

Kapitel 2

Planung von Unternehmensprozessen

Die Aufgaben des Prozessmanagements beziehen sich neben Steuerungs- und Überwachungsaktivitäten auf die Planung von Prozessen auf der Typ- und von Aufträgen auf der Ausprägungsebene. Auf der *Typeebene* stehen generische *Funktionen* und deren Interaktion im Mittelpunkt des Interesses; auf der *Ausprägungsebene* werden korrespondierende *Verrichtungen* betrachtet, die zur Durchführung von vorliegenden *Aufträgen* ausgeführt werden müssen. Basisfunktionen werden beim Prozessentwurf benutzt und sind Gegenstand der *Prozessplanung*; Verrichtungen sind Objekte der *Auftragsplanung*. Im Rahmen der Prozessplanung müssen einzelne Funktionen entworfen werden. Bei der Auftragsplanung werden die Funktionen auf Verrichtungen heruntergebrochen. So kann eine Funktion, die durch die Prozessplanung definiert wurde, im Rahmen der Auftragsplanung als Verrichtung zur Bearbeitung eines Auftrags aufgerufen werden.

In diesem Kapitel werden sowohl *Entwurfsentscheidungen* auf Typebene, als auch *dispositive Aufgaben* auf Ausprägungsebene diskutiert. Zunächst wird auf *Basisfunktionen* von Unternehmensprozessen eingegangen. Dabei handelt es sich um Beschaffung, Aufbewahrung, Distribution und Produktion. Danach wird die *Auftragsplanung* genauer analysiert. Zunächst wird die Strukturplanung, dann die Mengenplanung und schließlich die Zeit- und Kapazitätsplanung behandelt. Die operative Ebene der Auftragsplanung mit Systeminitialisierung, Systembetrieb und Systemüberwachung wird nur kurz diskutiert, da sie Gegenstand der Ausführungen in den folgenden Kapiteln sind. Die Repräsentation der Zusammenhänge erfolgt durch ein Klassenmodell, das der Notation von OOA angenähert ist. Die Repräsentation erfolgt textuell durch das Tripel

(KLASSE { Attribute } < Methoden >).

2.1 Basisfunktionen

In diesem Abschnitt soll auf die Typebene von Prozessen eingegangen werden. Immer wiederkehrende, elementare Aktivitäten eines betriebswirtschaftlichen Prozesses sind *Transformation*, *Transport* und *Aufbewahrung*. Transformieren heißt, eine *Umwandlung* von Input in Output mit Hilfe von Produktionsfaktoren vorzunehmen. Bei Warenprozessen soll von *Fertigung* und bei Informationsprozessen von *Verarbeitung* gesprochen werden. Transportieren dient der Überbrückung räumlicher Differenzen, und Aufbewahrung dient der zeitlichen Entkoppelung verschiedener Funktionen. Bei Informationsprozessen kann Aufbewahrung mit Speichern und bei materiellen Prozessen mit Lagern bezeichnet werden. Diese elementaren Aktivitäten sind auch Grundlage der *Basisfunktionen* von Unternehmensprozessen, wobei Transport entsprechend Input und Output in *Beschaffung* und *Distribution* unterschieden

wird und Transformation verallgemeinernd mit *Produktion* bezeichnet wird. Beschaffung, Distribution und Produktion greifen zur zeitlichen und räumlichen Entkoppelung auf die elementare Aktivität Aufbewahrung zurück. In Abbildung 2.1.-1 ist der Zusammenhang verschiedener Funktionen, elementarer Aktivitäten und ausführender Objekte dargestellt.

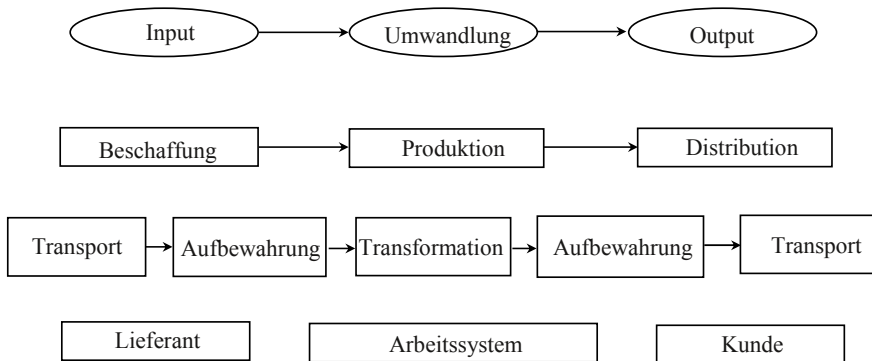


Abbildung 2.1.-1: *Bestandteile von Unternehmensprozessen*

Bevor auf Beschaffung, Distribution und Produktion genauer eingegangen wird, soll die *Aufbewahrung* kurz charakterisiert werden. Aufbewahrung dient der Entkoppelung von Beschaffung und Transformation sowie von Transformation und Distribution im Rahmen von Waren- und Informationsprozessen. Im folgenden werden die Begriffe Aufbewahren, Lagern und Speichern synonym verwendet. Um diese betriebswirtschaftliche Aktivität abbilden zu können, wird die Klasse LAGER eingeführt.

LAGER

{ Art, Ort, Güter, Kapazität, Menge, Wert, Zeit }
 < Ein-/Auslagern, Verwaltung, Auskunft >

Die {Art} der Aufbewahrung kann beispielsweise nach den Kriterien Phase im Wertschöpfungsprozess, Verteilung und

Sortierung unterschieden werden. Mögliche Ausprägungen dieser Dimensionen sind in Abbildung 2.1.-2 dargestellt.

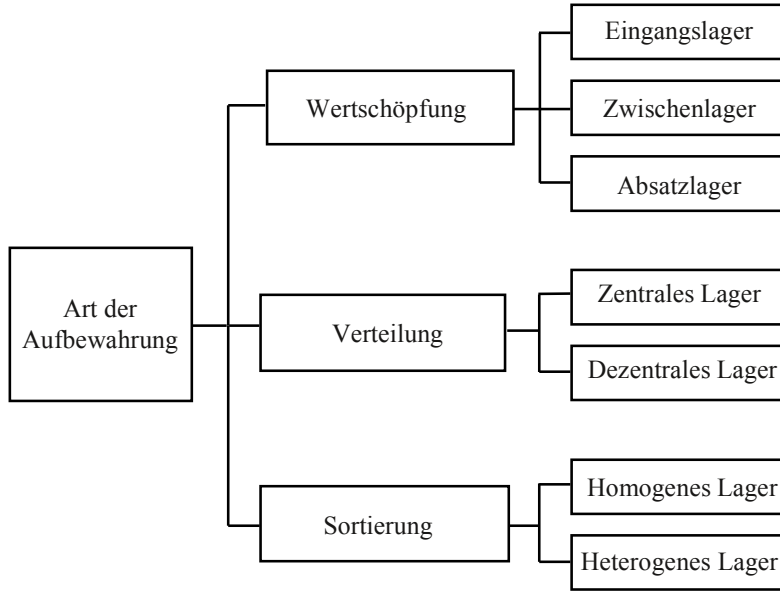


Abbildung 2.1.-2: Aufbewahrungsarten

Beim {Ort} unterscheidet man externe und interne Aufbewahrung. {Güter} und {Kapazität} geben an, was und in welchem Umfang aufbewahrt werden kann. {Menge}, {Wert} und {Zeit} beschreiben, in welcher Anzahl, mit welchem Wert, zu welchem Zeitpunkt das Lager Güter enthält. Als Methoden der Aufbewahrung seien das physische Ein- und Auslagern, sowie die Lagerverwaltung und die Lagerauskunft genannt. <Ein-/Auslagern> bezieht sich auf Lagereinheiten. Diese können sich entsprechend der Verwendung auf Beschaffungs-, Transformations- oder Distributionseinheiten beziehen. Lagereinheiten kann man systematisch oder chaotisch einlagern. <Verwaltung> überwacht das Ein- und Auslagern und übernimmt die Bestandspflege. Eng damit verknüpft ist die <Auskunft>, die den Lagerbestand zum jeweiligen Zeitpunkt dokumentiert.

2.1.1 Beschaffung

Die Beschaffung umfasst alle Aktivitäten zur Gewinnung von Produktionsfaktoren. Ausgangspunkt ist ein gegebener Bedarf zur Erstellung eines Produkts. Im Folgenden steht die Beschaffung von materiellen Gütern im Mittelpunkt der Überlegungen. Die Ausführungen lassen sich aber auch in Analogie auf immaterielle Güter übertragen. Wichtige Teilfunktionen der Beschaffung sind Bestellung und Wareneingang. Zur Repräsentation werden die Klasse BESCHAFFUNG und die Teilklassen BESTELLUNG und WARENEINGANG eingeführt.

BESCHAFFUNG

{ Faktor, Menge, Kosten, Zeit }

< Beschaffungspolitik, Beschaffungsplanung >

Teilklassen: BESTELLUNG, WARENEINGANG

Die Attribute von BESCHAFFUNG geben an, welche Inputfaktoren in welcher Menge wann benötigt werden und welche Kosten durch die Beschaffung entstehen. Sind die Werte der Attribute bekannt, können die Methoden <Beschaffungspolitik> und <Beschaffungsplanung> ausgeführt werden. <Beschaffungspolitik> legt fest, welche für den Prozess benötigten Güter extern beschafft und welche selbst erzeugt werden. <Beschaffungsplanung> bestimmt, wie externe Güter zu beschaffen sind.

Empirisch ist belegt, dass über 70% des gesamten Faktorwertes von weniger als 10% der Faktorarten verursacht werden. Die *ABC-Analyse* klassifiziert die eingesetzten Produktionsfaktoren, wie in Abbildung 2.1.-3 dargestellt, entsprechend ihres Anteils am Gesamtwert in drei Gruppen:

- A-Faktoren mit einem großen Wert und geringer Menge,

- B-Faktoren mit mittlerem Wert und mittlerer Menge und
- C-Faktoren mit einem geringen Wert und großer Menge.

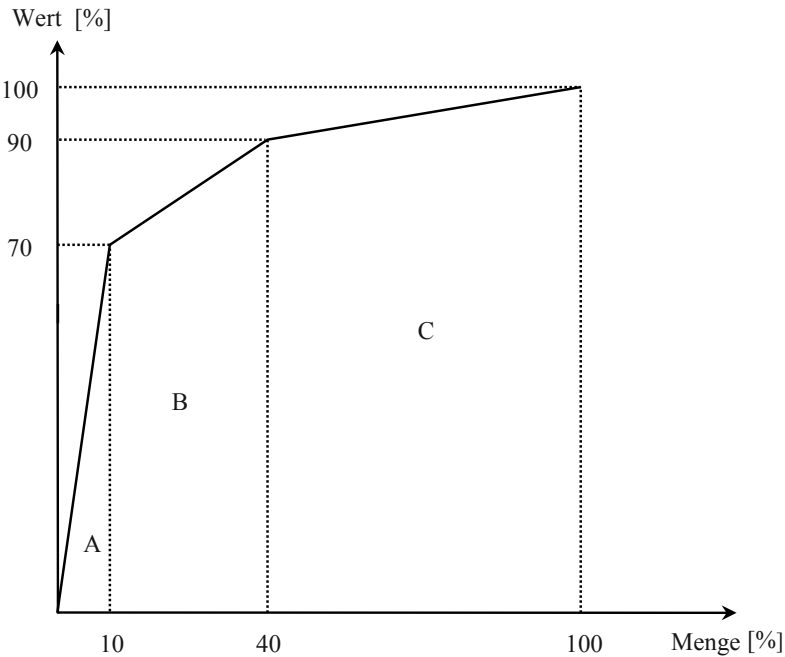


Abbildung 2.1.-3: *ABC-Analyse*

Für A- und B-Faktoren wird häufig eine *produktionssynchrone Beschaffung*, die auch unter dem Begriff “just in time” bekannt ist, vorgeschlagen. Diese kann man durch langfristige Verträge mit Lieferanten und einer gemeinsamen Bestandssteuerung erreichen. Für C-Faktoren empfiehlt sich eine *Vorratsbeschaffung*. Die Ergebnisse der <Beschaffungsplanung> werden durch die Klasse BESTELLUNG konkretisiert.

BESTELLUNG

{ Artikel, Periodenbedarf, Kosten, Zeitpunkt, Menge,
Einstandspreis, Lagerkostensatz, Sicherheitsbestand }
< Optimale_Bestellmenge, JIT_Steuerung,
Bestandssteuerung >

Wichtige Attribute der Klasse BESTELLUNG beziehen sich auf das externe Gut, den Periodenbedarf, die Bestellkosten, den Bestellzeitpunkt, die Bestellmenge, den Einstandspreis, den Lagerkostensatz und den Sicherheitsbestand zur Überbrückung der Beschaffungszeit. Bei den Methoden sollen <Optimale_Bestellmenge> für die Vorratsbeschaffung, <JIT_Steuerung> bei produktionssynchroner Beschaffung und <Bestandssteuerung> für eine durch den Sicherheitsbestand gesteuerte Beschaffung unterschieden werden.

Bei der Festlegung der Bestellmengen x ergeben sich die folgenden extremen Alternativen. Man kann, wie in Abbildung 2.1.-4 dargestellt, entweder große Mengen in langen Zeitabständen (Senkung der Bestellkosten, Erhöhung der Lagerhaltungskosten) oder kleine Mengen in kurzen Zeitabständen (Senkung der Lagerhaltungskosten, Erhöhung der Bestellkosten) beschaffen.

Diese Beobachtung wird bei der Bestimmung der *optimalen Bestellmenge* berücksichtigt. Ziel der Bestimmung der optimalen Bestellmenge x_{opt} ist die Minimierung der Gesamtkosten $K(x)$, d.h. der Summe aus Beschaffungskosten $B(x)$ und Vorratshaltungskosten $V(x)$. Im Rahmen eines sehr einfachen Modells [Sch99] wird angenommen, dass

- Einstandspreis p , Periodenbedarf D , Bestellkosten b und Lagerkostensatz z konstant sind,
- der Lagerabbau stetig und linear erfolgt, d.h. der durchschnittliche Lagerbestand ist $x/2$,

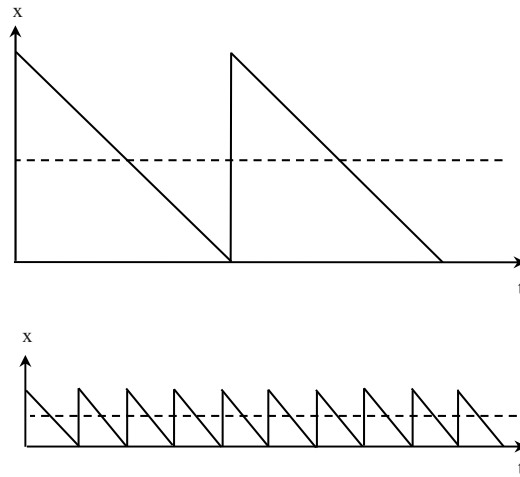


Abbildung 2.1.-4: Bestellmenge und Lagerhaltung

- D/x Bestellungen zur Deckung des Periodenbedarfs nötig sind und
- die Bestellmenge x beliebige Werte annehmen kann.

Die graphisch ermittelte Lösung ist in Abbildung 2.1.-5 dargestellt. Zur analytischen Lösung ergibt sich das folgende Vorgehen.

$$B(x) = Dp + (D/x)b$$

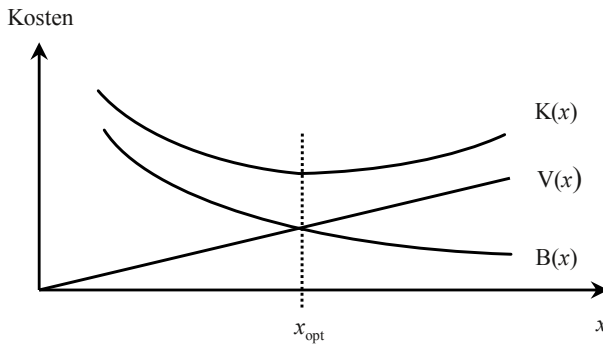
$$V(x) = z(xp + b)/2$$

$$K(x) = B(x) + V(x) = Dp + (D/x)b + z(xp + b)/2$$

$$K'(x) = -bD/x^2 + pz/2 \text{ und für } K'(x) = 0 \text{ ergibt sich}$$

$$x_{opt} = \sqrt{2Db/pz}$$

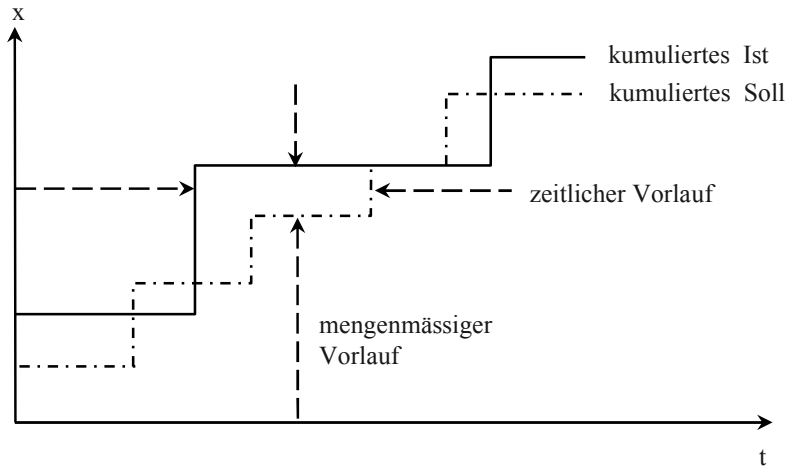
Bei einer *modifizierten* <JIT_Steuerung> erfolgen die Beschaffungen möglichst zeitgenau, jedoch kontinuierlich im

Abbildung 2.1.-5: *Optimale Bestellmenge*

Zeitverlauf. Zur Koordination von Beschaffungsmengen und -zeitpunkten werden Soll- und Istwerte definiert, die auf Mengen und Zeitpunkte bezogen werden. Für jeden Zeitpunkt werden kumulierte Sollmengen vorgegeben und den jeweiligen Istmengen gegenübergestellt (vgl. Abbildung 2.1.-6). Liegt die durchgezogene Kurve oberhalb oder links von der gestrichelten, so ist der Lieferant mit den Mengen (oberhalb) oder mit den Zeiten (links) im Vorlauf; in den anderen Fällen ist er im Rückstand. Der Vorteil eines kumulierten Soll-Ist-Vergleichs liegt in der direkten Kopplung aller Funktionen eines Prozesses von der Beschaffung bis zur Erfüllung des Auftrags. Voraussetzungen für die Anwendung eines solchen Vorgehens sind

- ein hoher Wiederholungsgrad des Prozesses,
- eine enge Konsumenten-Lieferanten-Beziehung und
- ein standardisierter Informationsaustausch wie beispielsweise EDIFACT (Electronic Data Interchange for Administration, Commerce and Transport) zum beleglosen elektronischen Dokumentenaustausch.

Bei <Bestandssteuerung> handelt es sich um eine am *Sicherheitsbestand* orientierte Steuerung der Beschaffung. Meldet

Abbildung 2.1.-6: *Modifiziertes JIT-Konzept*

der Konsument einer Stufe des Prozesses einen Bedarf, so pflanzt sich dieser über mehrere Stufen rückwärts bis zum Produzenten auf der ersten Stufe fort. Ausgehend von einem vorgegebenen Sollbestand werden Bedarfe über verschiedene Stufen ermittelt. So meldet die Stufe s bei Stufe $s - 1$ einen Bedarf an, diese bei $s - 2$ etc., so dass der Bedarf sich bis auf die erste Stufe des Prozesses fortpflanzt. Auf diese Weise entstehen vermaschte, selbststeuernde *Regelkreise* als Folge mehrerer Produzenten-Konsumenten-Beziehungen. Ziele der <Bestandssteuerung> sind geringe Bestände, kurze Durchlaufzeiten, hohe Termintreue und eine gleichmäßige Auslastung der Kapazitäten. Voraussetzung eines wirtschaftlichen Einsatzes sind ein möglichst gleichmäßiger Bedarf über alle Stufen eines Prozesses und darauf abgestimmte Kapazitäten. Die Prinzipien einer Bestandssteuerung lassen sich nicht nur inner-, sondern auch überbetrieblich anwenden.

Verbunden mit jeder Bestellung ist bei Lieferung eine Wareneingangsprüfung, die eine Artikel-, Qualitäts- und eine Mengenprüfung umfasst. Zur Repräsentation dieser Funktionen

wird die Klasse WARENEINGANG eingeführt. Zu jedem Lieferzeitpunkt wird die Liefermenge mit der Bestellmenge verglichen und Fehlerteile und Fehlmengen werden dokumentiert.

```
WARENEINGANG
{ Artikel, Liefermenge, Bestellmenge, Fehlerteile,
  Fehlmenge, Lieferzeitpunkt }
< Artikelprüfung, Qualitätsprüfung, Mengenprüfung >
```

2.1.2 Distribution

Die Distribution umfasst alle Aktivitäten zur Verteilung von Gütern. Ausgangspunkt ist ein externer Bedarf. Distribution ist somit das direkte Spiegelbild der Beschaffung. Wichtige Teilfunktionen sind der Warenausgang und die Auslieferung. Zur Repräsentation werden die Klasse DISTRIBUTION und die Teilklassen WARENAUSGANG und AUSLIEFERUNG eingeführt.

```
DISTRIBUTION
{ Artikel, Menge, Kosten, Zeit }
< Distributionspolitik, Distributionsplanung >
Teilklassen: WARENAUSGANG, AUSLIEFERUNG
```

Die Attribute von DISTRIBUTION geben an, welche Produkte in welcher Menge, zu welchen Kosten und zu welcher Zeit zum Kunden transportiert werden müssen. Sind die Werte der Attribute bekannt, können die Methoden <Distributionspolitik> und <Distributionsplanung> ausgeführt werden. <Distributionspolitik> legt fest, *welche* Güter in eigener Regie verteilt werden sollen und welche in fremder.

<Distributionsplanung> legt fest, *wie* die Güter in eigener Regie verteilt werden sollen. Für die Distribution auf eigene Rechnung stellt die Teilklasse AUSLIEFERUNG geeignete Methoden zur Verfügung.

AUSLIEFERUNG

{ Artikel, Lieferkosten, Lieferzeitpunkt, Liefermenge,
Lieferort, Lieferkapazität }
< Transportwegeplanung, Transportmengenplanung >

Wichtige Attribute der Klasse AUSLIEFERUNG beziehen sich auf den auszuliefernden Artikel, die entstehenden Kosten, den durch die Lieferung einzuhaltenden Termin, die zu liefernde Menge, den Lieferort und die verfügbare Kapazität. Bei den Methoden sollen die <Transportwegeplanung> und die <Transportmengenplanung> betrachtet werden. Zunächst soll auf die <Transportwegeplanung> eingegangen werden.

Ziel der Planung der Transportwege ist die Bestimmung von Verbindungen eines Start- mit einem Zielort unter Berücksichtigung anfallender Kosten. Zur Modellierung benutzt man einen (un-)gerichteten Graphen, auf dem man nach *kostenoptimalen Wegen* sucht. Die Pfeile (Kanten) entsprechen einem Transport von v nach w mit Kosten $c(v, w)$. Je nach Problemstellung kommen unterschiedliche Algorithmen zur Anwendung [DD05]. Das im folgenden dargestellte Verfahren arbeitet auf gerichteten Graphen, bei denen gewährleistet ist, dass die Summe der Kosten einer Schleife nicht negativ ist.

Algorithmus 2.1.1 - *Verfahren zur Wegeplanung*

```

begin
 $h(s) := 0; U := \{s\}; Q := \emptyset;$ 
 $h(x) := M; DV(x) := -1, x \in V \setminus \{s\};$ 
  -  $-DV(x)$  ist direkter Vorgänger von  $x$ 
while  $U \neq \emptyset$  do
  begin
    for all  $x' \in U$  do
      begin
        for all  $x \in DN(x')$  do
          -  $-DN(x)$  ist direkter Nachfolger von  $x$ 
          begin
            if  $h(x) > h(x') + c(x', x)$ 
            then
              begin
                 $h(x) := h(x') + c(x', x); DV(x) := x'; Q := Q \cup \{x\};$ 
              end;
            end;
           $U := U - \{x'\}; Q := Q - \{x'\};$ 
        end;
      if  $Q = \emptyset$ 
      then stop
      else  $U := Q; Q := \emptyset;$ 
    end;
  end;

```

Beispiel 2.1.1: Für den in Abbildung 2.1.-7 dargestellten bewerteten Graphen soll der kostenminimale Weg bestimmt werden. Als Lösung ergibt sich der Pfad $\{(0, 1), (1, 4), (4, 6)\}$. Bei Anwendung von Algorithmus 2.1.1 werden vier Iterationen benötigt.

Die \langle Transportmengenplanung \rangle hat die Aufgabe, den kostenminimalen Transport einer gegebenen Gütermenge unter Berücksichtigung begrenzter Kapazitäten $k(u, v)$ auf einzelnen

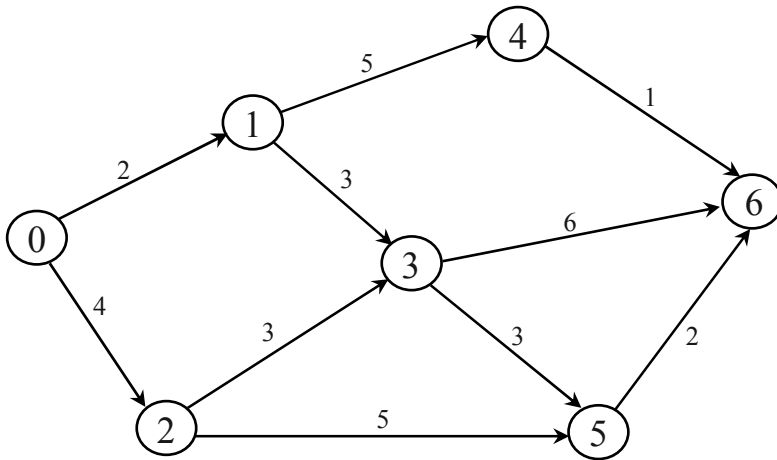


Abbildung 2.1.-7: *Beispielgraph für die Transportwegeplanung*

Streckenabschnitten von einem Startort zu einem Zielort zu bestimmen. Im Modell sucht man nach maximalen Flüssen F bzw. maximalen Flüssen zu minimalen Kosten F^* zwischen einem Startknoten s und einem Zielknoten t . Jeder Pfeil des Ausgangsgraphen G hat eine Bewertung $c(u, v)$, eine Mindestkapazität $M(u, v)$ und eine Höchstkapazität $K(u, v)$. Das im folgenden dargestellte Verfahren arbeitet auf Inkrementgraphen. Der zu G gehörige Inkrementgraph I hat die gleiche Knotenmenge wie G , jedoch eine erweiterte Pfeilmenge. Sie ergibt sich aus der Pfeilmenge des Ausgangsgraphen, wobei für jeden Pfeil (u, v) noch ein entgegengerichteter Pfeil (v, u) dazukommt. Ein Inkrementgraph ist einseitig kapazitiert; die Mindestkapazität ist Null und die Höchstkapazität ist abhängig von einem aktuellen Fluss f . Die Umwandlung eines Graphen G in einen entsprechenden Inkrementgraphen I ist in Abbildung 2.1.-8 dargestellt.

Das folgende Inkrementgraphenverfahren ermittelt maximale Flüsse zu minimalen Kosten. Zur Initialisierung wird ein zulässiger Startfluss f auf G benötigt.

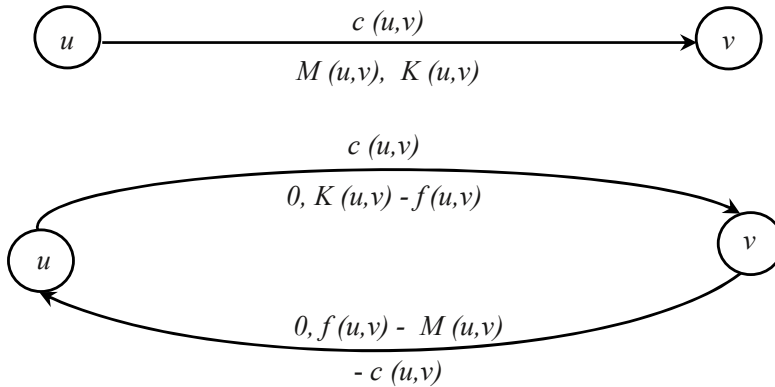


Abbildung 2.1.-8: Ausgangs- und Inkrementgraph

Algorithmus 2.1.2 Verfahren zur Transportmengenplanung

```

begin
for all  $(u, v) \in E$  do
    begin
         $k(u, v) := K(u, v) - f(u, v);$ 
         $k(v, u) := f(u, v) - M(u, v);$ 
         $c(u, v) := c(u, v);$ 
         $c(v, u) := -c(u, v);$ 
        - Initialisierung des Inkrementgraphen  $I$ 
    end;
while path  $P$  from  $s$  to  $t$  with  $k(u, v) > 0$  for all  $(u, v) \in P$  exists
    begin
        select from  $I$  path  $P^*$  from  $s$  to  $t$  where  $P^*$  is the shortest
        path with the minimum number of arcs;
         $s := \min\{k(u, v) \mid (u, v) \in P^*\};$ 
        -  $s$  ist die Engpaßkapazität des Pfades
         $k(u, v) := k(u, v) - s;$ 
         $k(v, u) := k(v, u) + s;$ 
    end;
end;

```

Beispiel 2.1.2: Es sollen 80 Einheiten auf den in Abbildung 2.1.-9 dargestellten Graphen vom Startknoten 0 zum Zielknoten 6 transportiert werden. Nach Anwendung von Algorithmus 2.1.2 ergeben sich als Lösung die eingekreisten maximalen Transportmengen mit minimalen Transportkosten von 860 Einheiten.

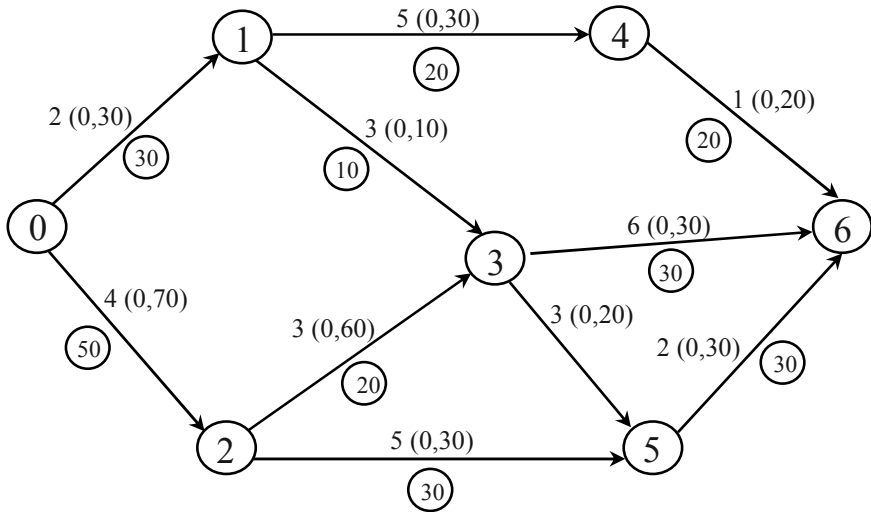


Abbildung 2.1.-9: *Beispielgraph für die Transportmengenplanung*

Die Teilklasse WARENAUSGANG entspricht der Teilklasse WARENEINGANG der Klasse BESCHAFFUNG mit dem Unterschied, dass sich die Methoden auf ausgehende Güter beziehen.

WARENAUSGANG

{ Artikel, Liefermenge, Bestellmenge, Fehlerteile,
Fehlmenge, Lieferzeitpunkt }

< Artikelprüfung, Qualitätsprüfung, Mengenprüfung >

2.1.3 Produktion

Der Produktionsprozess umfasst Funktionen mit dem Ziel der Herstellung von marktfähigen Gütern. Von besonderer Bedeutung sind Entwicklung, Auftragsplanung und Transformation. TRANSFORMATION ist somit neben ENTWICKLUNG und AUFTRAGSPLANUNG Teilklasse von PRODUKTION.

PRODUKTION

{ Produkt, Menge, Kosten, Zeit }
< Produktplanung, Systemkonfiguration,
Produktionspolitik >

Teilklassen: ENTWICKLUNG, AUFTRAGSPLANUNG,
TRANSFORMATION

Die Attribute von PRODUKTION beziehen sich auf das herzustellende Gut, die zu produzierende Menge, die anfallenden Kosten und die Produktionsperiode. Die Funktion <Produktplanung> hat die Aufgabe, Produkte nach Art und Menge für eine gegebene Planungsperiode festzulegen. Ziel ist die Bestimmung eines optimalen Produktionsprogramms. <Systemkonfiguration> hat die Aufgabe, die Arbeitssysteme für die Durchführung der Produktionsaufgabe zu konfigurieren (vgl. [GT00]). Entscheidungen auf aggregierter Ebene beziehen sich auf die Festlegung von Art und Anzahl der Inputfaktoren sowie auf die Organisation von Transport und Lagerhaltung. Entscheidungen auf detaillierter Ebene beziehen sich beispielsweise auf das Systemlayout, die Arbeitsgenauigkeit der Prozessoren und die Festlegung der Kapazitäten. <Produktionspolitik> unterscheidet bei wiederholter Prozedurchführung konstanten periodischen Output (Produktion auf Lager) und variablen periodischen Output (Produktion auf Kundenbestellung). Die Klassen ENTWICKLUNG und TRANSFORMATION betreffen

überwiegend technische Fragen des Produktionsprozesses und werden hier nicht näher behandelt. Die Klasse **AUFTRAGSPLANUNG** verbindet die Typebene mit der Ausprägungsebene. Diese Klasse wird immer dann aktiv, wenn Aufträge zur Erledigung vorliegen. Sie wird im nächsten Abschnitt behandelt.

2.2 Auftragsplanung

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die Planung der Bearbeitung von Aufträgen, wie sie auf der Ausprägungsebene von Prozessen auftreten. Sie stellt eine betriebswirtschaftliche Querschnittsfunktion in Bezug auf Beschaffung, Distribution und Produktion dar und hat eine taktische und eine operative Ebene. Die *Auftragsplanung* beginnt auf taktischer Ebene, ausgehend vom vorliegenden Auftrag, mit der Ermittlung der benötigten Komponenten. Diese werden mit Hilfe einer *Stückliste* repräsentiert. Sind die einzelnen Komponenten bekannt, können im Rahmen der *Mengenplanung* der Komponentenbedarf für den gesamten Auftragsvorrat ermittelt und im Rahmen der *Arbeitsplanung* die durchzuführenden Verrichtungen und die dabei benötigten Ressourcen zur Erfüllung der Aufträge spezifiziert werden. Daran schließen sich die *Zeitplanung* und die *Kapazitätsplanung* auf taktischer Ebene und die *Systeminitialisierung*, der *Systembetrieb* und die *Systemüberwachung* auf operativer Ebene an.

Bei der Mengenplanung werden die Anzahl der durchzuführenden Aufträge, der Umfang der auszuführenden Verrichtungen und die Menge der dazu benötigten Ressourcen festgelegt. Sind diese bekannt, werden durch die Zeitplanung die einzelnen Aufträge grob terminiert und im Rahmen der Kapazitätsplanung Ressourcengruppen für die Auftragsdurchführung reserviert. Bei Eintreten der Termine

können die entsprechenden Aufträge freigegeben und der operativen Auftragsplanung übergeben werden. Diese sorgt im Rahmen von Initialisierung und Betrieb für die Einrichtung der Arbeitssysteme und für die Planung und Steuerung der Auftragsbearbeitung. Die Überwachung dient dem Abgleich von Planung und Steuerung im Rahmen des Systembetriebs. Im folgenden werden die Zeit- und Kapazitätsplanung sowie die operative Auftragsplanung auch mit *Ausführungsplanung* bezeichnet.

Zur Repräsentation der Zusammenhänge wird die Klasse AUFTRAGSPLANUNG mit den Teilklassen STRUKTURPLAN, MENGENPLAN und AUSFÜHRUNGSPLAN eingeführt. Auf die Angabe von Attributen und Methoden wird an dieser Stelle verzichtet. Diese werden in den folgenden Abschnitten weiter konkretisiert.

AUFTRAGSPLANUNG

Teilklassen: STRUKTURPLAN, MENGENPLAN,
AUSFÜHRUNGSPLAN

Zunächst wird auf den STRUKTURPLAN mit den Teilklassen STÜCKLISTE und ARBEITSPLAN eingegangen. Daran anschließend werden der MENGENPLAN und schließlich der AUSFÜHRUNGSPLAN mit den Teilklassen ZEITPLAN und KAPAZITÄTSPLAN behandelt. Fragen der operativen Auftragsplanung werden hier nur kurz gestreift, da sie Gegenstand der folgenden Kapitel sind.

2.2.1 Strukturplanung

Die Strukturplanung umfasst die Erstellung von Stückliste und Arbeitsplan. *Stücklisten* beschreiben den *strukturellen*

und *mengenmäßigen* Zusammenhang zwischen einem Produkt und seinen Bestandteilen. Daneben können auch noch andere Informationen in einer Stückliste berücksichtigt werden.

STÜCKLISTE

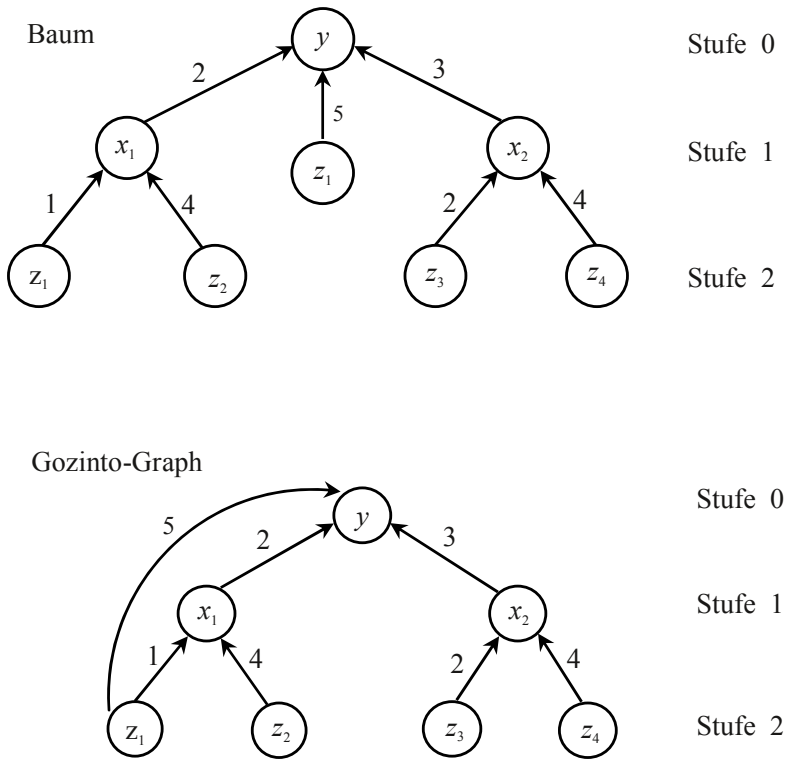
{ Produkt, Bestandteile, Menge, Vorlaufzeit }
< Stückliste_erstellen, Stückliste_auflösen >

Beispiel 2.2.1: Das Produkt y besteht aus zwei Komponenten x_1 und drei Komponenten x_2 sowie fünf Einzelteilen z_1 . Die Komponente x_1 besteht aus einem Einzelteil z_1 und vier Einzelteilen z_2 . Die Komponente x_2 besteht aus zwei Einzelteilen z_3 und vier Einzelteilen z_4 . Das folgende Gleichungssystem beschreibt diesen Zusammenhang.

$$\begin{aligned} y &= 2x_1 + 5z_1 + 3x_2 \\ x_1 &= 1z_1 + 4z_2 \\ x_2 &= 2z_3 + 4z_4 \end{aligned}$$

Eine entsprechende Repräsentation als gerichteter *Baum* und als *Gozinto-Graph* ist in Abbildung 2.2.-1 dargestellt. Der Gozinto-Graph repräsentiert jeden Bestandteil genau einmal.

Die Bewertungen der Pfeile (u, v) beziehen sich auf Mengen des Inputs, repräsentiert durch Knoten u , bezogen auf den Output, repräsentiert durch Knoten v . Mit Hilfe von Stücklisten, die den Zusammenhang zwischen einem Produkt und seinen Bestandteilen beschreiben, lassen sich auch Informationen für sogenannte *Verwendungsnachweise* herleiten. Diese beschreiben die Verwendung von Bestandteilen in Produkten. Stücklisten nehmen die Sicht der Produkte und Verwendungsnachweise die Sicht der Bestandteile ein. Als Graph formuliert, würde sich bei einem Verwendungsnachweis ein Baum ergeben, bei dem der

Abbildung 2.2.-1: *Repräsentation von Stücklisten*

Bestandteil die Wurzel ist und die Produkte die Blätter; Pfeile verlaufen in Richtung der Blätter.

Eine Stückliste kann nach Transformations- oder nach Dispositionsstufen gegliedert werden. Eine nach der *Transformationsstufe* aufgebaute Stückliste ordnet jedes Bestandteil der Stufe zu, auf der es verfügbar sein muss, um es weiterbearbeiten zu können und repräsentiert somit den Aufbau eines Produktes aus der Sicht der Transformationsfunktion. Eine nach der *Dispositionsstufe* gegliederte Stückliste ordnet jedes Bestandteil der Stufe zu, auf der es zum ersten Mal auftritt. In Abbildung 2.2.-1 ist die Baumdarstellung auf die Transformationsstufe und der Gozinto-Graph auf die

Dispositionsstufe bezogen.

Will man wissen, in welchen Mengen welche Bestandteile ausgehend von einer bestimmten Nachfrage des Produkts benötigt werden, bedient man sich der *Mengenübersichtsstückliste*. Diese enthält alle erforderlichen Bedarfsmengen, die zur Herstellung einer Mengeneinheit eines Produktes benötigt werden. Sie gibt keinen genauen Aufschluss über die Produktstruktur, lässt sich aber zur Ermittlung der Komponentenkosten des Produktes einsetzen. Für das Beispiel ergibt sich die durch die folgende Gleichung repräsentierte Mengenübersichtsstückliste.

$$y' = 2x_1 + 7z_1 + 8z_2 + 3x_2 + 6z_3 + 12z_4$$

Ein *Arbeitsplan* gibt an, auf welche Art und Weise ein Produkt hergestellt werden kann. Für verschiedene Möglichkeiten der Herstellung lassen sich unterschiedliche Arbeitspläne angeben. Die Konstruktion eines individuellen Arbeitsplans umfasst im Kern vier Schritte:

1. Identifizierung aller Verrichtungen, die zur Herstellung eines bestimmten Produkts durchgeführt werden müssen (Arbeitsgangplanung).
2. Zuordnung von Prozessoren und zusätzlichen Ressourcen (Werkzeuge, Material, Daten) zu jeder Verrichtung (arbeitsgangbezogene Ressourcenplanung).
3. Festlegung der technologischen Reihenfolgebedingungen zwischen den einzelnen Verrichtungen (Arbeitsgangfolgeplanung).
4. Festlegung der Verrichtungsdauern (Vorgabezeitenplanung).

Die folgende Klasse `ARBEITSPLAN` repräsentiert die Zusammenhänge. Neben den schon erwähnten Attributen dienen `{Vorgänger}` und `{Nachfolger}` zur Festlegung der

Arbeitsgangfolge und {Rüstzeit}, {Bearbeitungszeit} und {Übergangszeit} einer detaillierten Ermittlung der Vorgabezeiten. Mit Hilfe der Methode <Arbeitsplan_erstellen> wird der Plan konstruiert, und mit <Arbeitsplan_auswerten> können nachgelagerten Planungsfunktionen Arbeitsplaninformationen zur Verfügung gestellt werden.

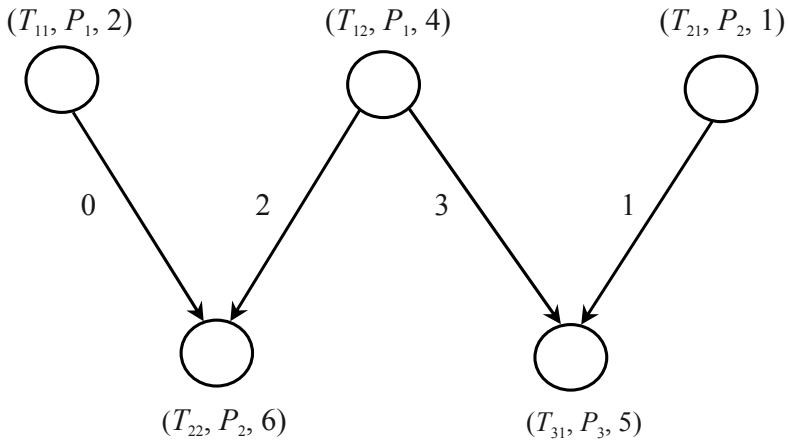
ARBEITSPLAN

```
{ Produkt, Einrichtungen, Ressourcen, Vorgänger,  
  Nachfolger, Rüstzeit, Bearbeitungszeit, Übergangszeit }  
< Arbeitsplan_erstellen, Arbeitsplan_auswerten >
```

Die Struktur eines Arbeitsplans lässt sich als gerichteter Graph repräsentieren. In Abbildung 2.2.-2 ist ein Arbeitsplan über zwei Stufen dargestellt. Knoten repräsentieren jetzt Einrichtungen, Pfeile sind mit den Übergangszeiten markiert, und jedem Knoten ist ein Tripel zugeordnet, das die Einrichtung, den benötigten Prozessor und die Bearbeitungsdauer inklusive Rüstzeit repräsentiert. Zusätzliche Informationen zu Pfeilen und Knoten können hinterlegt werden.

2.2.2 Mengenplanung

Die *Mengenplanung* legt fest, in welchen Mengen die verschiedenen Bestandteile eines Produkts zur Befriedigung des Bedarfs zu erstellen sind. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, wird die Klasse MENGENPLAN eingeführt. Die Attribute beziehen sich auf Nachfragemengen, Zeiten, die für die Bereitstellung eingehalten werden müssen, und die Zusammenfassung gleichartiger Komponenten zu *Lösen*.

Abbildung 2.2.-2: *Repräsentation eines Arbeitsplans*

MENGENPLAN

{ Bedarfe, Vorlaufzeit, Losgröße }
 < Bedarfsermittlung, Losgrößenbildung >

Die <Bedarfsermittlung> bestimmt die jeweiligen Periodenbedarfe. Ausgangspunkt ist ein gegebener *Primärbedarf*, der auf Prognosen und vorliegenden Aufträgen aufbaut und sich auf marktgängige Produkte bezieht. Daraus abgeleitet wird der *Sekundärbedarf*, der den Bedarf an Komponenten umfasst, der zur Erzeugung des Primärbedarfs erfüllt sein muss. Weiter wird zwischen *Bruttobedarf* und *Nettobedarf* unterschieden. Den periodenbezogenen Nettobedarf erhält man, indem man den Bruttobedarf um den vorhandenen Lagerbestand verringert.

Periodenbedarfe lassen sich (1) auftragsorientiert mit Hilfe der Stückliste, (2) verbrauchsorientiert aus Vergangenheitswerten und Prognosen sowie (3) durch subjektive Schätzungen bestimmen. Im folgenden wird auf (1) und (2) eingegangen.

(1) Bei der *auftragsorientierten* Bedarfsermittlung wird ausgehend vom Primärbedarf der Sekundärbedarf mit Hilfe von Stücklisten oder Verwendungsnachweisen ermittelt. Als weiteres Datum für die Mengenplanung benötigt man noch die Vorlaufzeit. Diese ergibt sich aus der Differenz des Bereitstellungstermins von Komponente v auf der vorgelagerten und dem Bereitstellungstermin von Komponente w auf der nachgelagerten Stufe. Liegt ein Bedarf von w in Periode p vor und ist t die Vorlaufzeit für w , so muss v in Periode $p - t$ vorliegen.

Beispiel 2.2.2: Gegeben sei die Produktstruktur aus Abbildung 2.2.-1 mit

$$\begin{aligned}y &= 2x_1 + 5z_1 + 3x_2 \\x_1 &= 1z_1 + 4z_2 \\x_2 &= 2z_3 + 4z_4.\end{aligned}$$

Zu Beginn von Periode 11 muss für y ein Primärbedarf von 30 Einheiten erfüllt werden. Daraus ergeben sich die Sekundärbedarfe $(x_1, x_2, z_1, z_2, z_3, z_4) = (60, 90, 210, 240, 180, 360)$. Für Perioden 12 und 13 liegt nochmals ein Primärbedarf von jeweils 20 und 40 Einheiten für y vor. Die Vorlaufzeiten betragen für y eine Periode und für x_1 und x_2 jeweils zwei Perioden. Der Bruttobedarf muss um die Lagerbestände abzüglich gegebener Reservierungen verringert werden, um den Nettobedarf zu ermitteln. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2.2.-3 dargestellt.

(2) Die *verbrauchsorientierte* Bedarfsermittlung wird mit statistischen Methoden unter Verwendung von Vergangenheitswerten durchgeführt. Dies geschieht insbesondere bei Bestandteilen mit geringem Wert (C-Bestandteile) oder dort, wo keine auftragsorientierte Analyse möglich ist.

Das einfachste Prognoseverfahren zur verbrauchsorientierten Bedarfsermittlung ist die Bildung von einfachen *Durchschnitten* aus den Verbräuchen der Vergangenheit. Dieses Verfahren hat

1. Auflösung der Dispositionsstufe 0

	Vorlauf in Perioden	Bedarf der Periode					
		7	8	9	10	11	12
y Bruttobedarf	1				30	20	40
- Lagerbestand					0	0	0
= Nettobedarf					30	20	40
x ₁ Bruttobedarf	2			60	40	80	
- Lagerbestand				40	0	0	
= Nettobedarf				20	40	80	
x ₂ Bruttobedarf	2			90	60	120	
- Lagerbestand				130	40	0	
= Nettobedarf				0	20	120	
z ₁ Bruttobedarf				150	100	200	

2. Auflösung der Dispositionsstufe 1

x ₁ Nettobedarf			20	40	80	
x ₂ Nettobedarf			0	20	120	
z ₁ Bruttobedarf	20	40	230	100	200	
- Lagerbestand	0	0	0	0	0	
= Nettobedarf	20	40	230	100	200	
z ₂ Bruttobedarf	80	160	320			
- Lagerbestand	540	460	300			
= Nettobedarf	0	0	20			
z ₃ Bruttobedarf	0	40	240			
- Lagerbestand	0	0	0			
= Nettobedarf	0	40	240			
z ₄ Bruttobedarf	0	80	480			
- Lagerbestand	60	60	0			
= Nettobedarf	0	20	480			

Abbildung 2.2.-3: Auftragsorientierte Bedarfsermittlung

aber den Nachteil, dass alle Perioden, nämlich auch die länger zurückliegenden, mit dem gleichen Gewicht in die Berechnung eingehen. Der *gewogene* Mittelwert vermeidet diesen Nachteil,

indem er die einzelnen Perioden unterschiedlich gewichtet.

Eine andere Alternative für die verbrauchsbedingte Bedarfsermittlung ist die *exponentielle Glättung* erster Ordnung. Voraussetzung für ihre Anwendung sind Zeitreihen, die keinem Trend und keinen Saisonschwankungen folgen. In die Rechnung gehen die beobachteten und die prognostizierten Bedarfswerte vergangener Perioden ein, die mit Hilfe eines Glättungsfaktors $0 \leq \alpha \leq 1$ gewichtet werden. Zur Ermittlung des Prognosewertes Y_t der Periode t benötigt man den Prognosewert Y_{t-1} von $t - 1$, den beobachteten Wert y_{t-1} und den Glättungsfaktor α . Damit ergibt sich

$$Y_t = (1 - \alpha) Y_{t-1} + \alpha y_{t-1}.$$

Ein großer Glättungsfaktor gewichtet den letzten beobachteten Zeitreihenwert gegenüber den früheren geschätzten Werten stärker. Bei einem Glättungsfaktor von 1 werden die Prognosewerte der Vergangenheit vernachlässigt.

Die <Losgrößenbildung> setzt ein, wenn Bedarfe und Perioden festliegen. Dann werden gleichartige Bestandteile über verschiedene Perioden zu *Losen* für die Transformation zusammengefasst. Dieses Vorgehen orientiert sich an der Idee der Bestimmung der optimalen Bestellmenge, mit dem Unterschied, dass anstelle von *Bestellkosten* jetzt *Rüstkosten* Berücksichtigung finden. Ein Ergebnis der Losgrößenbildung, angewandt auf die Daten des Beispiels 2.2.2, könnte sein, dass z_1 in zwei Losen zu 290 Einheiten in Periode 7 und zu 300 Einheiten in Periode 10 hergestellt werden sollte. Für z_3 und z_4 ließe sich eine ähnliche Losgrößenbildung vornehmen.

Losgrößen müssen häufig unter Berücksichtigung mehrstufiger Transformationsprozesse gebildet werden. Einfache Modelle schlagen konstante Losgrößen als Vielfaches des Periodenbedarfs vor oder machen vereinfachende Annahmen vergleichbar denen

bei der Bestimmung der optimalen Bestellmenge. Realistischere Losgrößenmodelle werden später im vierten Kapitel behandelt.

2.2.3 Ausführungsplanung

Die Ausführungsplanung auf taktischer Ebene umfasst eine Zeit- und eine Kapazitätsplanung. Die Schnittstelle zur Auftragsplanung auf operativer Ebene mit Systeminitialisierung, Systembetrieb und Systemüberwachung ist die *Auftragsfreigabe*. Zunächst soll die Zeitplanung mit Hilfe der Klasse ZEITPLAN erläutert werden.

ZEITPLAN

{ Aufträge, Mengen, Zeiten }

< Terminierung >

Die *Zeitplanung* wird auf Basis der Mengenplanung für die zu erfüllenden Aufträge mit dem Ziel der Festlegung von Bearbeitungsterminen ausgeführt. Die <Terminierung> legt Beginn- und Endtermine von einzelnen Aufträgen bzw. Auftragslosen fest. Dabei müssen Rüstzeiten, Bearbeitungszeiten und Übergangszeiten berücksichtigt werden. Zur Rückwärts- (späteste Beginntermine) und zur Vorwärtsterminierung (früheste Beginntermine) werden einfache Verfahren eingesetzt (vgl. [Din92]). Das zugrunde liegende Modell ist ein gerichteter Graph $G = (V, A)$, der die einzelnen Verrichtungen und die Bearbeitungsdauern darstellt. Man ermittelt beispielsweise den "kritischen Pfad", der die Verrichtungen angibt, deren Verzögerung auch den Endtermin des Auftragsnetzes verzögern würde. Nicht kritische Verrichtungen sind innerhalb von Pufferzeiten verschiebbar. Ein bekanntes Terminierungsverfahren ist CPM (Critical Path Method).

Bei CPM werden Verrichtungen als Pfeile A und Ereignisse, die Voraussetzungen für den Start oder den Abschluss von Verrichtungen sind, als Knoten V dargestellt. G ist aufsteigend zu numerieren, d.h. jeder Nachfolgerknoten j hat eine größere Nummer als sein Vorgängerknoten i . Einem Pfeil (i, j) wird eine Dauer $D(i, j)$ zugeordnet. Mit diesen Angaben lassen sich früheste und späteste Eintrittszeitpunkte von Ereignissen (FZ, SZ), früheste und späteste Anfangs- und Endzeitpunkte von Verrichtungen (FA, SA, FE, SE) und zugehörige Pufferzeiten (GP) entsprechend der folgenden Vorschriften ermitteln.

$$\begin{aligned}
 FZ(1) &= 0 \\
 FZ(j) &= \max\{FZ(i) + D(i, j) \mid i \in V(j)\} \\
 SZ(n) &= FZ(n) \\
 SZ(i) &= \min\{SZ(j) - D(i, j) \mid j \in N(i)\} \\
 GP(i) &= SZ(i) - FZ(i) \\
 FA(i, j) &= FZ(i) \\
 SA(i, j) &= SZ(j) - D(i, j) \\
 FE(i, j) &= FZ(i) + D(i, j) \\
 SE(i, j) &= SZ(j) \\
 GP(i, j) &= SA(i, j) - FA(i, j) \\
 &= SZ(j) - D(i, j) - FZ(i)
 \end{aligned}$$

Beispiel 2.2.3: In den Abbildungen 2.2.-4 und 2.2.-5 sind die Ergebnisse einer Zeitplanung mit CPM dargestellt. Im Graphen sind die Verrichtungen als Pfeile dargestellt und Beginn- und Endtermine sind den aufsteigend nummerierten Knoten zugeordnet. Gestrichelte Pfeile geben zusätzliche Vorrangbeziehungen wieder. Das Balkendiagramm verdeutlicht das Ergebnis nochmals aus zeitlicher Sicht.

Die *Kapazitätsplanung* setzt die Ergebnisse der Zeitplanung weiter um, indem sie die verfügbaren Ressourcen und die benötigten Kapazitäten berücksichtigt. Dazu wird neben der

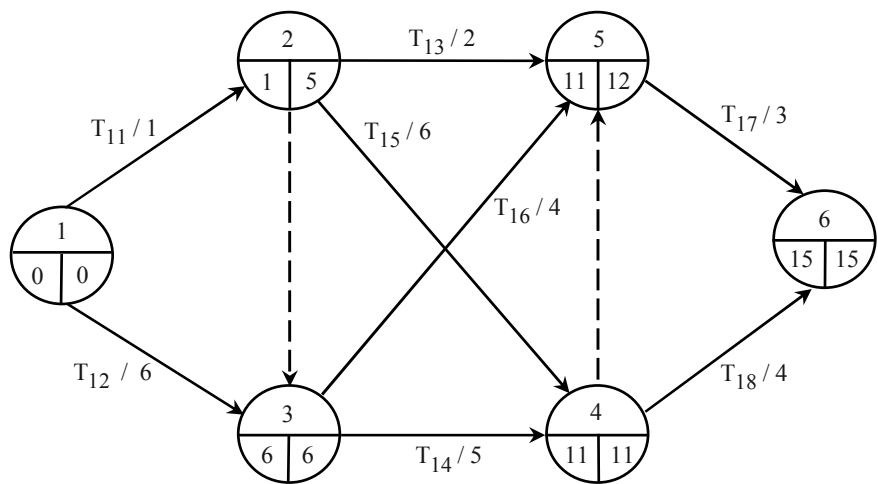


Abbildung 2.2.-4: Terminierung mit CPM

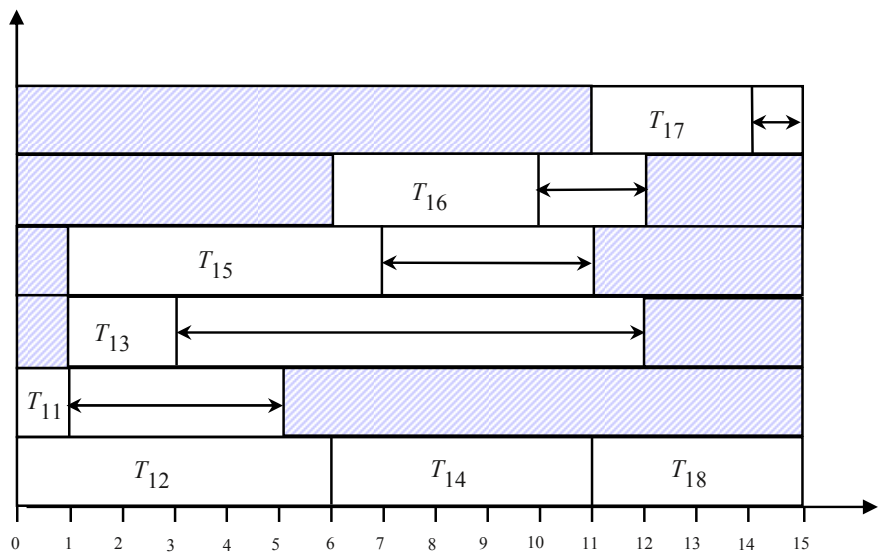


Abbildung 2.2.-5: Zugehöriges Balkendiagramm

Klasse KAPAZITÄTSPLAN auch die Klasse RESSOURCE benötigt. RESSOURCE stellt das Kapazitätsangebot

zur Verfügung, das dann von KAPAZITÄTSPLAN für Reservierungen benutzt wird. Die Bestimmung des Kapazitätsangebots erfolgt durch die Methoden <Bestimme_Verfügbarkeit> und <Bestimme_Kapazität>.

RESSOURCE

{ Verfügbarkeit, Kapazität, Eignung }
< Bestimme_Verfügbarkeit, Bestimme_Kapazität >

Teilklassen: PROZESSOR, PERSONAL,
WERKZEUG, SONSTIGE_RESSOURCEN

KAPAZITÄTSPLAN

{ Aufträge, Mengen, Zeiten, Ressourcen }
< Kapazitätsreservierung >

Die Klasse KAPAZITÄTSPLAN stellt die Methode <Kapazitätsreservierung> zur Verfügung. Diese ermittelt die entsprechend der Terminierung benötigten Ressourcenkapazitäten und stellt sie dem Kapazitätsangebot auf aggregierter Ebene gegenüber. Unter Berücksichtigung der Möglichkeiten kapazitativer *Anpassungsmaßnahmen* wie zeitlicher (Überstunden), quantitativer (zusätzliche Ressourcen) oder intensitätsmäßiger (höhere Arbeitsgeschwindigkeit) Art werden die Kapazitäten von *Ressourcengruppen* reserviert. Reichen kapazitative Anpassungsmaßnahmen nicht aus, muss eine Verlagerung der Aufträge auf von der Terminierung abweichende Perioden erfolgen. Bezogen auf das Beispiel 2.2.3 könnte das Ergebnis der Kapazitätsreservierung wie in Abbildung 2.2.-6 dargestellt aussehen. Zu beachten war dabei, dass Verrichtungen T_{12} , T_{14} und T_{18} einer Ressourcengruppe und die restlichen Verrichtungen einer anderen Ressourcengruppe zuzuordnen sind.

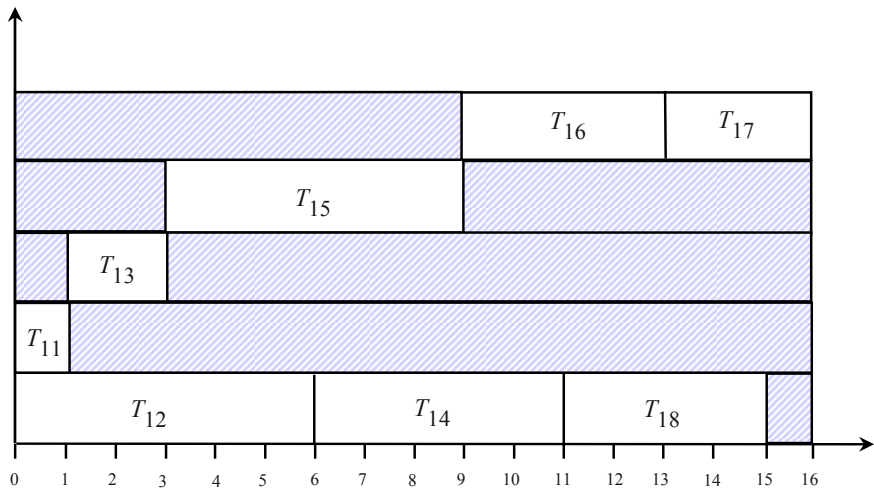


Abbildung 2.2.-6: *Ergebnis der Kapazitätsreservierung*

Manchmal werden Terminierung und Kapazitätsreservierung auch *simultan* durchgeführt. Auf Grund der damit verbundenen Komplexität wird aber überwiegend *sequentiell* geplant. Beispiele sequentiell arbeitender Terminierungs- und Reservierungsverfahren, die im Rahmen der Ausführungsplanung für Warenprozesse eingesetzt werden, sind OPT und die retrograde Terminierung. Bei OPT (Optimized Production Technology) wird der Graph in einen kritischen (Vrichtungen, die Engpasskapazitäten beanspruchen) und einen unkritischen Teil zerlegt. Für den kritischen Teil wird eine Vorwärtsterminierung durchgeführt und für den unkritischen eine Rückwärtsterminierung. Bei der retrograden Terminierung bestimmen die Erfüllungstermine der Aufträge die Inanspruchnahme der Ressourcen. Die Reservierung erfolgt auf Basis von Prioritätsziffern, wobei eine Rückwärtsterminierung der Aufträge entsprechend nicht steigender Prioritätsziffern erfolgt.

Die operative Auftragsplanung setzt nach der Auftragsfreigabe ein. Sie besteht aus Systeminitialisierung, Systembetrieb und Systemüberwachung. Da diese Aufgaben Schwerpunkt der Darstellung der folgenden Kapitel sind, sollen hier nur die entsprechenden Klassen eingeführt und ihnen die wichtigsten Methoden zugeordnet werden. Eine eingehende Erläuterung erfolgt im nächsten Kapitel.

SYSTEMINITIALISIERUNG

< Auftragsbildung, Prozessorengruppierung,
Funktionszuordnung >

SYSTEMBETRIEB

< Einschleusung, Routenwahl, Prozessorbelegung >

SYSTEMÜBERWACHUNG

< Betriebsdatenerfassung, Soll-Ist-Vergleich >

2.3 Computerintegrierte Unternehmensprozesse

Das Konzept des computerintegrierten Unternehmensprozesses (CIB) zielt auf die Synchronisation von Waren- und Informationsprozessen aus ablauforientierter Sicht auf der Basis von verteilten, autonomen *Informations- und Kommunikationssystemen*. Ziel ist die Unterstützung aller Aktivitäten der Auftragsplanung auf Grundlage der durch die Prozessplanung definierten Prozesstypen.

Zur Umsetzung des CIB-Konzeptes bedarf es geeigneter Modelle für die Prozess- und für die Auftragsplanung. In den

vorangegangenen beiden Abschnitten ist ein mögliches Modell für die dispositiven Aufgaben schrittweise entworfen worden. In den Abbildungen 2.3.-1 und 2.3.-2 ist es nochmals dargestellt.

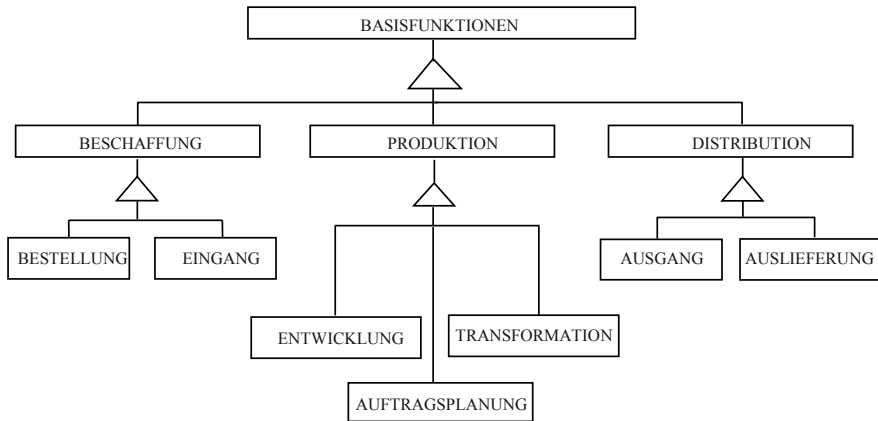


Abbildung 2.3.-1: *Klassenstruktur der Prozessplanung*

Abbildung 2.3.-1 zeigt ein *Strukturmodell*, bei dem nur die einzelnen Klassen angegeben sind; Attribute und Funktionen können aus den vorangegangenen Abschnitten entnommen werden. Das in Abbildung 2.3.-2 dargestellte *Ablaufmodell* ist eine Expansion der Klasse AUFTRAGSPANUNG, wobei die einzelnen Funktionen und ihr Input und Output den im vorangegangenen Abschnitt definierten OOA-Klassen zu entnehmen sind.

Voraussetzung für CIB sind neben einer adäquaten Modellorientierung auch eine integrierte Datenhaltung, ein leistungsfähiges Kommunikationsnetzwerk zum Datenaustausch und ein modulares Softwarekonzept. Die verschiedenen CIB-Module sind in Abbildung 2.3.-3 dargestellt.

CIB zielt auf die rechnerunterstützte Integration der Durchführung von Unternehmensprozessen; im Mittelpunkt steht das Produkt mit seinen technischen und betriebswirtschaftlichen

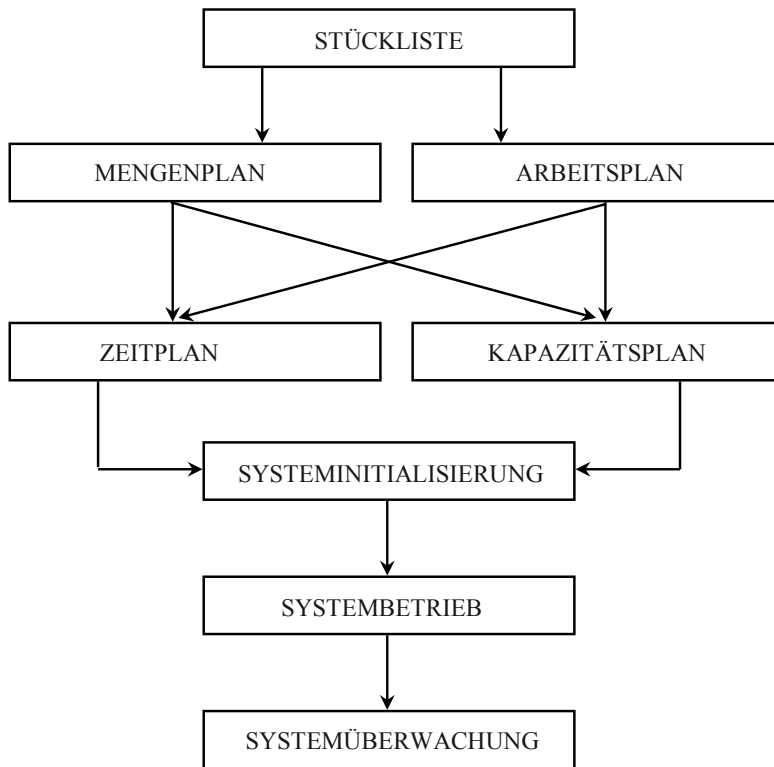
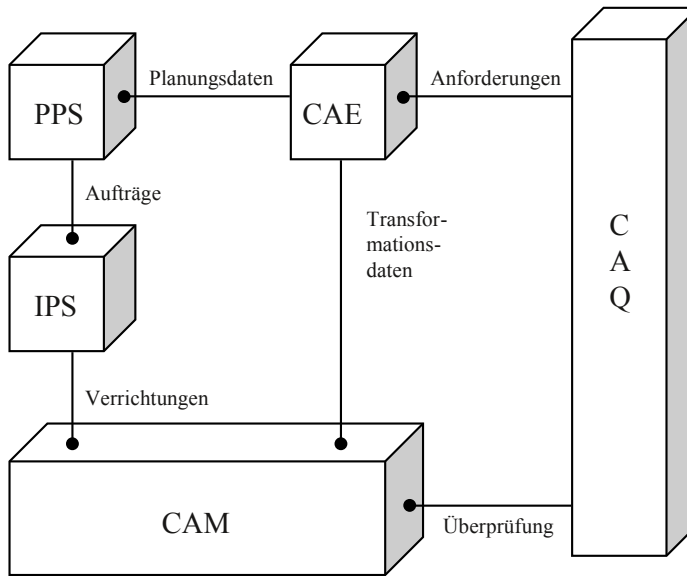


Abbildung 2.3.-2: *Ablauforientierte Sicht auf die Auftragsplanung*

Anforderungen als Teil eines Auftrags. *CAE*- und *CAQ*-Module liefern *Strukturdaten* und Rahmenbedingungen in Form von Zeichnungen, Stücklisten, Arbeitsplänen sowie Qualitätsvorgaben. Betriebsdaten werden vom *CAM*-Modul bereitgestellt, und *PPS* übernimmt die *Mengenplanung* und *taktische* Ausführungsplanung (vgl. [GGR92]). Die *operative* Ausführungsplanung wird durch das *IPS*-Modul übernommen. Aus der Sicht einer *hierarchischen* Planung übernimmt *PPS* die Mengen-, Zeit- und Kapazitätsplanung, *IPS* die Systeminitialisierung, die Organisation des Systembetriebs und die Systemüberwachung, und *CAM* liefert die Betriebsdaten und sorgt für die Auftragsdurchführung. Somit werden das taktische Prozessmanagement insbesondere durch *PPS* und

Abbildung 2.3.-3: *CIB-Module*

CAE unterstützt und das operative durch IPS und CAM. Die Aufgaben der verschiedenen Ebenen und ihre Schnittstellen sind in Abbildung 2.3.-4 dargestellt.

Eine wichtige Voraussetzung für das CIB-Konzept ist der Aufbau eines integrierten Datenbestands. Dieser muss die Aktualität der Informationen für alle Entscheidungsebenen sicherstellen. Es wird eine möglichst redundanzarme Speicherung der Daten angestrebt. Diese Aufgabe übernimmt das *Datenbankverwaltungssystem* (DBVS). Obwohl die Daten weiterhin physisch verteilt abgelegt sein können, ist die logische Sicht auf die Daten zentral, so dass alle Unternehmensprozesse auf eine *virtuelle* Datenbank zugreifen. Solche Datenbanksysteme müssen hohen Anforderungen bezüglich Datenschutz, Datensicherheit und Verfügbarkeit genügen sowie sich durch kurze Zugriffszeiten auszeichnen. Die Rolle eines integrierten Datenbestandes beim CIB-Konzept ist in Abbildung 2.3.-5

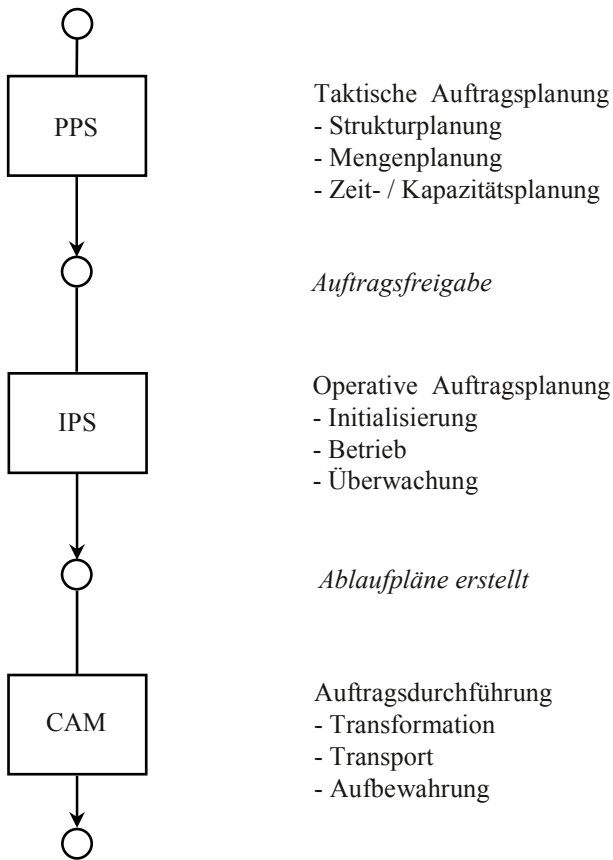


Abbildung 2.3.-4: *Taktische und operative Aufgaben*

dargestellt. Das zusätzlich eingeführte CAA-Modul übernimmt Abrechnungsaufgaben.

Zentrale Aufgaben der operativen Ausführungsplanung sind dem IPS-Modul zugeordnet. Besondere Bedeutung kommt dabei der Ablaufplanung zu. Computerunterstützung zur Lösung von Ablaufplanungsproblemen wird durch *Decision Support Systeme* geleistet [EGS97]. Solche Systeme sind häufig eingebettet in globale Informations- und Kommunikationssysteme für die Auftragsplanung. Im Bereich materieller Prozesse sind Decision

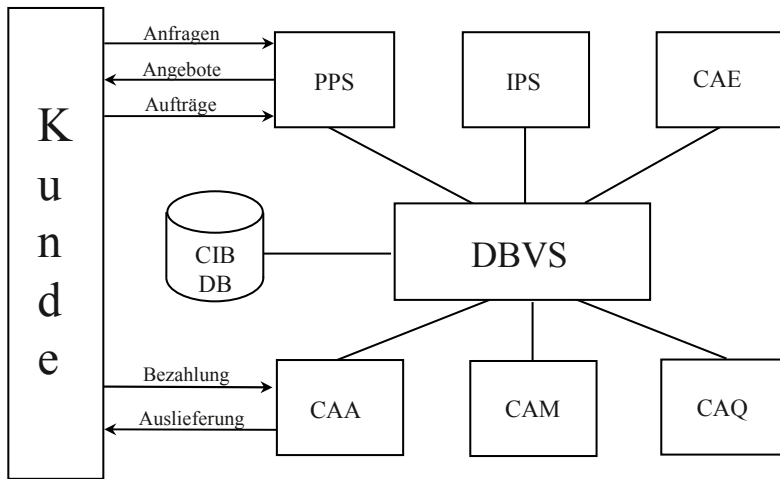


Abbildung 2.3.-5: CIB und die Datenbank

Support Systeme in *Leitstandsysteme* [MS92] und im Bereich immaterieller Prozesse in *Workflowsysteme* [Bus96] integriert. Die Basisfunktionalität von Leitstand- und Workflowsystemen besteht aus Grunddatenverwaltung, Auftragsverwaltung, Ressourcenverwaltung, Ablaufplanung, Simulation, Überwachung und Beauskunftung, Betriebsdatenerfassung und Prozesskontrolle, Controlling, Statistik, Archivierung sowie Verteilung und Koordination.

Prozessmanagement

Modelle und Methoden

Schmidt, G.

2012, XII, 227 S. 80 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-33009-4