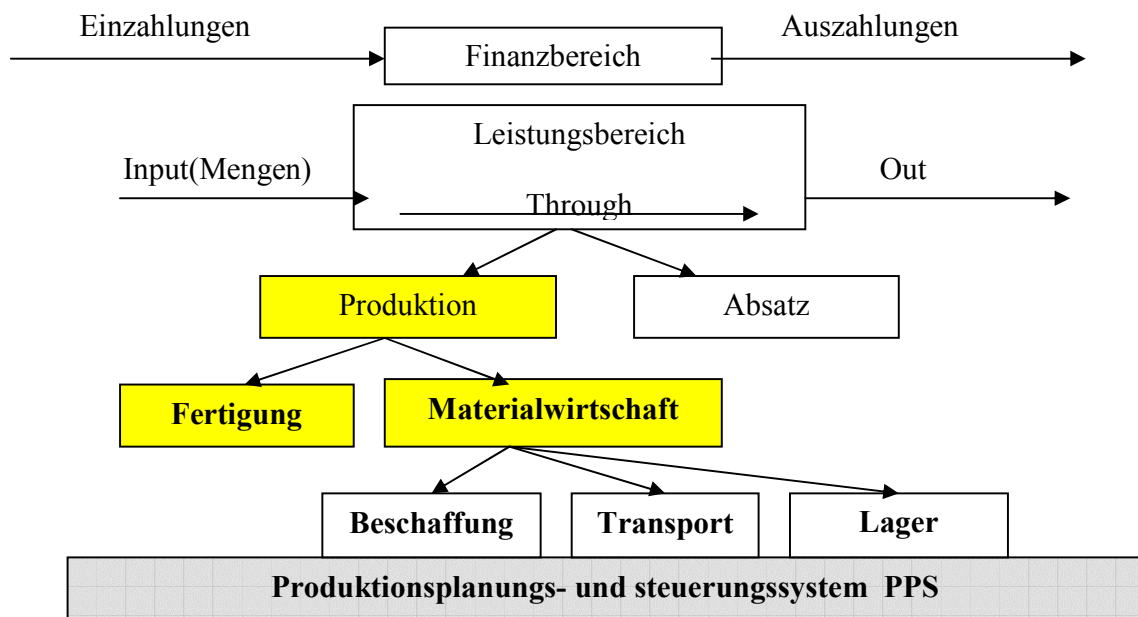
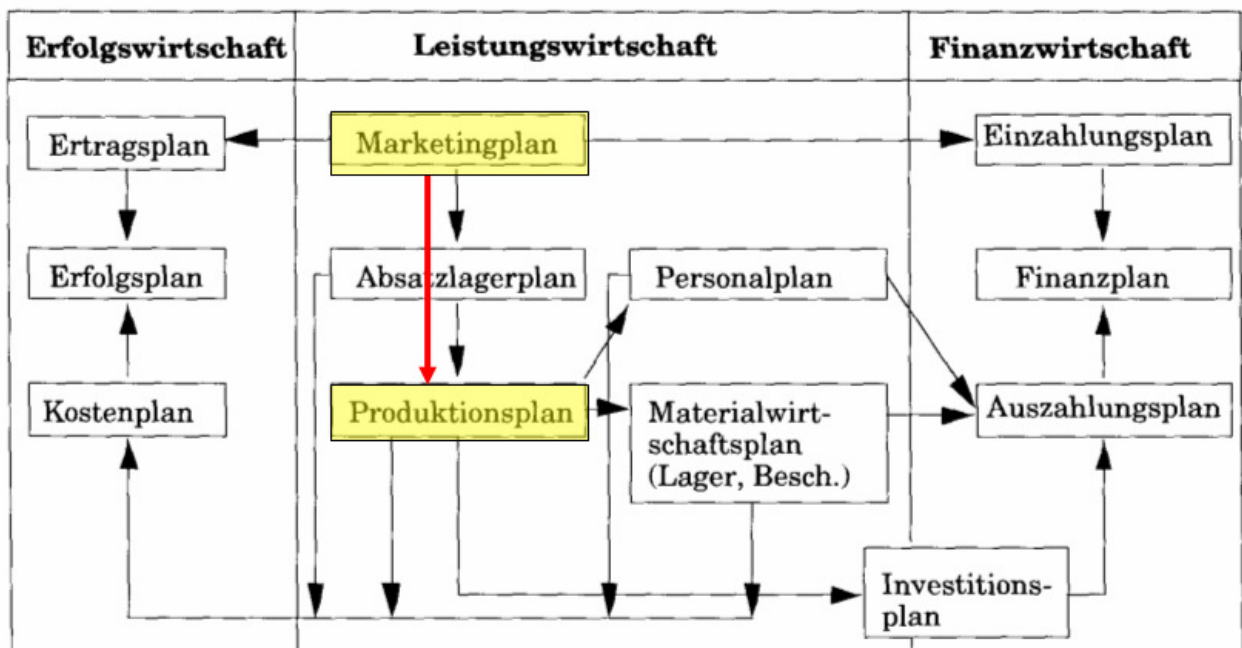


**4.1 ÜBERBLICK**

Finanzbereich: der Strom an Ein- und Auszahlungen.  
 Leistungsbereich: der Strom an Material und Dienstleistungen  
 Leistungsbereich: Produktion & Absatz  
 Produktion: Fertigung & Materialwirtschaft.



Die einzelnen taktischen Pläne stehen in folgendem **Zusammenhang** (Olfert / Pischulti, Olfert / Steinbuch):



## 4.2 PRODUKTIONSPLANUNG

Mittelfristige Produktionsplanung: 1 – 6 Monate

Wieviel **Kapazität** (z.B. Produktionsmenge/Tag) benötigen wir? Wo gibt es **Engpässe**?

das ergibt sich aus den Aufträgen, allgemein aus der Absatzplanung.

=> Welche Maschinen, welche und wieviel Arbeitskräfte leisten dies?

=> Welche Betriebsmittel nutzen, stilllegen, ausbauen, anschaffen?

=> Welche Arbeitskräfte einsetzen, umdirigieren, anlernen?

=> Welche und wieviel Rohstoffe, Verbrauchsstoffe, Hilfsstoffe benötigen wir?

=> Wo wird produziert? innerbetriebliche Standorte, Transportsysteme, Lagersysteme

Kurzfristige Produktionsplanung: 1 – 7 Tage

Ziel der kurzfristigen Fertigungsplanung: **gewinnmaximale** Kombination der Produktionsmengen bei **auftragsgemäßer Qualität** und Lieferbereitschaft.

❶ minimale Kosten pro Stück  $k_v$  bei Material, Fertigung, Lager, Transport

$$\text{Stückkosten} = \text{variable Kosten } k_v = \frac{K}{x} = \frac{\text{Gesamtkosten}}{\text{Produktionsmenge}} \left[ \frac{\text{€}}{\text{Stück}} \right]$$

≈ Herstellungskosten ≈ kurzfristige Preisuntergrenze

Variable Kosten enthalten nicht die fixe Kosten für Gehälter, Betriebsausstattung usw.

❷ maximaler Erlös pro Stück = max. "Stückpreis" = Preisobergrenze  $p$  [€/ Stück]

❸ maximaler Deckungsbeitrag pro Stück  $db = p - k_v$   $G = E - A$

= Stück-Deckungsbeitrag = Gewinn pro Stück ohne Deckung der fixen Kosten  $K_f$

wird auch "Marge" genannt, auch "operative Marge".

Es ist ein "Beitrag" zum Decken der fixen Kosten  $K_f$ .

Fixkosten-Block  $K_f$  = feste Gesamtkosten der Produktionsmittel für dieses Produkt.

Diese fixe Kosten  $K_f$  sollen von jeweiligen Produkten getragen (gedeckt) werden.

Der Deckungsbeitrag pro Stück  $db$

ist die **Schlüsselgröße** für die kurzfristige Produktionsplanung:

Produkte und Fertigungsverfahren mit höherem Stückdeckungsbeitrag  $db$  werden grundsätzlich vorgezogen.

Für die Produktionsmenge  $x$  [Stück] ergibt sich der Gesamtdeckungsbeitrag  $DB = db \cdot x$

**Betriebsergebnis** eines Produkts  $G = db \cdot x - K_f$  "Gewinn  $G$ "

allgemein für das Produkt  $i$   $G = db_i \cdot x_i - K_f$

Das ist der Beitrag des Produkts  $i$  zum Unternehmensgewinn

= Zuwachs an Kapitalwert | Unternehmenswert | Eigenkapital.

→ *bwl0planspiel.xls* /Betriebsergebnis

Bei der Berechnung des *tatsächlichen Gewinns* werden auch betriebsfremde Aufwendungen und Erträge berücksichtigt. Das vernachlässigen wir.

### 4.3 DAS PPS-SYSTEM

#### Produktionsplanungs- und steuerungssystem PPS

Das PPS-System plant und steuert die gesamte Produktion.  
Dabei werden alle Teilpläne sukzessiv (aufeinander aufbauend) zusammengeführt.

Das PPS-System umfasst das **gesamte Mengen-Zeit-Kosten**-Gerüst der Fertigung auf der **operativen Ebene**, es ist das Instrument für die kurzfristige Produktionsplanung. Viele Unterziele müssen simultan (gleichzeitig) erfüllt werden:  
 minimaler Materialverbrauch, minimaler Energieverbrauch,  
 minimale Lärmentwicklung, minimaler Werkzeugverschleiß,  
 minimale Ausschussquote,  
 minimale Durchlaufzeiten, minimale Terminabweichungen,  
 minimale Lagerbestände.

#### Aufbau eines PPS-Systems

##### (1) **Datenbank:**

1. Kundendaten, Auftragsdaten, Termine
2. Lieferantendaten mit Lieferkonditionen
3. Technische Daten und Kosten/Preise der Werkstoffe und des Hilfsmaterials
4. Rezepturen, Fertigungsverfahren
5. Verfügbare Maschinenkapazitäten, Transporteinrichtungen, Daten über Mitarbeiter

##### (2) **Maschinenbelegungspläne:**

Kundenaufträge

=> Produktionsprogramm

=> Materialbedarf (Gesamtbedarf – Lagerbestände),

=> Festlegung der **optimalen Produktionsserien**  $x_1^{opt}$ ,  $x_2^{opt}$ ,  $x_3^{opt}$  ... s.4.5

=> Planung der Durchlaufzeiten (ab Liefertermin rückwärts)

(Netzplantechnik, in einfachen Fällen auch linear)

=> Maschinenbelegungspläne.

Maschinenbelegungspläne enthalten die simultane Planung aller Einsatzfaktoren:

welche Maschinen bearbeiten in welcher Reihenfolge die Fertigungsaufträge?

wohin und wann müssen Material und Werkzeuge geliefert werden?

##### (3) Rückmeldungen aus der Fertigung = **Betriebsdatenerfassung** (BDE),

Überwachung der Fertigung: Zustand der Betriebsmittel und der Werkzeuge,

Warnungen über drohende Fehler und Problemsituationen (**Auftragsüberwachung**)

=> Aktualisierung der Maschinenbelegungspläne

=> aktuellen Engpässe werden real time (sofort) behoben oder ausgeglichen

Rückmeldungen über die erledigten Aufträge

=> an den Vertrieb => Verpackung, Kundenbenachrichtigung usw.

## 4.4 CIM

### Computer Integrated Manufacturing

enthält ein PPS-System und geht weit darüber hinaus:  
es ist ein komplett integriertes rechner-gestütztes Fertigungssystem  
mit den **3 Teilaufgaben**: Normalien, Lagermaße

#### a) Entwicklung neuer Produkte und Produktverbesserungen mit CAD

(Computer Aided Design) <http://www.cad.de/> (Forum)

- Konstruktionszeichnungen,
- alle **Teile-Listen** und technische Daten für die Fertigung, Stücklisten
- diese Daten können direkt der Fertigung (dem PPS) übergeben werden

#### b) rechnergestütztes PPS-System (siehe oben)

=> **Mengen**, Kapazitäten, Termine, Auftragsgrößen, Maschinenbelegungspläne  
=> schnelle rechnergestützte Reaktionen bei Ausfällen, Fehlern, Verzögerungen

#### c) komplette Steuerung der Werkzeugmaschinen, des Transportsystems

und der Lagerhaltung = **CAM** (Computer Aided **Manufacturing**)

- vollautomatische Werkzeugmaschinensteuerung, vollaut. Materialfluss ...  
CNC-Maschinen (computerized numeric control, numerisch gesteuert)
- automatischer **Werkzeugwechsel** und **Werkstückeinrichtung**
- automatische Qualitätskontrolle mit passenden **Mess-** und Meldesystemen
- automatische Nutzung der technischen Daten,  
die die Lieferanten zur Verfügung stellen,  
Intranet und Internet als **Real-Time-Datenbasis** und Knowledge Base

=> minimale Durchlaufzeiten, minimale Lagerkosten, max. Qualität,  
min. Personalkosten

=> volle Nutzung der genormten Bauteile, Normalien

=> Aufträge effizient fertigen bis herunter zur Losgröße 1 (Seriengröße 1 Stück)  
höchste Flexibilität, (kundenindividuelle Produkte)

z.B. [http://www.ids-scheer.de/de/index\\_de.html](http://www.ids-scheer.de/de/index_de.html)

#### Beachten Sie:

bwl7pps.chm *Beispiel FEKOR-PPS-System,  
Marktübersicht über PPS-Programme, Liste der Demo-Programme*  
bwl7cim1.ppt *Powerpoint-Datei für CIM-Werkzeugsteuerung*  
bwl7cim2.ppt *Powerpoint-Datei für CIM-Datenbank*

**4.5 AUFTRAGSMENGE UND LAGERBEWEGUNG**

Das Problem der optimalen **Auftragsmenge**  $x_{opt}$

(gleichbedeutend mit Seriengröße, Bestellmenge, Losgröße  $x_{opt}$ )

**Beispiel:** Ein Bauunternehmen bezieht Zement direkt vom Zementwerk und lagert ihn bis zur Verwendung in seiner Halle. Der Jahresgesamtbedarf wird auf  $B = 60000$  Sack geschätzt. Soll man oft und wenig oder selten und viel bestellen?

Bevorzugt man kleine oder große Bestellmengen  $x$  ?

Viele kleine Bestellungen verursachen viele teure Einkaufsabwicklungen...  $K$  [€/Auftrag]

Wenige große Bestellungen ergeben hohe Lagerkosten, der Zement verdirbt,

bindet Kapital (Zinskosten und Liquiditätsschwierigkeiten) und braucht Lagerplatz ...

Die Bestellmenge, die **minimale Gesamtkosten** verursacht, heißt optimale Bestellmenge  $x_{opt}$ .

Lagerbewegungen

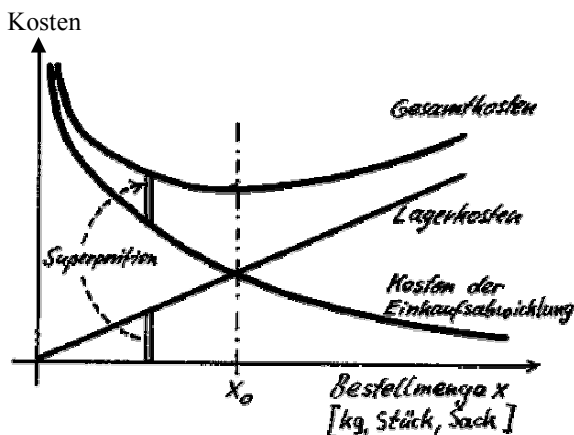
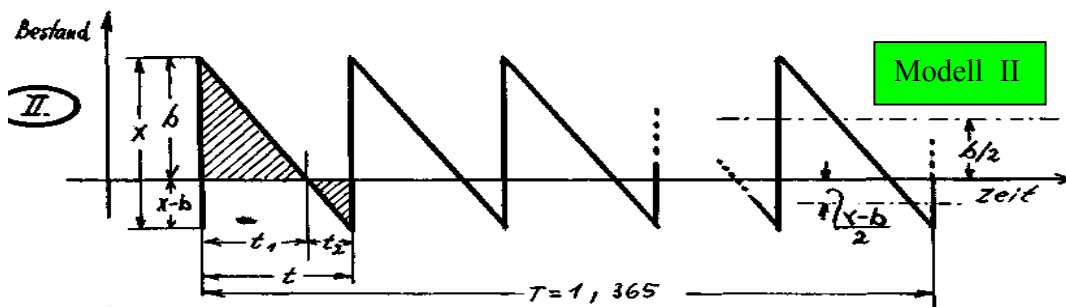
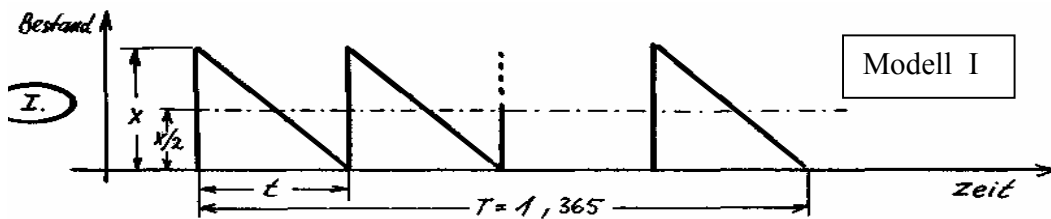
Lager sind Systeme, die ihre Bestände regelmäßig ändern. Die Bestände werden auf- und abgebaut.

Die Lagerzustände ändern sich zyklisch. Es ergeben sich **Lagerzyklen**.

Den Gesamtverlauf der Lagerzyklen nennt man die Lagerbewegung.

Im allgemeinen sind Lagerbewegungen sehr unübersichtlich, oft scheinen sie dem Zufall unterworfen zu sein. Solche Lagerbewegungen untersucht man mit Hilfe der Statistik.

Die Modelle I, II lassen sich noch mit analytischen Methoden untersuchen:



Modell I

Die gesamten Kosten einer Beschaffungsmaßnahme erreichen ihr Minimum bei  $x_{opt}$ , der optimalen Auftragsmenge

#### 4.6 OPTIMALE AUFTRAGSGRÖÖE, BESTELLMENGE, PRODUKTIONSMENGE $x_{OPT}$

##### Viele kleine Bestellungen oder wenige große Bestellungen?

Die Gesamtkosten pro Jahr für die Beschaffung eines Vorproduktes sind:

$$K(x) = B \cdot p + \frac{B}{x} \cdot K_f + \frac{x}{2} \cdot p \cdot q \quad \rightarrow \text{Minimum} \quad K'(x)=0 \dots$$

$B$  = Bedarf pro Jahr [Stück]

$x$  = Bestellmenge [Stück pro Bestellung]

$p$  = Preis pro Stück, [€ / Stück], hier unabhängig von der Bestellmenge, kein Mengenrabatt

$B \cdot p$  = Beschaffungskosten pro Jahr für dieses Produkt [€]

$\frac{B}{x}$  = Anzahl der Bestellungen pro Jahr

$K_f$  = fixe Kosten pro Bestellung: Lieferantenauswahl bis zur Kontrolle der Lieferung.

$\frac{B}{x} \cdot K_f$  = Gesamte Kosten für die Bestellabwicklung pro Jahr [€]

$\frac{x}{2}$  = durchschnittlicher Lagerbestand, einfacher Mittelwert [Stück]

$\frac{x}{2} \cdot p$  = Wert des Lagerbestands [€]

$q$  = Zins- und Lagerkosten in Prozent des Lagerbestand-Wertes  $\frac{x}{2} \cdot p$

dabei wird  $q$  als Dezimalzahl angegeben ( $8\% = 0,08$ )

$\frac{x}{2} \cdot p \cdot q$  = gesamte Lagerkosten pro Jahr.

$p \cdot q = k_{\text{Lager}}$  = Lagerkosten pro Stück

$$K'(x) = -\frac{B \cdot K_f}{x^2} + \frac{pq}{2} = 0 \Rightarrow x_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot B \cdot K_f}{p \cdot q}} \quad \text{beachte: } \left(\frac{1}{x}\right)' = -\frac{1}{x^2}$$

Diese Formel funktioniert nur unter bestimmten Prämissen:

1. Die Planungsperiode beträgt 1 Jahr, der Jahresbedarf ist bekannt.
2. Der Verbrauch der Lagermenge erfolgt kontinuierlich und linear.
3. Die Beschaffungsgeschwindigkeit ist unendlich groß.
4. Schwund und Verderb sind in den Zins- und Lagerkosten  $q$  enthalten.
5. Der Preis ist über die Planungszeit konstant und **es gibt keine Mengenrabatte**.
6. Es gibt keine fixen Lagerkosten und die Lagerkosten sind proportional der Lagermenge.
7. Die bestellfixen Kosten  $K_f$  sind unabhängig von der Höhe der Bestellmenge, Transport- und Verpackungskosten sind unabhängig von der Höhe der Bestellmenge
8. Es gibt keine Mindestabnahmemengen und keine feste Stufen bei der Bestellmenge
9. Es werden keine Fehlmengen zugelassen siehe Modell II

Für Bestellplanungen bei denen diese Voraussetzungen nicht erfüllt sind, gibt es entsprechend aufwendigere Varianten zu dieser Grundgleichung der optimalen Bestellmenge.

#### 4.7 OPTIMALE LOSGRÖßE, OPTIMALE PRODUKTIONSMENGE $x_{OPT}$

Die gleichen Überlegungen wie bei der optimalen Bestellmenge und die gleichen Prämissen führen zur entsprechenden Formel für die optimale Losgröße **innerhalb der Fertigung**:

Viele Zwischenprodukte in großer Serie fertigen  
 oder Zwischenprodukte in kleiner Serie, oder sogar einzeln fertigen?  
 => gesucht ist die optimale Los-, Auftrags-, Seriengröße  $x_{opt}$

Kleine Serien:

=> hohe Serienwechselkosten  $K_f$  = fixe Kosten pro Serienwechsel = Rüstkosten pro Serie  
 = auflagenfixen Kosten

Große Serien:

=> hohe Lagerkosten  $\frac{x}{2} \cdot p \cdot q$ , mit  $p$  als innerbetrieblichem Preis

Optimale Seriengröße

$$x_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot B \cdot K_f}{p \cdot q}} \quad \left[ \sqrt{\frac{\text{Stück} \cdot \text{Euro}}{\frac{\text{Euro}}{\text{Stück}} \cdot 1}} = \text{Stück} \right]$$

Den Ausdruck  $pq$  kann man auch als Lagerkosten pro Stück  $k_{Lager}$  zusammenfassen.

Beispiel

Die jährliche Produktionsmenge betrage 180.000 Stück. Die Serienwechselkosten (= Rüstkosten pro Serienwechsel) liegen bei 2.500 €. Die Produkte haben einen Wert von 100 €/Stück, die Zins- und Lagerkosten werden auf 9% geschätzt.

$$x_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot 180000 \cdot 2500}{100 \cdot 0,09}} = 10000 \text{ Stück.} \quad \text{Anzahl der Serien } \frac{B}{x} = \frac{180000}{10000} = 18$$

$$\text{Produktionsintervalle } \frac{365}{18} \approx 20 \text{ Tage}$$

$$\text{Lagerkosten pro Stück } 100 \cdot 0,09 = 9 \text{ €/Stück}$$

**Für die optimale Planung der Serienfolgen**

**ist der Zusammenhang zwischen Auftragsfolge und Zielkriterien wichtig:**

**Man wählt eine der folgenden Prioritätsregeln:**

1. FIFO- (first in first out) — nächster Auftrag ist der mit der längsten Wartezeit
2. der Auftrag mit der längsten Wartedauer vor der Fertigungsstufe ist der nächste
3. der Auftrag mit den meisten noch ausstehenden Bearbeitungsgängen ist der nächste
4. der Auftrag mit der größten Summe der noch ausstehenden Bearbeitungszeiten ist der nächste
5. SO- (shortest Operation) => nächster Auftrag ist der mit der kürzesten Bearbeitungszeit;
6. LO- (longest Operation) => nächster Auftrag ist der mit der längsten Bearbeitungszeit;
7. Wert-Regel — nächster Auftrag ist der mit dem höchsten Wert (Deckungsbeitrag)
8. Liefertermin-Regel — nächster Auftrag ist der mit dem frühesten Liefertermin
9. LIFO- (last in first out) => nächster Auftrag ist der, der zuletzt eingegangen ist

## 4.8 MATERIALWIRTSCHAFT, LOGISTIK, BESCHAFFUNG

Ziel: Das Material soll in passender Menge und Qualität, zur rechten Zeit am rechten Ort sein, bei niedrigsten Beschaffungskosten

- Prozesskosten senken (Fixe Kosten der Bestellung senken)  $K_f$
- Einkaufspreise senken
- Passende Güter kaufen durch frühzeitige Zusammenarbeit mit dem Lieferanten

Checklist bei der Lieferantenauswahl: Einstandspreis, Transportkosten, Zahlungsbedingungen, technische Qualität, Kompatibilität, Liefertermin, Flexibilität bei der Abwicklung...

### Die drei Materialarten:

Betriebsmittel: Material, das länger als eine Planungsperiode (Jahr) genutzt wird.  
 ≈ Investitionsgüter ≈ Betriebsausstattung.

Insbesondere Maschinen, Lager- und Transporteinrichtungen, Mess- und Steuerungsgeräte. Die Anschaffungskosten werden über die Nutzungsjahre abgeschrieben. Betriebsmittel verursachen fixe Kosten, binden Kapital, Zinskosten entstehen... Diese fixe Kosten müssen durch Deckungsbeiträge  $db \cdot x$  gedeckt werden.

Werkstoffe: sie werden bei der Fertigung veredelt: "Wertschöpfungskette"

Mengenermittlung durch Stücklisten mit Hilfe der Matrizenrechnung, CAD!  
 Gleichteile-Konzept (Modularisierung) => niedrige Produktions- und Lagerkosten

Baukasten-System: Zwischenprodukte, für verschiedene Endprodukte kombinierbar. Standardisierung der Zwischenprodukte und Zubehörteile, trotzdem individualisierte Endprodukte

Hilfsstoffe: sie werden zusätzlich eingesetzt,

sind aber nicht wesentlicher Bestandteil der Endprodukte:

Energie, Schmiermittel, Werkzeuge, Büromaterial, Ersatzteile, Katalysatoren (MRO-Güter: Maintenance, Repair, Operations)

Sie müssen meistens sehr genauen Spezifikationen entsprechen (Viskosität, Temperaturbeständigkeit usw.)

### Teueres und billiges Material: ABC-Analyse

- A-Material ist teuer und wird deshalb zusammen mit dem Produktionsprogramm genau geplant und überwacht.
- C-Material ist billig, wird von der operativen Ebene beschafft, meist per Internet bestellt.
- B-Material liegt dazwischen, die Beschaffungsmethode ist von der "Beschaffungspolitik" des Unternehmens abhängig.

Diese ABC-Analyse stützt sich auf eine typische Einteilungskonvention:

Materialart	Wertanteil in %	Mengenanteil in %
A-Güter	ca. 80%	ca. 10%
B-Güter	ca. 15%	ca. 20%
C-Güter	ca. 5%	ca. 70%



## 4.9 AKTUELLE ENTWICKLUNGEN

### 1. E-Procurement, d.h. die Warenbeschaffung im Internet.

Solche digitale Marktplätze haben 3 Ziele:

**Einkaufspreise senken, neue Lieferanten finden, Prozess-(Transaktions-)kosten senken**

- a) 90% der billigen Güter (C-Güter) werden mit E-Procurement beschafft.
- b) B-Güter werden über Katalog-Management-Systeme bestellt. Der Anteil dieser Methode lag 2005 schon bei 20%, die Prozesskosten wurden dabei um 30% gesenkt. (Marktführer bei der Software: SAP, 60% Marktanteil, dann Ariba, Commerce One)
- c) Werkstoffe und Hilfsmaterial lassen sich über **Auktionen** beschaffen: das kaufende Unternehmen schreibt Menge und Qualität aus (**Ausschreibungen**), die Zulieferer bieten mit Preisen und Konditionen. Den Zuschlag erhält der günstigste Anbieter (besonders in der Chemieindustrie).  
Dasselbe gilt für Halbfertigwaren (Schrauben, Beschläge, genormte Bauteile u.ä.).  
Die wichtigsten Anbieter solcher Auktionsplattformen:

Portum, FreeMarkets, Supply On, Newton, Trade28, emaks, Goodex [2005]!

E-Procurement setzt ein leistungsfähiges Katalog- und Content-Management voraus:

Großunternehmen kommen auf 1000 und mehr Lieferanten, deren Kataloge im jeweiligen Format müssen in das eigene E-Procurement-System integriert und regelmäßig aktualisiert werden.

### 2. Supply-Chain-Management. Konsequenter Ausbau der Supply-Chain.

- Frühzeitig wird mit den Lieferanten verhandelt, schon bei deren Forschung und Entwicklung mitwirken.
- **Proaktives Lieferantenmanagement** entwickeln: (vgl. CRM)  
die Zulieferer über ein Supplier Relationship Management (SRM) einbinden;  
die Lieferanten in die Wertschöpfungskette integrieren (Kooperationen)  
=> Minimale Lagerkosten durch **Just-in-Time**-Konzept  
=> Mitarbeiter der Lieferanten richten Anlagen ein oder/und bedienen sie.

### 3. Supply Risk Management

- a) damit kein fehlendes Teil die komplette Produktion lahmlegt  
vom Lieferanten abhängig? termintreu? Liquiditätsschwierigkeiten? Streiks?
- b) damit Qualitätsschwankungen verhindert werden
- c) damit Möglichkeiten des Global Sourcing (Einkaufen in Niedrigpreisländern) kontrolliert ausgeschöpft werden.

### 4. Wirksame Verbesserungen: (Meta-Studie)

Die **größten Erfolge bei der Beschaffung haben Unternehmen, die**

- a) ihren Einkauf **zentral** bereichsübergreifend bündeln,  
wenig Maverick-Buying (Beschaffung ohne Einkaufsabteilung) betreiben
- b) ihren Bedarf **standardisieren**
- c) einheitliche **Konditionen** aushandeln
- d) ihre Lieferanten in die Beschaffung **integrieren**