

Produktion – Zusammenfassung WS 2001/2002
Vorlesung bei Prof. von Zwehl / Prof. Grob / Prof. Thonemann
WWU Münster

1. Grundlagen industrieller Produktion (von Zwehl)

1.1 Begriffsbestimmungen und Grundprinzipien

Produktion ist die Kombination und Transformation von Einsatzgütern (Produktionsfaktoren) zur Erstellung von Ausbringungsgütern (Produkte, Erzeugnisse). Dabei können die Einsatzgüter ebenso wie die Ausbringungsgüter sowohl materielle als auch immaterielle Güter (z.B. Strom) sein.

Rationalprinzip:

1. Mit gegebenen Mitteln einen möglichst großen Nutzen realisieren. Was als Nutzen gilt, legt das Individuum fest. (Maximumprinzip)
- oder
2. einen bestimmten Nutzen mit möglichst geringen Mitteln erreichen. (Minimumprinzip)

→ Es geht in beiden Fällen um das „Wie“ des Handelns.

Die zwei Ausprägungen des **Wirtschaftlichkeitsprinzips** (=ökonomische Form des Rationalprinzips):

- Kombiniere eine gegebene Menge an Einsatzgütern so, dass die Ausbringungsmenge möglichst groß ist! (Maximumprinzip).
- Siehe zu, dass eine gegebene Ausbringungsmenge mit einem möglichst geringen Faktoreinsatz realisiert wird! (Minimumprinzip)

→ Es geht in beiden Fällen um das „Wie“ des Handelns.

Effektivität:

Frage nach dem Sachziel, dem „Was“. Do the right things!

Man arbeitet effektiv, wenn man die richtigen, d.h. zur Sachzielerreichung notwendigen Dinge tut.

Effizienz:

Frage nach der Art der Sachzielerreichung, dem „Wie“. Do things right!

Man arbeitet effizient, wenn man vorgegebene Aufgaben zielstrebig erledigt!

→ Rationalitätsprinzip

→ Wirtschaftlichkeitsprinzip

1.3 Merkmale tayloristischer Produktion

Frederic Winslow Taylor (1856-1915), amerikanischer Ingenieur, Begründer der wissenschaftlichen Betriebsführung (scientific management)

Tayloristische Produktion = Produktion, die sich (z.T. bis heute) nach dem Gestaltungsprinzipien Taylors vollzieht.

Merkmale tayloristischer Produktion

- a) Arbeitsteilung
- b) Standardisierung
- c) Mechanisierung

Arbeitsteilung

- Zeitstudien, Bewegungsstudien, Arbeitsplatzstudien, produktionslogische Ordnung der Arbeitsschritte
- Optimierung der Werkzeuge
- Differential-Piece-Rate-System als spezielles Akkordlohnsystem
- Arbeitsteilung bei Produktion und Führung

Funktionsmeister-System

- *4 Funktionsmeister der Fertigung* (bosses)
 - Verrichtungsmeister
 - Geschwindigkeitsmeister
 - Prüfmeister (Qualität)
 - Instandhaltungsmeister
- *2 Funktionsmeister der Verwaltung* (clerks)

Vorteile der Arbeitsteilung

- Zeitbedarf je Durchführung der Arbeitsaufgabe sinkt wegen Übungseffekten (Lerneffekten)
- Produktivität und Wirtschaftlichkeit steigen
- Arbeitskräfte sind leicht zu ersetzen
- Nur niedrige Qualifikation erforderlich

Nachteile extremer Arbeitsteilung (aus heutiger Sicht)

- Geringe Motivation
- Hoher Koordinations- und Planungsaufwand
- Fehlende Flexibilität

Standardisierung

von Produkten
von Tätigkeiten in der Produktion
der Organisation der Arbeitsabläufe

Vorteile:

senkt Kosten
geringe Anforderung an Beschaffung
Absatz und Service brauchen nicht ständig angepasst zu werden
Mitarbeiter brauchen nicht umzulernen
keine Ersatzteilprobleme für Abnehmer: Jedes Produkt ist zugleich Ersatzteillager

Nachteile:

keine Berücksichtigung besonderer Kundenwünsche
keine Flexibilität

Mechanisierung

Einfunktionsmaschinen

1) *Spezialmaschinen*

- Ausgerichtet auf eine Aufgabe und eine Produktart
- Lassen sich nicht oder nur in geringem Maße umstellen

Vorteil: Hohe Produktivität

Nachteil: fehlende Flexibilität

2) *Universalmaschinen*

Ausgerichtet auf eine Aufgabe, aber in verschiedenen Ausprägungen,
kann umgerüstet werden; Umrüstzeit, Umrüstkosten

Einsatz bei losweiser Fertigung

Vorteil: Begrenzte Flexibilität

Nachteil: i.d.R. geringere Produktivität

Mehrfunktionsmaschine:

Bearbeitungsautomaten, die mehrere Aufgaben erledigen können.

Vorteil: hohe Flexibilität

Nachteil: hohe Kosten (insbesondere Fixkosten)

Notwendige Bedingungen für einen erfolgreichen Einsatz tayloristischer Gestaltungsprinzipien der Produktion

- stabile Märkte mit geringer Dynamik
 - Gleichbleibende Produkte über lange Zeiträume
 - Keine Marktsegmentierung erforderlich
 - Geringer Konkurrenzdruck, ungesättigte Märkte
 - Kunden sind froh, wenn sie beliefert werden

- stabile Produktion als Folge der Marktstabilität
keine flexiblen Produktionsanlagen erforderlich
Flexibilität der Mitarbeiter nicht gefragt
große Mengen homogener Produkte, geringer Änderungsbedarf, Auftreten von Lerneffekten (Erfahrungskurveneffekt)
eingespielte Prozesse mit Einfunktionsmaschinen (bzw. Einfunktionsautomaten)
nach erstmaliger Einrichtung keine lfd. Koordination und Steuerung erforderlich
-Abläufe durch generelle Regelungen organisiert
keine Informationsprobleme, weitgehende Vorplanung

- keine Knappheit von Einsatzgütern
 - . Faktor Arbeit reichlich verfügbar
 - . Mitarbeiter sind durch guten Lohn motivierbar
 - . keine einschränkenden Umweltvorschriften

- gesellschaftliche Produktionsbeschränkungen spielen keine Rolle

1.4 Produktionsfaktoren

Produktionsfaktoren sind materielle wie auch immaterielle Einsatzgüter, die mit ihren arteigene „Leistungen“ zum Produktionsprozess beitragen und das Entstehen von Produkten ermöglichen.

- a) Faktoren, die im Produktionsprozess „verbraucht“ werden (untergehen) und
- b) solche, die gebraucht werden (Nutzenbündel)

Produktionsfaktorsysteme

Nach Gutenberg:

- Zu den *dispositiven Faktoren* gehört die Geschäfts- und Betriebsleitung, deren Aufgabe es ist, die Elementarfaktoren miteinander zu kombinieren.

- *Elementare Faktoren* sind Werkstoffe (Rohstoffe, Halb- und Fertigerzeugnisse, die als Grundmaterialien in die Herstellung der Enderzeugnisse eingehen), Arbeits- und Betriebsmittel (Einrichtungen und Anlagen, die der Leistungserstellung dienen) sowie unmittelbar objektbezogene Arbeitsleistungen (vgl. Bitz, 1993, S.30).

Nach Heinen:

Potentialfaktoren verkörpern Nutzenpotentiale, die nicht durch einmaligen, sondern erst durch wiederholten Einsatz in eine produktive Kombination aufgezehrt werden. Beispiele sind Betriebsmittel, aber auch die menschliche Arbeitskraft.

Repetierfaktoren gehen mit dem Einsatz in den Produktionsprozess „unter“, d.h., sie werden entweder verbraucht (Energie, Betriebsstoffe), oder sie erfahren durch die Kombination eine chemische oder physikalische Umwandlung (vgl. Adam, 1998, S.285).

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht fehlen in den Faktorsystemen (fehlt in Gutenberg System):

- „Dinge“, die nicht verbraucht werden, wie z.B. Waren (aus Produktionssicht natürlich uninteressant)
- nicht körperliche Einsatzgüter, die zeitbefristet zur Verfügung stehen, wie Geld, Kredite, Nutzungsrechte, Lizenzen usw.
- Dienstleistungen usw.
- Information
- Umwelt

1.5 Arten von Produktionsprozessen

Merkmale zur Systematisierung von Produktionsprozessen

- Anzahl der Produktarten
- Sicht des Marktes
- Art des Produktionsablaufs
- Materialfluss
- Organisationsform
- Fertigungstypen

	Merkmal	Ausprägungen			
1.	<u>Anzahl Produktarten</u>	Einproduktartenfertigung		Mehrproduktartenfertigung (Incl. Kuppelproduktion)	
2.	<u>Marktsicht</u>	Auftragsproduktion		Marktproduktion	
3.	<u>Produktionsablauf</u> a) masch. Unterstützung	manuell/ handwerklich	mechanisch	tellauto- matisiert	vollautoma- tisiert
	b) Zahl der Stufen	einstufige Produktion		mehrstufige Produktion	

	Merkmal	Ausprägungen			
4.	<u>Materialfluß</u> a) Input/Output- Beziehungen	synthetische Produktion	analytische Produktion	durchgängige Produktion	analytisch- synthetische Produktion
	b) zeitliche Abstimmung	kontinuierlich		diskontinuierlich	
	c) Struktur	linear		vernetzt	
	d) Verschiedenheit des Flusses	identical routing		different routing	

Merkmal	Ausprägungen				
<u>Organisation der Fertigung</u>	Gruppenfertigung		Werkstattfertigung	Fließfertigung	Baustellenfertigung
<u>Fertigungstypen</u> a) Menge als Abgrenzungsmerkmale	Massenfertigung	Serienfertigung	Sortenfertigung		Einzel- fertigung
b) Verwandtschaft	Variantenfertigung		Chargenfertigung	Sortenfertigung	

intermittierende Fertigung

auf bestehenden Maschinen (Extremfall: 1 Maschine) werden im Zeitablauf verschiedene Produkte erzeugt. Die Maschinen werden dazu umgerüstet.

- Umrüstkosten, Umrüstzeiten
Teil der Produktion geht auf Lager
- Lagerkosten

Probleme: Losgrößenbestimmung, Reihenfolge, Maschinenbelegung

Serienfertigung

- Erzeugung qualitativ verwandter, im Ergebnis aber z. T. recht unterschiedlicher Produkte auf (weitgehend) denselben Maschinen (Möbel, Rahmen für Damen- und Herrenfahräder, elektr. Motoren verschiedener Leistung, Schuhe)
- Auslöser: Bestellungen, Produktionsprogramm, Lageraufträge (Ersatzteile)
- z. T. starke Unterschiede in den Losgrößen
- Rationalisierung durch Normung und Typung
- Umrüstzeiten und -kosten z. T. erheblich

Sortenfertigung

- Abart der Massenfertigung; Erzeugung qualitativ verwandter fertigungstechnisch weitgehend identischer Produkte in Parallelfertigung oder intermittierend (z. B. Zündkerzen, Zigaretten)
- Produktion für den anonymen Markt
- Rationalisierungseffekte durch Normung und Typung

Chargenfertigung

- Sonderform der Sorten-/Serienfertigung in Stahl-, Chemie-, Lebensmittel-, Textilindustrie
- trotz einheitlicher Fertigungsabläufe gibt es (geringfügige) Unterschiede zwischen Produkten einzelner Chargen (Lose); Lacke, Stahl, Wolle bestimmter Farbe
- Auslöser: Produktionsprogramm, ggf. Bestellungen
- Besonderheit: ungewollte Produktdifferenzierung durch wechselnde Produktionsbedingungen

Vorteile Fließfertigung gegenüber Werkstattfertigung

(zugleich Nachteile Werkstattfertigung)

- höhere Produktionsgeschwindigkeit wegen Arbeitsteilung und Spezialisierung
- keine Rüstzeiten, daher viel produktive Zeit
- innerbetrieblicher Transport i. d. R. mit dem Band
- Band ist Zwischenlager
- geringere Kapitalbindung durch noch nicht bearbeitete Teile

Vorteile Werkstattfertigung gegenüber Fließfertigung

(zugleich Nachteile Fließfertigung)

- höhere Flexibilität; Überstunden
- Aufbau/Abbau einzelner Arbeitsplätze möglich
- bei Maschinenstörungen ist nur ein Platz betroffen
- geringerer Kapitalbedarf für Maschinen, höherer für Teile

1.6 Veränderungstendenzen in der industriellen Industrie

Veränderungstendenzen in der industriellen Produktion während der letzten 80 Jahre

- marktliche Änderungen
- Änderungen in den Produkten
- Änderungen bei den Produktionsfaktoren
- Änderungen in der Organisation der Unternehmen
- Änderungen in der Bestellpolitik

1.7 Folgen von Marktwandel und Komplexität für die Produktion

- zunehmende Variantenzahl
- sinkende Losgrößen
- häufigere Umstellungen in der Produktion
- wachsende Teilevielfalt
- wachsende Zahl der Arbeitsschritte
- Steuerung der Fertigung komplexer
- vernetzte statt linearer Strukturen
- umrüstbare Maschinen
- keine generellen Regelungen mehr möglich
- Terminüberwachung
- Durchlaufzeitenproblem
- Maschinenbelegung
- Produktive Zeiten sinken, Maschinennutzungsgrad sinkt
- wachsende Anforderungen an Bereitstellung von Teilen
- geringere Reichweite der Bestände

Komplexität = Gesamtheit aller Merkmale eines Zustands oder Objekts

Komplexitätsreduktion

angemessene (vereinfachende) Konstruktion [Gleichheit lange beibehalten →

Diversifikation erst später → weniger Komplexität]

Standardteile/Gleichteile [Autohersteller, z.B. Seat / VW / Skoda]

Variantenbildung erst spät

Zahl der Varianten begrenzen

Abgekoppelte Produktion von „Exoten“ [Cabrios von VW zu Kahrman]

Entkopplung von Prozessen

Komplexitätsbeherrschung (= mit der Komplexität leben)

→ proaktives Denken

→ sensitives Denken

→ ganzheitliches Denken

→ Potentialdenken

→ ökonomisches Denken

Instrumente hierzu sind u.a. Lean Management, TQM, Kaizen. Diese dürfen allerdings nicht als drei eigenständige, alternative Werkzeuge missverstanden werden. Es handelt sich um mehr oder weniger identische Ansätze, die sich lediglich durch ihre Perspektive unterscheiden, aus der sie die Probleme betrachten (vgl. Adam, 1998, S.66).

1.8 Konsequenzen veränderter Produktion für Erfolgsfaktoren und Kostenstrukturen

Erfolgsfaktoren

- Qualität
- Liefertreue
- Termintreue
- Eingehen auf Kundenwünsche

Kostenstrukturen

wenig Produkteinzelkosten
wenig variable Kosten

viel Produktgemeinkosten
viel Fixkosten

Maßnahmen zur Erfolgsstabilisierung bei hohen Fixkosten

- Arbeiten mit Fixpreisen (Bsp. Brunch „eat as much as you can“)
- gespaltene Preissysteme (Bsp. Bahncard)
- Diversifizierungsstrategien (Produktionsprogramm / schwankende Nachfrage „Ausweichprodukte“ typisches Beispiel Milchwirtschaft)
- Kostenorientierte Produktentwicklung

1.9 Das System der Produktionsplanung

Produktionsplanung

Programmplanung
Durchführungsplanung
Produktionsaufteilungsplanung
Zeitliche Verteilung der Produktionsmengen
Innerbetriebliche Auftragsgrößenplanung
Zeitliche Ablaufplanung (Auftragsreihenfolge / Maschinenbelegung)
Bereitstellungsplanung
Demontageplanung

Zu 1.) **Programmplanung**

Was?

Leistungsprogramm nach Menge und Qualität

Fertigungstiefe (Wertschöpfung) → Umsatzerlöse – Einkaufswert der Zulieferteile

Bekannt: Preise; Kapazitäten

Zu 2.) **Durchführungsplanung**

Produktionsaufteilungsplanung

- optimale Aufteilung der Produktionsmengen auf die verfügbaren Produktionsfaktoren [Arbeitskräfte & Betriebsmittel (Maschinen)]
- Auswahl der wirtschaftlichen Faktorkombinationen zur Produktion gegebener Leistungen (Kostenpolitik)

Zeitliche Verteilung der Produktionsmengen

- Aufgabe: Analyse, ob es mit Rücksicht auf die Prod./Lagerkosten sinnvoll ist, Produktion und Absatz zu
- synchronisieren (zeitgleich)
 - emanzipieren (nach Produktion ins Lager, dann Verkauf und keine Produktion)

Innerbetriebliche Auftragsgrößenplanung

- Aufgabe: Ermittlung der Auftragsgröße, bei der das Fertigungsprogramm mit dem Maximum an Rüst- und Lagerkosten hergestellt werden kann.

Zeitliche Ablaufplanung

- * Auftragsreihenfolge
- * zeitliche Maschinenbelegung

- Aufgabe: Analyse
- wann in einem mehrstufigen Produktionsprozess
 - welche Aufträge
- auf
- welchen Betriebsmitteln
- unter Einsatz
- welcher Arbeitskräfte zu produzieren sind.

Zu 3.) **Bereitstellungsplanung**

Womit ?

Bereitstellung der zur Fertigung erforderlichen Produktionsfaktoren → insbes. Material richtige Mengen
zum richtigen Zeitpunkt
am richtigen Ort zu geringsten Kosten.

Zu 4.) **Demontageplanung**

Und dann ?

Recycling; Abbau von Produktionsfaktoren (Maschinen)

2. Planung des Leistungsprogramms (von Zwehl)

2.1 Strategische, taktische und operative Aspekte des Leistungsprogramms

Zentrale Aspekte der Planung des Leistungsprogramms

- **Strategisch:** langfristig und bedeutsam für den Unternehmenserfolg (Produktarten und –mengen; Fertigungstiefe)
- **Taktisch:** mittelfristig und von mittlerer Bedeutung für den Unternehmenserfolg (Qualitätsniveau)
- **Operativ:** kurzfristig und von untergeordneter Bedeutung für den Unternehmenserfolg (Produktionsverfahren)

2.2 Operative Produktionsprogrammplanung

Denkbare Ziele der operativen Produktionsprogrammplanung

- Gewinnmaximierung $g \rightarrow \max!$
- Umsatzmaximierung $U \rightarrow \max!$
- Deckungsbeitragsmaximierung $DB \rightarrow \max!$
- Kostenminimierung $K \rightarrow \max!$
- Rentabilitätsmaximierung $R \rightarrow \max!$

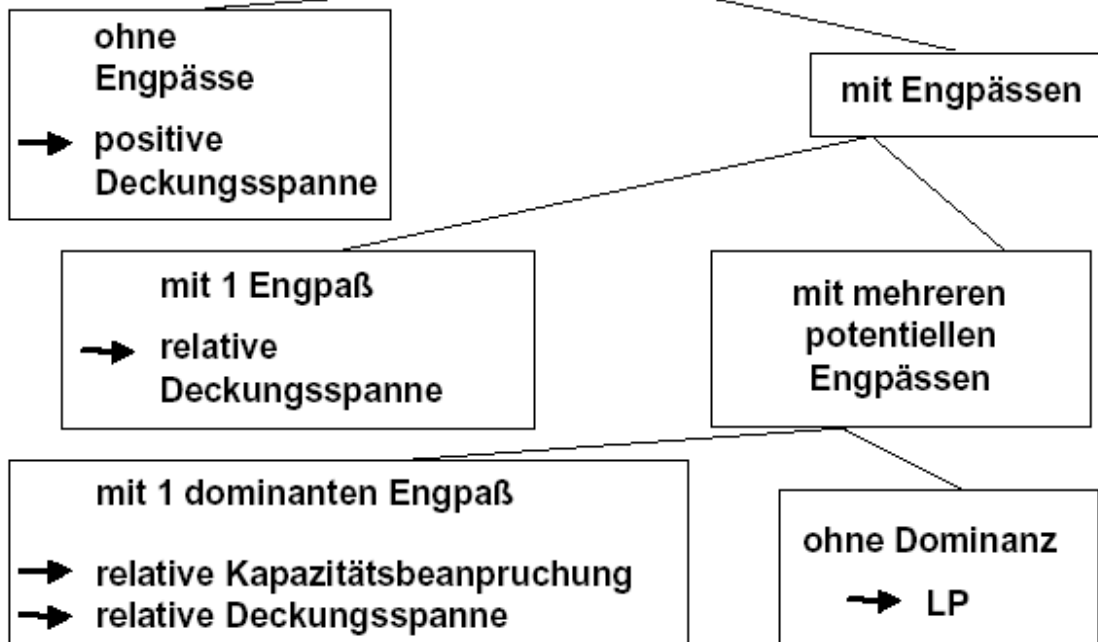
Entscheidungsrelevant sind nur solche Größen, deren Niveau sich mit der zu treffenden Entscheidung ändert.

Bei der operativen Programmplanung handelt es sich um eine statische Analyse, d.h. um eine Analyse, die den Zeitablauf nicht in die Modellbildung einbezieht.

Entscheidungsfelder der operativen Produktionsprogrammplanung

- Keine Kapazitätsbeschränkung
- Ein bekannter Kapazitätsengpass und ein Produktionsverfahren
- Ein Engpass und alternative Produktionsprozesse (Planung auf Basis *relativer Bruttodeckungsspannen* und *relativer Deckungsspannendifferenzen*)
- Mehrere denkbare Engpässe

operative Produktionsprogrammplanung



Die Wirkung absatzwirtschaftlicher Verflechtungen auf die Produktionsprogrammplanung

Es sind zwei Formen absatzwirtschaftlicher Beziehungen zu unterscheiden:

- **Komplementäre Beziehungen:** Es kann sinnvoll sein, Produkte mit negativer Deckungsspanne (DSP) in das Programm aufzunehmen. Fördert das Produkt mit negativer DSP den Absatz eines anderen Produktes mit positiver Spanne, kommt es auf den Nettoeffekt an. Ist der zusätzliche Deckungsbeitrag (DB) des geförderten Produktes höher als der negative DB, ergibt sich ein positiver Nettoeffekt, und das Produkt mit negativer DSP ist vorteilhaft (vgl. Adam, 1998, S.247).
- **Substitutionale Beziehungen:** Eine Erweiterung des qualitativen Programms kann zu einer verbesserten Gewinnsituation führen.

Programmplanung bei Kuppelproduktion

Bei einer Kuppelproduktion fallen die Mengen der Erzeugnisse in einer technisch definierten Relation an. Dieses Kopplungsverhältnis steht u.U. nicht in Einklang mit den Markterfordernissen. Stimmt die Produktionsrelation nicht mit der Absatzrelation überein, so können Fehlmengen oder Überschussmengen bei bestimmten Produkten auftreten. Die Planungsüberlegungen müssen dann auch die ökonomischen Wirkungen dieser Mengen berücksichtigen. So müssen beispielsweise Entsorgungskosten oder Lagerkosten angesetzt werden.

Bei Kuppelproduktion sind Teile der variablen Kosten Gemeinkosten, die sich nicht den einzelnen Produkten bzw. Ausbringungsmengen beanspruchungsgerecht zuordnen lassen. Für die Programmplanung können dann keine DSP für die Produkte bestimmt werden. Die bislang angewandte deckungsspannenorientierte Art der Programmplanung scheitert damit (vgl. Adam, 1998, S.249).

2.3 Forschung und Entwicklung (F&E) und Leistungsprogramm

Forschung und Entwicklung (F&E)

Grundlagenforschung: Auf Gewinnung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse gerichtet, ohne primäres Anwendungsziel, bringt höchstens zufällig neue Produkte.

Angewandte Forschung: Basiert auf Erkenntnissen der Grundlagenforschung, ist aber auf die Gewinnung neuer anwendbarer Ergebnisse ausgerichtet, z. B. Forschung nach neuen Impfstoffen usw.

Entwicklung: Setzt wissenschaftliche Erkenntnisse konkret um und führt zu neuen oder verbesserten Produkten, Verfahren, Maschinen usw. Beispiele sind derzeit die ständigen Verbesserungen der EDV oder der digitalen Photoapparate.

→ F & E setzt sich aus der Angewandten Forschung und der Entwicklung zusammen.

Maßgrößen zur Beurteilung

a) der Wirksamkeit von F & E-Aktivitäten

- Anzahl der Innovationen pro Jahr
- Zeit bis zur Markteinführung eines neuen Produktes
- Produktreife gerade eingeführter Erzeugnisse
- Kosten der Innovation; Kosten der Produktion einbeziehen

b) der Produkte

Marktfähigkeit / Konkurrenzfähigkeit
Stabilität
Produktionsmöglichkeiten
Wachstumspotential

2.4 Qualitätspolitik

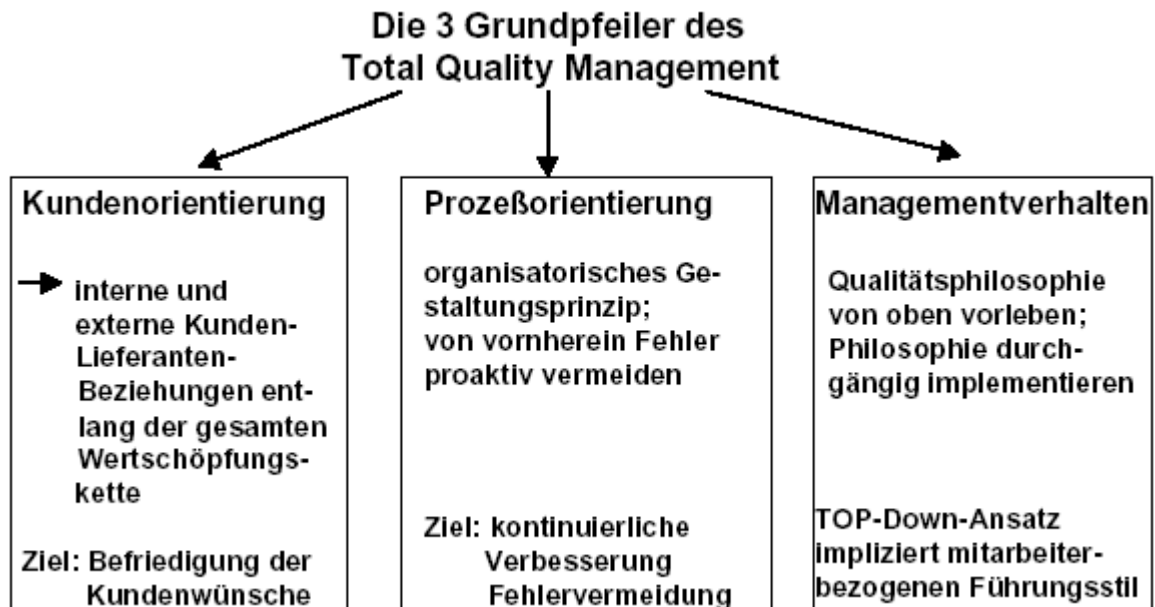
Stufen der Entwicklung des Qualitätsmanagement

Kontrollmechanismen (schon bei Taylor)

Statistische Qualitätssicherung (ab ca. 1920) → Anwendung der Stichprobentheorie

Mitarbeiterorientierung → Qualitätszirkel

TQM



2.5 Planung der Fertigungstiefe

Fertigungstiefe = Ausdruck für das Ausmaß des eigenen Anteils der Unternehmung an der gesamten Produktion

Wertschöpfung = Umsatz - zugehöriger Aufwand aufgrund von Fremdbezug

Fremdbezug umfasst insbes. Material (Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, Teile, Komponenten, Waren), Maschinen und Fremdleistungen (z. B. Reparaturen, Lohnfertigung)

Mit der Fertigungstiefe variieren insbes.:

- Kosten
- Erlöse
- Kapitalbedarf
- Personalbestand und -ausstattung
- Komplexität
- Durchlaufzeiten
- Wissen
- Qualität

3. Einführung in die Produktions- und Kostentheorie (Grob)

3.1 Der Zusammenhang zwischen der Produktions- und Kostentheorie

Gegenstand der Produktionstheorie

Produktionsfunktionen (Ertragsfunktionen)

$$M = f(r_1, \dots, r_i, \dots, r_n)$$

M Produktionsmenge
 r_i Verbrauch des Produktionsfaktors i

Kostenfunktionen

$$K_T = f(M)$$

K_T Gesamtkosten

Der Zusammenhang

$$K_T = f[M(r_1, \dots, r_i, \dots, r_n)]$$

Aufgaben der Kostenrechnung und der Faktorpreise

- Abrechnungs- und Dokumentationsfunktion („beliebige“ Faktorpreise)
- Kontrollfunktion (konstante Faktorpreise)
- Entscheidungsunterstützungs-Funktion (wertmäßige Kosten)

Wertmäßige Kosten = pagatorische Kosten + Opportunitätskosten

Die *wertmäßigen Kosten* berücksichtigen darüber hinaus, welcher zusätzliche Gewinn oder Deckungsbeitrag mit einer Faktoreinheit erzielt werden kann.

Die *pagatorischen Kosten* einer Faktoreinheit entsprechen dem am Beschaffungsmarkt zu zahlenden Betrag.

3.2 Klassifizierung von Ansätzen

Vielzahl von Produktionsfunktionen

- A Klassisch, aus der VWL stammend
- B auf Gutenberg zurückgehend (BWL)
- C auf Heinen zurückgehend, dynamische Eigenschaften
- D... weitere Ansätze

Charakterisierung

TYP A

Ertragsgesetzliche Produktionsfunktion

- Substitution zwischen den Produktionsfaktoren
- Betriebsbezogen
- Entscheidungsparameter = Einsatzmengen der Produktionsfaktoren

Substitutionale Produktionsfunktionen

Eine Verringerung der Einsatzmenge eines Faktors kann c.p. durch den verstärkten Einsatz eines anderen Faktors ersetzt werden.

Die Ausbringungsmenge kann c.p. durch veränderte Einsatzmengen nur eines Faktors beeinflusst werden.

Die wichtigsten Prämissen einer substitutionalen Produktionsfunktion

- Betriebsbezogene Modellierung
- Entscheidungsparameter = Einsatzmengen der Produktionsfaktoren
- Beliebige Teilbarkeit und periphere Substituierbarkeit der Faktoren, d.h., für eine gegebene Produktionsmenge ist es nicht möglich, einen Produktionsfaktor völlig aus der Faktorkombination zu verdrängen (vgl. Adam, 1998, S.300).
- fest vorgegebene Produktionsdauer; zeitliche Anpassung ist nicht möglich
- Herstellung nur einer Produktart
- Keine Unterscheidung der Faktorqualitäten

Wie verlaufen Kostenfunktionen, die aus Produktionsfaktoren vom Typ A resultieren ?

linear

degressiv steigend

s-förmig (interessantester Fall)

TYP B

Gutenberg-Produktionsfunktion

Limitationale Beziehung zwischen den Produktionsfaktoren

Aggregatbezogen (Kostenstellen bzw. Maschinen)

Entscheidungsparameter = Einsatzzeit und Intensität des Aggregats

4. Produktions- und Kostentheorie auf der Basis substitutionaler Produktionsfunktionen (Grob)

4.2 Kostenfunktionen bei ertragsgesetzlich verlaufenden Produktionsfunktionen

- Ursprünglich für die Agrarwirtschaft entwickelt
- Plausibel auch im Handel: steigende Verkaufsfläche bei konstantem Personaleinsatz
- In der Industrie: andere Situation keine Substituierbarkeit der Produktionsfaktoren

4.3 Modellkritik

Entwicklung eines problemadäquateren Modells = Produktionsfunktion vom TYP B (s. oben)

5. Produktions- und Kostentheorie auf der Basis limitationaler Produktionsfunktionen (Grob)

5.1 Definitionen und Modellelemente

Limitationalität

Technisch determiniertes Einsatzverhältnis von Produktionsfaktoren bei gegebener Ausbringung (Grenzproduktivität eines Produktionsfaktors = 0).

Die Produktionskoeffizienten können variabel sein.

Sämtliche Variablen und Parameter gelten für 1 Aggregat.

Modellelemente

- (1) Verbrauchsmengen
- (2) Leistung und Fertigungszeit sowie Produktionsmenge
- (3) Kostenkategorien

5.2 Entscheidungsprobleme

Charakterisierung

Technische Situation (z-Situation) gegeben

Einproduktfall

Produktionsmenge gegeben

Fragen:

auf welcher Maschine soll wie viel produziert werden?

mit welcher ökonomischen Leistung und mit welcher Fertigungszeit ist jede Maschine einzusetzen?

5.3 Ausgewählte Entscheidungssituationen

Allgemeine Darstellung der Theorie

Schritt 1

Formulierung der technischen Verbrauchsfunktion.

Diese gibt für jeden Produktionsfaktor den Faktorverbrauch pro technischer Leistungseinheit in Abhängigkeit von der technischen Leistung des Aggregates an (vgl. Voeth, 1998, S.131).

Schritt 2

Formulierung der Transformationsbeziehung zur Überführung der technischen in die ökonomische Verbrauchsfunktion.

Schritt 3

Die Transformation der technischen in die ökonomische Verbrauchsfunktion.

Hierzu ist zunächst einmal die technische Leistung d [TLE/ZE] durch die ökonomische Leistung x [ME/ZE] zu ersetzen. Das ist erforderlich, da letztlich nicht der Faktorverbrauch pro technischer Leistungseinheit, sondern der Faktorverbrauch pro Mengeneinheit des herzustellenden Produktes von Interesse ist (Voeth, 1998, S.131).

Schritt 4

Bewertung der ökonomischen Verbrauchsfunktion.

Schritt 5

Aggregation der bewerteten Verbrauchsfunktion.

Schritt 6

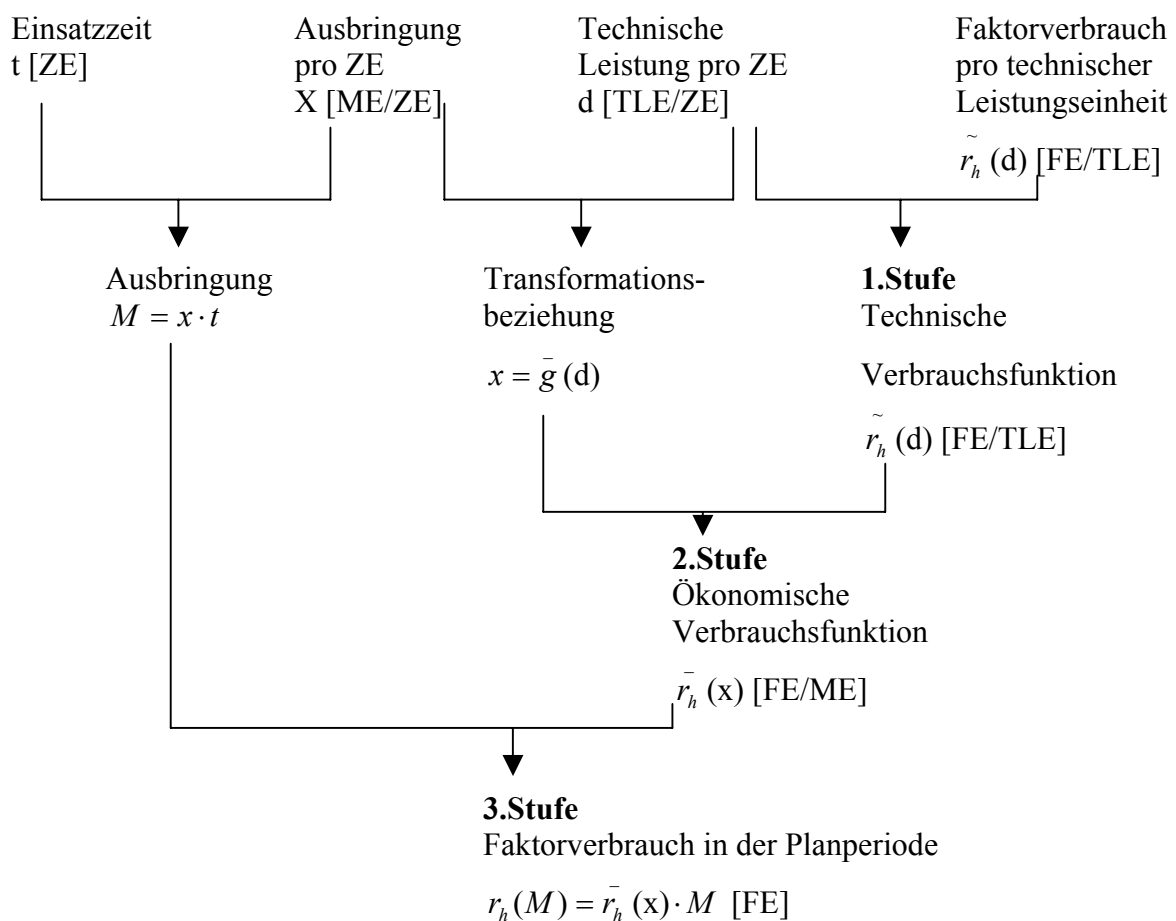
Ermittlung der Funktion der variablen Gesamtkosten in Abhängigkeit von der ökonomischen Leistung bei Konstanz der Fertigungszeit.

Schritt 7

Umformung der von der ökonomischen Leistung abhängigen Funktion der variablen Gesamtkosten in eine von der Produktionsmenge abhängige Funktion bei Konstanz der Fertigungszeit.

Schritt 8

Ermittlung der Funktion der variablen Gesamtkosten in Abhängigkeit von der Menge unter Berücksichtigung einer optimalen Anpassung.



(vgl. Adam, 1998, S.320)

Mengen-Kosten-Leistungsfunktion	$k(x) = \sum_h^{hn} p_h \cdot \bar{r}_h(x)$ [GE/ME]
Zeit-Kosten-Leistungsfunktion	$K(x) = k(x) \cdot x$ [GE/ZE]
Gesamtkosten	$K_T = k \cdot x \cdot t \Rightarrow x \cdot t = M$

6. Planung der zeitlichen Verteilung der Produktion (Grob)

Bislang ging es darum, eine für den Planungszeitraum gegebene Ausbringungsmenge mit minimalen Kosten zu erzeugen. Es wurden statische Modelle eingesetzt, die den Zeitablauf nicht abbildeten. Nun wird die Planungsperiode als Zeitraum betrachtet. Das Problem der Kostenpolitik wird damit um die zeitliche Produktionsverteilung erweitert. Für diese Überlegung ist nicht nur die gesamte Ausbringungsmenge relevant, von Bedeutung ist vielmehr die zeitliche Struktur von Absatz und Produktion. Weichen beide Strukturen voneinander ab, eilt die Produktion etwa dem Absatz voraus, entstehen Läger. Im anderen Fall treten zeitweilig Fehl- oder Verzugs Mengen auf. Die Lagerkosten bzw. die Fehlmengenkosten sind nun zusätzlich relevant (vgl. Adam, 1998, S.521).

Im Hinblick auf die zeitliche Verteilung der Produktion sind folgende, generell unterschiedliche Vorgehensweisen zu unterscheiden:

- *Synchronisation der Fertigung,*
- *Emanzipation der Fertigung.*

Von **Synchronisation der Fertigung** ist immer dann zu sprechen, wenn die Produktionsmengen in den Teilperioden genau den Absatzzahlen in den Perioden entsprechen. Im Gegensatz dazu spricht man von **Emanzipation der Fertigung**, wenn andere als in den Teilperioden abgesetzte Mengen produziert werden und allein sicherzustellen ist, dass der Absatzmarkt jederzeit beliefert werden kann (Voeth, 1998, S.155f).

7. PPS-Systeme (Thonemann)

Aufgabe des PPS-Systems

Die **Produktionsplanung und –steuerung** hat den Produktionsablauf unter mengenmäßigen und zeitlichen Gesichtspunkten unter Beachtung der Kapazitäten zu planen, zu veranlassen, zu überwachen und ggf. korrigierende Maßnahmen zu ergreifen.

Aufgabe eines PPS-Systems ist die integrierte Durchführung der Produktionsplanung und –steuerung und der damit verbundenen Datenverwaltung.

Bewertung Partialmodell

Nachteile

- Isolierte Betrachtung von Teilaspekten
- Summe der optimalen Teillösungen \neq Gesamtoptimum
- Summe der Teillösungen ggf. nicht zulässig

Vorteile

- Teilprobleme gut handhabbar
- Einfache Modellierung
- Einfache Lösung

Bewertung Simultanansatz

Nachteile

- Lösungsdefekt
- Aufwendige Modellerstellung und -pflege
- Unterschiedliche Zeithorizonte innerhalb eines Modells
- Planung unter Sicherheit

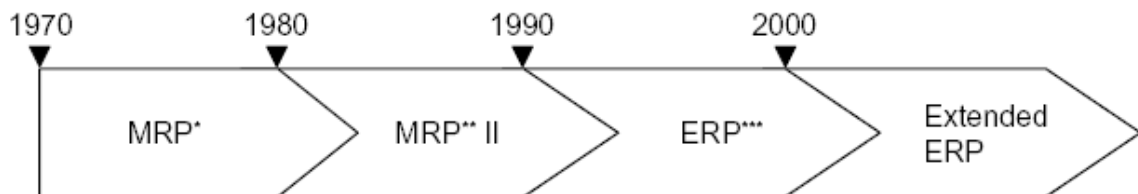
Vorteile

- Simultane Berücksichtigung aller zeitlichen und sachlichen Interdependenzen
- Integration von Partialproblemen
- Vollständig

Schlussfolgerung für PPS

- PPS-Probleme müssen durch komplexitätsärmere Partialmodelle beschrieben werden
- Orientierung der Teilproblemstruktur an der Zielhierarchie zur Verhinderung suboptimaler Lösungen
- Berücksichtigung von Optimalitätskriterien durch Koordinationsmechanismen
- Top-down-Kopplung

ENTWICKLUNG DER INFORMATIONSSYSTEME



- Berechnung der Teilmachfrage auf Grundlage der Endprodukt-nachfrage
- Bestimmung von Losgrößen für Teile-Bestellung
- "Closed-Loop MRP" berücksichtigt Kapazitätsbe-schränkungen

- Enthält Komponenten für Vertrieb, Produktion und Finanzierung
- Berücksichtigt auch Zuordnung von Fertigung-Kapazitäten und Mitarbeitern
- Enthält JIT als Modul zur Fertigungssteu-erung

- Enthält weitere zusätzliche Systeme zu MRP II
- Integriert große Datenmengen in einheitlicher Datenbank
- Multi-user, multi-purpose, multi-location System

- Enthält bzw. integriert Systeme von Lieferanten, Kunden und Dienstleistern
- Sieht Information als „Vermögen“

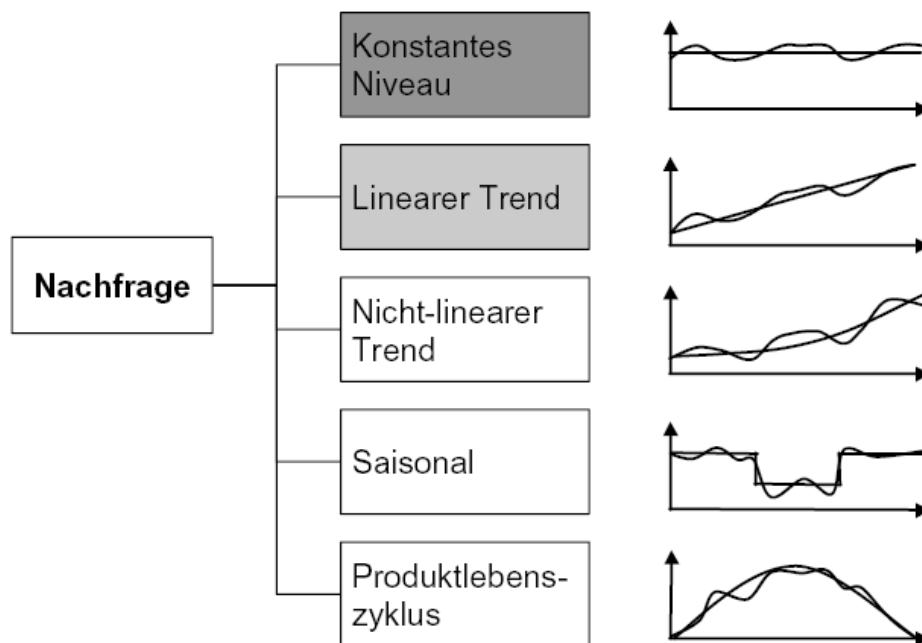
* Material Requirements Planning, ** Manufacturing Resource Planning, *** Enterprise Resource Planning

Primärbedarfsplanung

Materialbedarfsarten (nach Ursprung und Erzeugnisebene)

Primärbedarf (Produkte/Erzeugnisse)
Sekundärbedarf (Rohstoffe; Teile/Baugruppen)
Tertiärbedarf (Hilfsstoffe; Betriebsstoffe)

Nachfrageverläufe



Materialwirtschaft

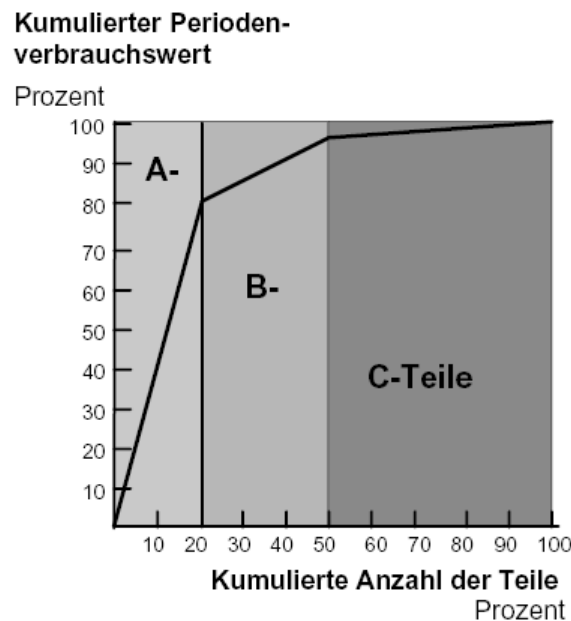
Verfahren der Materialdisposition

Programmgesteuert (bedarfsgesteuert, deterministisch) → Stücklistenauflösung: exakt [Burger King]

Verbrauchsgesteuert (stochastisch) → Prognoserechnung: geschätzt [Mc Donalds]

Eine Möglichkeit der Materialdisposition ist die sog. **ABC-Analyse**. Sie identifiziert die Artikel, bei denen aufgrund ihres hohen Beitrags zum Unternehmenserfolg eine aufwendigere und exaktere Disposition sinnvoll ist (vgl. Kistner, 1994, S.223f).

ABC-ANALYSE



A-Teile

- **Programmgesteuerte** Materialdisposition
- Exakte Bestandsrechnung
- Strenge Terminkontrolle
- Sorgfältige Festlegung von Bestellmengen und Sicherheitsbeständen

C-Teile

- **Verbrauchsgesteuerte** Materialdisposition
- Nicht unbedingt exakte Bestandsrechnung
- Eingeschränkte Terminkontrolle
- Einfache Festlegung von Bestellmengen und Sicherheitsbeständen

Bei der **programmgesteuerten Materialdisposition** für jedes Teil

Bruttobedarfsermittlung

Primärbedarf + Zusatzbedarf (z.B. Verschnitt) +
verbrauchsgesteuerter Bedarf + Ersatzteilbedarf

Nettobedarfsermittlung

Bruttobedarf – verfügbarer Bestand

Losgrößenplanung

Kostenminimale Bündelung von Nettobedarfen aus
unterschiedlichen Perioden

Sekundärbedarfsplanung

„Stücklistenauflösung“

Vorlaufverschiebung

Anreicherung des Mengengerüsts um ein grobes
Zeitraster

Verbrauchsgesteuerte Materialdisposition

Grundlage Verbrauchszeitreihe, welche die vergangenen Perioden verbräuche beschreibt

Einzusetzen bei

- Fehlendem Zusammenhang zwischen Primär- und Sekundärbedarf
- Gleichmäßigem Verbrauch im Zeitablauf
- Geringer Abhängigkeit des Verbrauchs vom Produktionsprogramm

Kostenminimale Auftragsgröße

Bestellpolitik Minimiere Summe aus Lager- und **bestellfixen Kosten** !

Losgrößenpolitik Minimiere Summe aus Lager- und **Umrüstkosten**

Umrüstkosten [GE/ZE]

$$K_R = Cr \cdot \frac{V}{y}$$

Lagerkosten [GE/ZE]

$$K_L = Cl \frac{y}{2} \left[1 - \frac{V}{x}\right]$$

Gesamtkostenfunktion

$$K(y) = Cr \frac{V}{y} + Cl \frac{y}{2} \left(1 - \frac{V}{x}\right) \rightarrow \min!$$

Losgröße y [ME]

Umrüstkosten pro Los C_r [GE]

Lagerabgangsgeschwindigkeit V [ME/ZE]

Lagerkostensatz Cl [GE/ME/ZE]

Produktionsgeschwindigkeit x [ME/ZE]

Berechnung des globalen Optimums

$$\frac{dK(y)}{dy} = -Cr \cdot \frac{V}{y^2} + \frac{Cl}{2} \left(1 - \frac{V}{x}\right) = 0$$

...

$$y = \pm \sqrt{\frac{2 \cdot Cr \cdot V}{Cl \left(1 - \frac{V}{x}\right)}}$$

Prämissen des Losgrößenmodells

- Zeitablaufunabhängiges Modell
- Konstante Produktions- und Lagerabgangsgeschwindigkeit
- Konstanter Lagerkostensatz
- Einstufige Produktion
- Kein Maschinenbelegungsproblem
- Keine knappe Lagerkapazität
- Keine reihenfolgeabhängigen Umrüstkosten
-

Kritik an „klassischen“ PPS-Verfahren

Voraussetzungen für das skizzierte PPS-Konzept

- Gut prognostizierbare Durchlaufzeiten mit geringer Varianz (sonst unrealistische Bedarfszeitpunkte)
- Relativ sichere Fertigungszeiten
- Keine Produktionsengpässe (sonst diverse Effekte beim Kapazitätsabgleich auf vor- und nachgelagerte Aggregate)
- Relativ sichere Kapazitätsverfügbarkeit
- Hinreichend bekanntes Produktionsprogramm

Hauptursachen unbefriedigender PPS-Ergebnisse

- Stufenkonzept
- Linearer Prozess ohne Rückkopplung
- Mittlere Soll-DLZ, keine Engpässe (DLZ-Syndrom)
- Keine Unterstützung bei der Bestimmung von Lieferterminen
- Keine Orientierung an ökonomischen Zielen
- Bekämpfung von Symptomen, nicht von Ursachen

Neuere PPS-Verfahren

- Enthalten Teilfunktionen für PPS-Alternativlösungen
- Übrigen PPS-Funktionen werden unverändert genutzt
- Einsatz ist oft abhängig von der Fertigungsorganisation und der Fertigungsart

Kanban

- “Kanban” = Karte
- Dezentrales Steuerungskonzept
- Selbststeuernde Regelkreise
- „Pull“-Konzept (keine Produktion ohne Nachfrage)
- In den 60er Jahren in Japan entwickelt
- Ziele:
 - Geringer Lagerbestand und geringe Durchlaufzeit
 - Fehlervermeidung statt Fehlerbehebung
 - Hohe Liefertreue

Das Pull-Prinzip

1. Wenn Senke Materialbedarf nachfragt, wird
 - Behälter vom Zwischenlager geholt und
 - Kanban an Kanban-Tafel gehängt
2. Kanbans, die an Kanban-Tafel hängen, stellen Produktionsaufträge für die Quelle dar.
Ohne Produktionsauftrag produziert Quelle nicht!!

Bestimmung Anzahl Kanbans Quelle

Parameter:	Bedarf Senke	V
	Teile je Behälter	y
	Wiederbeschaffungszeit je Los	w

$$\text{Anzahl benötigter Behälter (B) je Tag} \quad B = \frac{V}{y}$$

$$\text{Mindestbedarf an Kanbans} \quad B \cdot w$$

Regeln

Die *Materialsenke* darf niemals

- Mehr Material anfordern als benötigt
- Vorzeitig Material anfordern
- Aus mehreren Behältern mit gleichen Teilen gleichzeitig Material entnehmen

Die *Materialquelle* darf niemals

- Mehr Teile als angefordert herstellen
- Teile vor Eingang der Bestellung herstellen
- Fehlerhafte Teile abliefern

Belastungsorientierte Auftragsfreigabe (BOA)

Prinzip

- Zweistufige, periodische, zentrale Auftragsfreigabe
- Dezentrale Fertigungssteuerung (FIFO)
- Basis: Materialwirtschaft und Rückwärtsterminierung

Steuerungsparameter

- Vorgriffshorizont (VH)



- Einlastungsprozentsatz (EP)

$$EP = \frac{\text{Belastung}}{\text{Plankapazität}}$$



- Freigabezyklus

Retrograde Terminierung

Konzept zur Fertigungssteuerung für **Werkstattfertigung**

- Stark diskontinuierlichem Materialfluss
- Stark streuenden Durchlaufzeiten
- Wenigen, aber unterschiedlich großen Aufträgen, d.h. Einzel- und Variantenfertigung

Grundidee

Zentral: Rollierende Grobplanung, um eine gute terminliche Abstimmung des Auftragsflusses über die Reihenfolgeplanung sicherzustellen

Dezentral: Fertigungssteuerung in sog. Steuereinheiten innerhalb der Ecktermine

Optimized Production Technology (OPT)

- Zentrale Planungsmethode
- Konzentration auf die Betriebsmittelengpässe
- Unterteilung des Produktnetzes
 - **Kritischer Bereich** (Engpässe und nachgelagerte Betriebsmittel)
 - **Nicht kritischer Bereich** (den Engpässen vorgelagerte Betriebsmittel)
- Ziel: Optimierung des Throughputs

Fortschrittskennzahlen

Funktionsweise

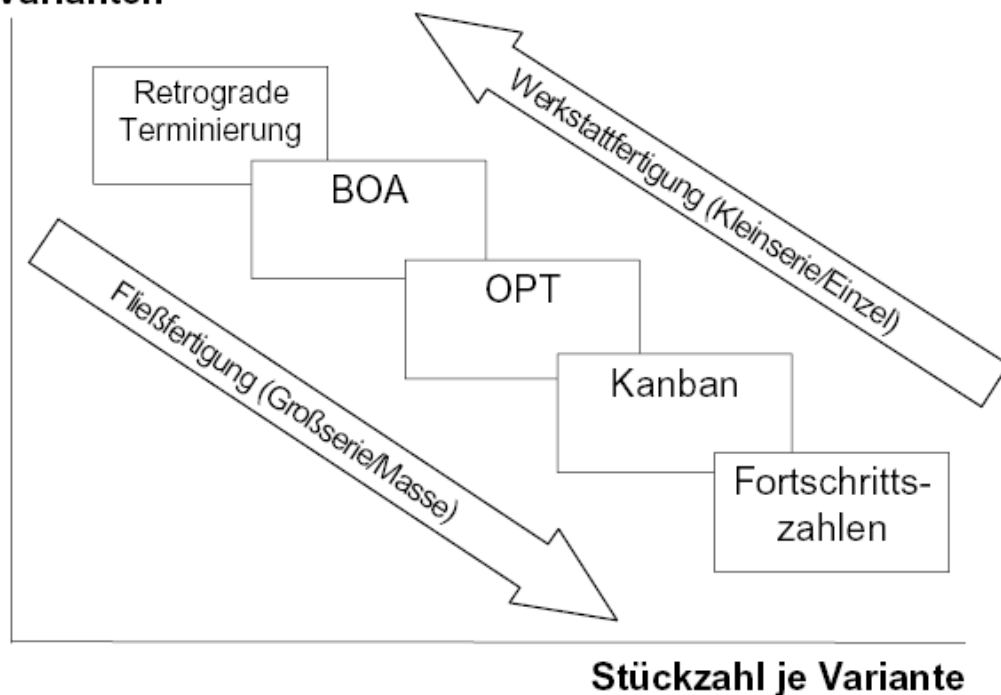
- Bedarfe oder Mengenleistungen werden über einen bestimmten Zeitraum als Summe dargestellt
- Der Betrieb wird in einzelne, nacheinander zu durchlaufende Fortschrittseinheiten (Kontrollblöcke) zergliedert
- Vorgabe: **Soll**-Fortschrittszahl
- Kontrolle: **Ist**-Fortschrittszahl
- Informationssystem, kein Ablaufoptimierungssystem

Voraussetzungen

- Fertigungsorganisation nach hierarchischen Fließprinzip (Reihenfertigung)
- Eingeschränktes Produktspektrum
- Gleichmäßiges Nachfrageverhalten

EINORDNUNG DER PPS-VERFAHREN

Anzahl Varianten



Literaturverzeichnis

Adam, D., Produktionsmanagement, 9. Aufl., Wiesbaden 1998

Bitz, M., Vahlens Kompendium der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 1, 3. Aufl., München 1993

Kistner, K-P, Betriebswirtschaftslehre im Grundstudium, Bd. 1, Heidelberg 1994

Pohmer, D., Produktion und Absatz, 3. Aufl., Göttingen 1994

Voeth, M., Fallstudien und Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, 2. Aufl., Herne; Berlin 1998