Materialstückliste mit der Klasse Stückliste verbunden. Eine Stückliste ist eindeutig (Multiplizität 1..1) einem Materialstamm zugeordnet. Einem Materialstamm können hingegen keine Stückliste (z. B. bei Rohstoffen) oder mehrere Stücklisten (unterschiedliche Stücklistentypen, z. B. Fertigungsstückliste, Konstruktionsstückliste und Verkaufsstückliste) zugeordnet sein (0..*). Die einzelnen Komponenten der Stückliste (Inputmaterialien) werden als Assoziation Stücklistenposition zwischen der Klasse Material und der Klasse Stückliste dargestellt. Die Multiplizitäten sind hier jeweils 0..*. Falls nur nicht-leere Stücklisten (mindestens ein Inputmaterial) zugelassen sein sollen, ist die Multiplizität zwischen Material und Stücklistenposition 1..*. Die Klasse Stückliste stellt eine Baukastenstückliste dar.

Die Klasse Arbeitsplan enthält alle Kopfinformationen eines Arbeitsplans. Sie ist mindestens einem Materialstamm zugeordnet, kann aber auch für mehrere Materialien Gültigkeit besitzen (1..*). Nur den Materialien, die im Unternehmen produziert werden, ist ein Arbeitsplan zugeordnet. Fremdbezogene Materialien weisen dagegen keinen Arbeitsplan auf. Sind mehrere Arbeitspläne zugeordnet, so stellen diese aus Sicht des Materials Alternativen dar (0..*). Einem Arbeitsplan ist mindestens ein Arbeitsgang zugeordnet (1..*), ein Arbeitsgang gehört genau zu einem Arbeitsgang (1..1). Nicht abgebildet in den Datenstrukturen ist die Möglichkeit von Standardarbeitsgängen, die unabhängig von Arbeitsplänen für bestimmte Tätigkeiten definiert werden und von verschiedenen Arbeitsplänen referenziert werden können. Weiterhin unberücksichtigt sind Ausweicharbeitsgänge, parallele Arbeitsgänge und alternative Arbeitsgangreihenfolgen. Ein Arbeitsgang ist mindestens einer Arbeitsplatzgruppe zugeordnet (1..*). Sind mehrere Arbeitsplatzgruppen zugeordnet, so sind die Zuordnungen als alternativ zu interpretieren. Eine Arbeitsplatzgruppe kann für die Bearbeitung beliebig vieler Arbeitsgänge zuständig sein (0..*). Ein Arbeitsplatz gehört eindeutig zu einer Arbeitsplatzgruppe (1..1), eine Gruppe besteht aus mindestens einem Arbeitsplatz (1..*). Wenn ein Arbeitsgang produziert werden soll, so muß ein Arbeitsplatz aus den dem Arbeitsgang zugeordneten Arbeitsplatzgruppen ausgewählt werden. Zur Festlegung der zeitlichen Verfügbarkeit der Ressourcenkapazität wird die Klasse Schichtplan eingeführt. In einem Schichtplan werden für jeden Tag des rollierenden Schichtmusters genau die Anfangszeiten, Endzeiten und Arbeitspausen der einzelnen Schichten festgehalten. Mit der Assoziation Kapazität können die Schichtpläne zeitabhängig den einzelnen Arbeitsplätzen zugeordnet werden. Einem Arbeitsplatz ist zu einem Zeitpunkt höchstens ein Schichtplan zugeordnet (0..1), ein Schichtplan kann für mehrere Arbeitsplätze gültig sein (0..*). Zu einem Zeitpunkt kann ein Schichtplan mehreren Arbeitsplätzen zugeordnet sein (0..*). Neben den Arbeitsplatzgruppen können für die Arbeitsgängen die erforderlichen Fertigungshilfsmittel wie Werkzeuge oder Vorrichtungen definiert werden. Ein Arbeitsgang kann mehrere Fertigungshilfsmittel benötigen (0..*), ein Fertigungshilfsmittel kann für mehrere Arbeitsgänge genutzt werden (0..*).

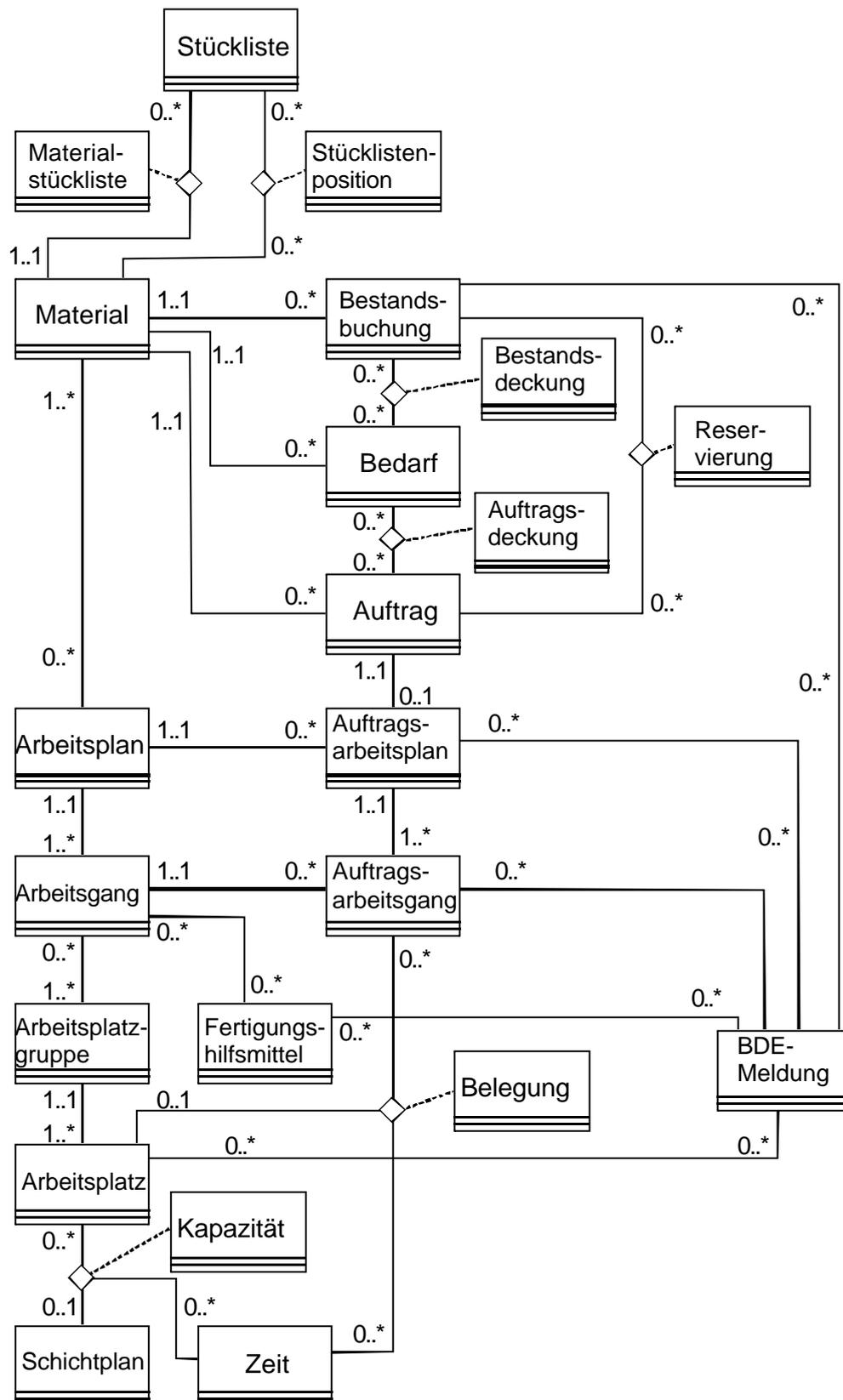


Abbildung 5: Grunddaten der Produktionsplanung und -steuerung (vereinfachte Datenstrukturen in UML)

4. Bewegungsdaten der Produktionsplanung und -steuerung

Von den Bewegungsdaten der PPS-Systeme werden die Lagerbestände, die Bedarfe und Fertigungsaufträge sowie die Betriebsdaten diskutiert.

4.1. Lagerbestände

Ein Materialstamm für ein Produkt oder Rohstoff wird als Stammdatum unabhängig von dem aktuell im Unternehmen vorhandenen Bestand definiert. Die Bestände an Materialien stellen dagegen Bewegungsdaten dar. Pro Materialstamm ist hierfür ein Bestandskonto zu führen, bei dem auf der Aktivseite sämtliche Bestände und erwarteten Zugänge und auf der Passivseite die Entnahmen, Reservierungen und erwarteten Abgänge verbucht werden. Da nicht nur tatsächliche Lagerbewegungen, sondern auch dispositive Bewegungen erfaßt werden, können unterschiedliche Bestandsarten wie freier Bestand, gesperrter Bestand, reservierter Bestand, geplanter Bestand etc. ermittelt werden. Die aktuellen, kumulierten Bestände können, wie bereits im Abschnitt Materialstamm und Produktdaten aufgeführt, zusätzlich im Materialstamm gepflegt werden. In den Datenstrukturen in Abbildung 5 ist für die Bestandsführung die Klasse Bestandsbuchung eingefügt worden. Alle Einträge in der Klasse Bestandsbuchung zu einem Material stellen das Bestandskonto des Materials dar. Eine Bestandsbuchung wird eindeutig einem Material zugeordnet (1..1). Ein Material hat viele Bestandsbuchungen, eventuell existieren auch Materialstämme, für die keine Bestände gepflegt werden, was zu einer Multiplizität von 0..* führt.

4.2. Bedarfe und Fertigungsaufträge

Das Produktionsprogramm für die einzelnen Perioden wird in der Produktionsplanung und -steuerung im Rahmen der Materialwirtschaft und Zeitwirtschaft mengen- und zeitmäßig festgelegt. Die Materialwirtschaft ermittelt hierzu im ersten Schritt die Bedarfe an den herzustellenden End- und Zwischenprodukten. Die Bedarfe setzen sich aus Primärbedarfen und Sekundärbedarfen zusammen. Primärbedarfe fallen bei Verkaufsprodukten aufgrund vorliegender Kundenaufträge sowie Verkaufsprognosen an. Sekundärbedarfe ergeben sich bei Zwischenprodukten. Sie werden mittels Stücklistenauflösung aus den Aufträgen der übergeordneten Materialien ermittelt.

Zur Abbildung der Bedarfe ist in den Datenstrukturen in Abbildung 5 eine entsprechende Klasse eingeführt. Ein Bedarf bezieht sich eindeutig auf ein Material (1..1). Wichtige Attribute eines Bedarfs sind Bedarfsmenge, Bedarfstermin und Art des Bedarfs (z. B. Primär- oder Sekundärbedarf, Brutto- oder Nettobedarf). Zu einem Material können mehrere Bedarfe auftreten (0..*).

In der Brutto-Netto-Rechnung wird aus den kumulierten Bruttobedarfen (Klasse Bedarf), dem Lagerbestand, dem Sicherheitsbestand, den erwarteten Lagerzugängen und den erwarteten Lagerabgängen (Klassen Bestandsbuchung und Material) der Nettobedarf eines Materials berechnet. Die Nettobedarfe sind Grundlage für die Bildung der Fertigungsaufträge. Fertigungsaufträge werden in der Klasse Auftrag abgelegt. Die wichtigsten Attribute eines Auftrags sind Mengen und Termin sowie der Auftragsstatus, der den Abarbeitungszustand des Auftrags widerspiegelt. Ein Auftrag bezieht sich wiederum eindeutig auf ein Material (1..1), während für ein Material beliebig viele Aufträge angelegt werden können, z. B. zu unterschiedlichen Terminen (0..*). Für die Auf-

tragsbildung werden die Nettobedarfe (Klasse Bedarf) unterschiedlicher Perioden unter Losgrößengesichtspunkten aggregiert oder aufgebrochen. Ergebnis der Losbildung sind die zu produzierenden Mengen eines Materials (Attribut Menge der Klasse Auftrag). Die Zusammenhänge zwischen Bedarf einerseits und Bestand und Auftrag andererseits werden in den Assoziationen Bestandsdeckung und Auftragsdeckung festgehalten. Eine Bestandsdeckung besagt, daß ein Bedarf über einen vorhandenen oder erwarteten Bestand im Lager gedeckt wird, d. h. für diese Bedarfsmenge ist keine Produktion notwendig. Eine Bestandsbuchung kann unterschiedliche Bedarfe decken, z. B. in unterschiedlichen Perioden (0..*), ein Bedarf kann von mehreren Bestandsbuchungen gedeckt werden (0..*). Über die Assoziation Auftragsdeckung wird die Verbindung zwischen den Bedarfen bzw. Bedarfsmengen, die in eigener Produktion gefertigt werden sollen, und den produzierenden Aufträgen hergestellt. Die Menge eines konkreten Bedarfs kann gleichzeitig teilweise durch Bestände und teilweise durch Aufträge gedeckt werden. Da ein Auftrag über die Losbildung Bedarfe unterschiedlicher Perioden decken kann und ein Bedarf über Aufträge in unterschiedlichen Perioden gedeckt werden kann, sind auch hier die Multiplizitäten jeweils 0..*.

Die Assoziation Reservierung hält für jeden Auftrag fest, welche Materialienbestände als Input für die Produktion des Auftrags in der Brutto-Netto-Rechnung reserviert wurden. Für einen Auftrag können verschiedene Bestände des gleichen oder unterschiedlichen Materials (bei mehreren Inputmaterialien laut Stückliste) reserviert werden. Eine Bestandsbuchung kann Material für mehrere Aufträge reservieren (jeweils 0..*).

Für die Produktion der Aufträge werden die Beschreibungen der Arbeitspläne benötigt. Hierzu muß von den Arbeitsplanalternativen des herzustellenden Materials ein Arbeitsplan ausgewählt werden. Dieser wird üblicherweise kopiert und mit den Informationen des Auftrags, insbesondere der Auftragsmenge und dem Auftragstermin, zusammengebracht. In den Datenstrukturen in Abbildung 5 sind hierzu die Klassen Auftragsarbeitsplan und Auftragsarbeitsgang angelegt. Zusammen mit dem Auftrag stellen sie die datentechnische Repräsentation der Fertigungspapiere dar. Ein Auftragsarbeitsplan bezieht sich genau auf einen Auftrag und auf einen (Stamm-)Arbeitsplan. Ein Auftragsarbeitsgang bezieht sich genau auf einen Arbeitsgang, was zu den jeweiligen Multiplizitäten von 1..1 führt.

Unter Berücksichtigung der Auftragstermine und Vorgabezeiten (z. B. Rüstzeiten, Stückzeiten und Wartezeiten) aus den Arbeitsgängen werden in der Zeitwirtschaft schließlich die Aufträge terminiert. Nachdem für jeden Auftragsarbeitsgang festgelegt wurde, auf welchen der alternativen Arbeitsplätze er bearbeitet werden soll, kann die Kapazitätsbelastung der einzelnen Ressourcen bestimmt werden. Für die Belegung der Arbeitsplätze wurde in der Datenstrukturen der Abbildung 5 die Assoziation Belegung eingeführt. Die Assoziation verbindet die Klassen Auftragsarbeitsgang, Arbeitsplatz und Zeit. Ein Arbeitsplatz kann zu einer Zeit mit mehreren Auftragsarbeitsgängen belegt werden (0..*), ein Auftragsarbeitsgang kann einem Arbeitsplatz zu unterschiedlichen Zeiten zugeordnet sein (0..*) und zu einer Zeit kann ein Auftragsarbeitsgang nur einen Arbeitsplatz belegen (0..1).

4.3. Betriebsdaten

Für ihre Steuer- und Regelungsfunktionen ist die Produktionsplanung und -steuerung auf aktuelle Informationen über das Geschehen der Produktion angewiesen. Um jederzeit eine transparente Übersicht über die Produktion zu haben und kurzfristig reagieren zu können, reicht es nicht, die Rückmeldungen über traditionelle Papierbelege zu orga-

nisieren. Vielmehr müssen die Daten direkt an Entstehungsort erfaßt und online verarbeitet werden. Dies entspricht auch den Mechanismen moderner Informationssysteme bezüglich der Online-Verarbeitung der Information zu Geschäftsprozessen. Für die Erfassung und Verarbeitung von Daten aus der betrieblichen Produktion hat sich im allgemeinen der Begriff Betriebsdatenerfassung (BDE) durchgesetzt (Vgl. Roschmann 1990). Der Begriff Betriebsdatenverarbeitung zielt auf die unmittelbare Verwertung der durch die Erfassung gesammelten Daten ab. Die primären Verarbeitungsfunktionen werden meist auch zur Betriebsdatenerfassung gezählt. Die Sekundärverarbeitung der Betriebsdaten ist in der Regel Aufgabe der jeweiligen betrieblichen Funktionen.

4.3.1. Erfassung der Betriebsdaten

Wesentliches Merkmal der Betriebsdatenerfassung ist das IT-gestützte Erfassen von Informationen am Entstehungsort in der Produktion. Hierzu bieten sich verschiedene Möglichkeiten an:

- **Spezielle BDE-Terminals**

BDE-Terminals sind spezielle Eingabegeräte, die in der Regel mit einem Display ausgerüstet sind. Die Oberfläche der Geräte ist robust konstruiert, so daß sie widrigen Einflüssen wie Feuchtigkeit, Öl, Chemikalien, Staub und Erschütterungen standhalten. Die Eingabemöglichkeit ist auf das Wesentliche reduziert, z. B. einige Funktionstasten und ein Nummernblock. Eine Schreibmaschinentastatur ist meist nicht vorhanden. Die Tasten müssen so konstruiert sein, daß sie auch mit verschmutzten Händen oder Handschuhen bedient werden können.

- **Normale Terminals und PCs**

Aufgrund der zunehmenden DV-Durchdringung der Unternehmen werden auch in der Produktion zunehmend normale Terminals und PCs eingesetzt. An Stellen, wo die Geräte keinen besonderen Immissionen ausgesetzt sind, können Terminals und PCs sowohl für BDE als auch andere Aufgaben eingesetzt werden, z. B. an der Materialausgabestelle.

- **Datenträger zur Identifizierung**

Um die Eingabe der Informationen zu Beschleunigen und Falscheingaben zu reduzieren, werden Datenträger eingesetzt, deren Informationen über Lesegeräte erfaßt werden können. Durchgesetzt hat sich hier der Barcode, der preiswert auf Papier angebracht werden kann, z. B. auf den Fertigungspapieren oder als Aufkleber. Die Scanner für den Barcode können an BDE-Terminals oder PCs angeschlossen werden. Daneben werden weitere Datenträger wie Magnet- oder Chipkarte für spezielle Aufgaben eingesetzt, z. B. als Datenträger an Werkstück, die lackiert werden.

- **Mobile Datenerfassung**

Bei mobilen Anlagen oder Erfassungsstellen werden Erfassungsgeräte eingesetzt, die online über Infrarot angeschlossen sind oder offline erfassen und zu einem späteren Zeitpunkt ausgelesen werden. So können Datenerfassungsgeräte an Transportsystemen wie Gabelstapler montiert werden oder ein Mitarbeiter kann bei einer Begehung Daten erfassen, z. B. im Lager.

- **Automatische Erfassung von Prozeßdaten**

Prozeßdaten können automatisch an den Anlagen erfaßt werden. Die Daten werden dabei entweder aus den Prozessoren der Steuerungen ausgelesen (z. B. bei CNC-Maschinen) oder über spezielle Sensoren ermittelt (z. B. an einem Transportband). Typische Informationen, die auf diese Weise gewonnen werden, sind Umdrehungszahlen, Hubzahlen, Takte, Zeitdauern, Temperatur usw. Diese Art der automatischen Erfassung wird auch als Maschinendatenerfassung (MDE) bezeichnet.

4.3.2. Arten von Betriebsdaten

Mit den erfaßten Daten werden die Statusinformationen der Bewegungsdaten fortgeschrieben und sie liefern Zustandsinformationen zu den Stammdaten. Die Bewegungsdaten entstehen häufig als Plandaten, die anschließend realisiert werden soll, z. B. geplante Lagerzugänge, geplante Fertigungsaufträge. Dies spiegelt sich auch in den Attributen der Bewegungsdaten wider. So weisen Auftragsdaten üblicherweise eine Daten-Gruppe mit Planwerten (geplanter Start, geplanter Ende, geplante Gutmenge, geplanter Ausschuß, etc.) sowie eine korrespondierende Datengruppe mit realisierten Istwerten (Ist-Start, Ist-Ende, realisierte Gutmenge, angefallender Ausschuß, etc.) auf. Betriebsdaten können entsprechend den Grunddaten und der Sekundärverarbeitung differenziert werden:

- **Auftragsbezogene Daten**

Die wichtigsten Daten sind Start und Ende von Auftragsarbeitsgängen und kompletten Aufträgen, produzierte Mengen, Ausschußmengen, Störungen der Auftragsabwicklung (z. B. Materialmangel, Kapazitätsengpaß) und Qualitätsdaten zu dem produzierten Material. Die auftragsbezogenen Daten werden vom PPS-System benötigt, um den Auftragsfortschritt zu kontrollieren und die Weiterverwendung des hergestellten Materials anzustoßen, z. B. Montage oder Versand. Außerdem bilden die auftragsbezogenen Daten die Basis für die Zwischen- und Nachkalkulation bei Verwendung von Ist-Kostensätzen.

- **Materialbestandsbezogene Daten**

Die wichtigsten Daten sind die Zu- und Abgänge im Lagerbestand. Sie repräsentieren die DV-gestützten Wareneingangs- und Materialentnahmescheine. In manchen Unternehmen ist eine chargengenaue Bestandsführung notwendig, z. B. in der pharmazeutischen Industrie. Hierzu sind pro Materialstamm unterschiedliche Chargen zu differenzieren, die auch bei der Betriebsdatenerfassung berücksichtigt werden müssen. Es kann notwendig sein, pro Charge zusätzlich Qualitätsdaten zu dokumentieren. Verarbeitet werden die materialbezogenen Daten u. a. von der mengenmäßigen Bestandsführung (PPS-System, Lagerverwaltung) und der wertmäßigen Bestandsführung (externes und internes Rechnungswesen).

- **Arbeitsplatzbezogene Daten**

Die arbeitsplatzbezogenen Daten umfassen Laufzeiten von Maschinen, produzierte Mengen, Stillstandszeiten, Störungen und Wartezeiten differenziert nach Ursachen (z. B. Materialmangel, Werkzeugbruch, Maschinenschaden, Instandhaltung). Die Informationen werden zum einen von der Instandhaltung weiterverarbeitet, um beispielsweise vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen zu planen. Weiterhin sind die Daten für die Anlagenbuchhaltung und die Kostenrechnung relevant, um den Wertverzehr zu ermitteln. Schließlich benötigt die Produktionssteuerung die Informationen, um die Verfügbarkeit der Arbeitsplätze zu ermitteln.

- Fertigungshilfsmittelbezogene Daten

Die fertigungshilfsmittelbezogenen Daten sind die Einsatzzeiten der Hilfsmittel, Verschleiß, Reststandzeiten, Werkzeugbruch und Störungen. Die Informationen werden von der Werkzeug- und Vorrichtungsverwaltung benötigt. Bei teuren Fertigungshilfsmitteln können sie auch für Kalkulation, Anlagenbuchführung und Disposition relevant sein.

- Personalbezogene Daten

Personalbezogene Daten können zu einem direkt der Lohnermittlung dienen. Hierzu sind Personalnummer, Stückzahl und Zeiten mit der Auftragsbearbeitung zu erfassen. In diesem Fall ersetzen die Daten die Papierform der Lohnscheine. Des Weiteren kann sich die personenbezogene Datenerfassung allgemein auf die Anwesenheitszeiten der Mitarbeiter beziehen. Dies ist insbesondere relevant, wenn flexible Arbeitszeiten mit individuellen Zeitkonten vereinbart wurden. In diesem Fall werden die Erfassungsterminals an Ein- und Ausgängen installiert. Erfasst werden hier das Kommen und Gehen, Arbeitsunterbrechungsgründe, Dienstgänge usw. Diese Art der personenbezogenen Daten ersetzt die klassische Stechkarte. Häufig wird die personenbezogene Datenerfassung auf Zugangskontrolle und Abrechnungen der betrieblichen Kantine und Tankstelle ausgedehnt. Die Betriebsdatenerfassung personenbezogener Daten wird auch als Personalzeiterfassung (PZE) bezeichnet.

4.3.3. Systeme zur Betriebsdatenerfassung

Die erfaßten Daten werden meist in dedizierten BDE-Systemen oder, im Fall von MDE, in den jeweiligen CAM-Systemen gesammelt. Dort werden sie vorverarbeitet (Primärverarbeitung) und anschließend an andere Systeme (z. B. Produktionsplanung und -steuerung) zur Sekundärverarbeitung weitergereicht. Die Aufbereitung der Daten in dedizierten BDE-Systemen hat mehrere Gründe:

- Zeitliche Verfügbarkeit der Systeme

Die Betriebsdatenerfassung muß permanent während der Produktion zur Verfügung stehen. Falls die Produktion im Dreischichtbetrieb gefahren wird, muß das BDE-System 24 Stunden am Tag verfügbar sein. Dies kann von PPS-Systemen und sonstigen betrieblichen Informationssystemen, die die Daten weiterverarbeiten, meist nicht gewährleistet werden, insbesondere, wenn die Systeme auf Mainframe-Rechnern laufen und diese für Reorganisationen zeitweise im Batch-Betrieb arbeiten.

Teilweise besteht auch die Forderung nach Echtzeitverarbeitung der Daten, insbesondere bei Maschinendatenerfassung, die von den betrieblichen Informationssystemen nicht erfüllt werden.

- Plausibilität

Insbesondere bei manueller Datenerfassung über BDE-Terminals und PCs ist eine Plausibilitätsprüfung der eingegebenen Daten notwendig. Die Eingaben sollten unmittelbar im Eingabedialog geprüft werden, so daß falsche Eingabe direkt abgewiesen und unstimmmige Angabe präzisiert werden können.

- Verdichtung der Daten

Die die Betriebsdaten weiterverarbeitenden Systeme (Sekundärverarbeitung) sind oft nicht an allen, detailliert gesammelten Daten interessiert. So ist das PPS-System bezüg-

lich eines Auftrags in der Regel nur an Auftragsstart, Ende, Gutmenge, Ausschuß und Störungen interessiert, nicht jedoch an Meldungen zu jedem einzelnen Teil aus dem Los. Das Filtern, Verdichten und Aggregieren der Daten ist insbesondere bei der automatischen Erfassung der Betriebsdaten notwendig.

In den Datenstrukturen in Abbildung 5 sind die Betriebsdaten vereinfacht als Klasse BDE-Meldung eingeführt. In der Klasse wird jede einzelne Meldung von Betriebsdaten erfaßt. Die Assoziationen zu Bestandsbuchung, zu Auftragsarbeitsplan und Auftragsarbeitsgang, zu Fertigungshilfsmittel und zu Arbeitsplatz zeigen, daß eine BDE-Meldung sowohl materialbestandsbezogene, auftragsbezogene, fertigungshilfsmittelbezogene als auch arbeitsplatzbezogene Daten enthalten kann. Die Verdichtung der Betriebsdaten ist in Abbildung 5 nicht explizit dargestellt.

5. Entwicklungstendenzen bei der Gestaltung der Grunddaten

Die beschriebenen Grunddaten bilden die Basis für die Produktionsplanung und –steuerung. Die Gestaltung der Daten orientiert sich an der Funktionalität des Sukzessivplanungskonzept der Produktionsplanung und –steuerung (Vgl. Fandel/François/Gubitz 94, Zäpfel 94). Daneben haben weitere Entwicklungstendenzen Einfluß auf die Funktionalität und damit die Gestaltung der Grunddaten.

So werden die Integration der Abläufe und Daten unterschiedlicher Systeme im Industriebetrieb seit Ende der 80er Jahren unter dem Begriff Computer Integrated Manufacturing (CIM) diskutiert (vgl. Scheer 90). Auch wenn der Begriff zwischenzeitlich nicht mehr modern ist, werden die Grundgedanken der Integration weiter verfolgt. Im Rahmen der CIM-Diskussion wurde u.a. dargestellt, daß die Grunddaten der einzelnen Systeme nicht isoliert von einander existieren (Vgl. Becker 91, Scholz-Reiter 90). Beispielsweise werden die Informationen der Stücklisten in der Konstruktion erzeugt, auch wenn die Daten in den PPS-Systemen gepflegt werden. Auch die Arbeitspläne entstehen nicht originär in der Produktionsplanung, werden aber dort verarbeitet. Die datentechnische Integration der produktionslogistischen Stücklisten und Arbeitsplänen einerseits und der technischen Dokumentation der Konstruktion und Arbeitsvorbereitung andererseits werden heute unter dem Begriff Engineering Data Management (EDM) und Produktdatenbank erörtert (Gronau 97).

Des Weiteren bilden die mengenmäßigen Bewegungen der Produktionsplanung und -steuerung die Grundlage für die wertmäßigen Bewegungen im internen und externen Rechnungswesen. Die automatische Weitergabe der Daten aus der Produktionslogistik in die Finanzsysteme ist in den heutigen Standardsoftwaresystemen weitgehend gelöst. Mit Supply Chain Management (SCM) wird versucht, die bisher auf den Herstellungsprozeß beschränkte Planung und Optimierung auf den gesamten Wertschöpfungsprozeß vom Lieferant über Wareneingang, Produktion, Versand bis zum Kunden auszudehnen (Vgl. Kuhn/Hellingrath/Kloth 98). Hierzu müssen beispielsweise nicht nur die Arbeitsgänge in der Fertigung terminiert, sondern sämtliche Aktivitäten der Wertschöpfungskette als Netzplan abgebildet und optimiert werden. Dies hat zur Konsequenz, daß die Datenstrukturen der Arbeitsgänge kompatibel zu denen der anderen Aktivitäten sein müssen. Auch der Einsatz von Workflow-Management zur einheitlichen Prozeßbetrachtung der direkten Bereiche einerseits und den Aktivitäten der indirekten Bereiche und der externen Partner andererseits mit entsprechenden Auswirkungen auf die Datenstrukturen wird diskutiert (Vgl. Loos 98).

6. Literatur

- Becker, J.: CIM-Integrationsmodell - Die EDV-gestützte Verbindung betrieblicher Bereiche, Berlin u.a. 1991.
- Corsten, H.; May, C.: Besonderheiten der Produktion in der Verfahrensindustrie und ihre Auswirkungen auf PPS-Systeme, in: Handbuch Produktionsmanagement, hrsg. v. H. Corsten, Wiesbaden 1994, S. 871-889.
- Fandel, G.; François, P.; Gubitz, K.-M.: PPS-Systeme: Grundlagen, Methoden, Software, Marktanalyse, Berlin et al. 1994.
- Geib, Th.: Geschäftsprozeßorientiertes Werkzeugmanagement, Wiesbaden 1997.
- Gronau, N: Migration von Engineering Management Systemen in den Mittelstand, in: Industrie Management, Engineering Management 1997/98.
- Kränzle, B. S.: Informationssysteme der Produktion: Ein objektorientierter Ansatz, Braunschweig-Wiesbaden 1995.
- Kuhn, A.; Hellingrath, B.; Kloth, M.: Anforderungen an das Supply Chain Management der Zukunft, in: IM Information Management & Consulting, 13(1998)3, S. 7-13.
- Kurbel, K.: Multimedia-Unterstützung für die Fertigungssteuerung in: Zwf, 87(1992)12, S. 664-668.
- Kurbel, K.: Produktionsplanung und -steuerung - Methodische Grundlagen von PPS-Systemen und Erweiterungen, 2. Aufl., München-Wien 1995.
- Lehner, F.: Nummerungssysteme, in: Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, hrsg. v. W. Kern, H.-H. Schröder, J. Weber, 2. Aufl., Stuttgart 1996, Sp. 1290-1302.
- Loos, P.: Datenstrukturierung in der Fertigung, München-Wien 1992.
- Loos, P.: Integriertes Prozeßmanagement direkter und indirekter Bereiche durch Workflow-Management, in: Industrie Management, 14(1998)2, S. 13-18
- Loos, P.: Produktionslogistik in der chemischen Industrie – Betriebstypologische Merkmale und Informationsstrukturen, Wiesbaden 1997.
- Mertens, P.: Integrierte Informationsverarbeitung - Administrations- und Dispositionssysteme in der Industrie, 10. Aufl., Wiesbaden 1995.
- OMG (Hrsg.): UML Notation Guide, Version 1.1, Santa Clara 1997 (<http://www.omg.org>).
- Preßmar, D. B.: Stücklisten und Rezepturen, in: Handwörterbuch der Produktionswirtschaft, 2. Aufl., hrsg. v. W. Kern, H.H. Schröder, J. Weber, Stuttgart 1996, Sp. 1932-1930.
- Roschmann, K.: Stand und Entwicklungstendenzen der Betriebsdatenerfassung im CIM-Konzept, in: CIM - Expertenwissen für die Praxis, hrsg. v. H. Krallmann, München-Wien 1990, S 167-178.
- Scheer, A.-W.: CIM: Der computergesteuerte Industriebetrieb, 4. Aufl., Berlin et al. 1990.
- Scheer, A.-W.: Wirtschaftsinformatik – Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse, 7. Aufl., Berlin u.a. 1997.
- Scholz-Reiter, B.: CIM - Informations- und Kommunikationssysteme, München-Wien 1990.
- Schönsleben, P.: Praktische Betriebsinformatik - Konzepte logistischer Abläufe, Berlin et al. 1993.
- Wedekind, H.: Bestandsdaten, Bewegungsdaten, Stammdaten, in: Lexikon der Wirtschaftsinformatik, hrsg. v. P. Mertens u.a., Berlin et al. 1997, S. 61.
- Wedekind, H.; Müller, T.: Stücklistenorganisation bei großer Variantenzahl, in: Angewandte Informatik, 23(1981)9, S. 377-383.

Zäpfel, G.: Entwicklungsstand und -tendenzen von PPS-Systemen, in: Handbuch Produktionsmanagement, hrsg. v. H. Corsten, Wiesbaden 1994. S. 719-745.

Zäpfel, G.: Stücklisten, Verwendungsnachweise, Arbeitspläne und Produktionsfunktionen, in: WiSt Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 20(1991)7, S. 340-346.