

Zusammenfassung

# Produktion & Logistik

[WS08/09 - Prof. Dyckhoff]

*Die Zusammenfassung dient lediglich zur Klausurvorbereitung, kann jedoch nicht Vorlesung und Übung ersetzen. Es kann keine Garantie für Vollständigkeit und Richtigkeit der Angaben gegeben werden. Weiter kann nicht garantiert werden, dass der Stoff in späteren Semestern nicht erweitert, gekürzt etc. wurde!*

## A. Grundlagen der Produktionswirtschaft

### ❖ Produktion:

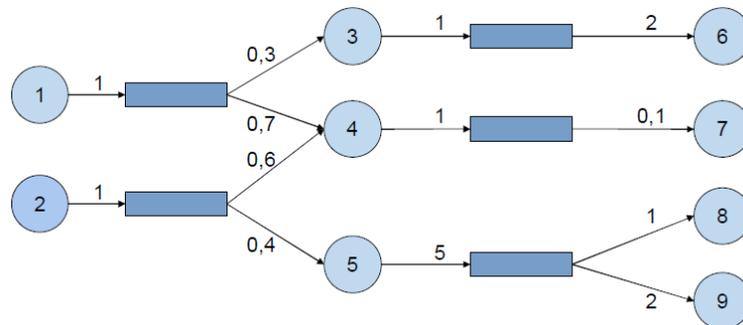
Von Menschen gezielt veranlasste und auf Erbringung bestimmter Leistungen (*Werte, Nutzen*) abstellende **Transformation** von Input- und Outputobjekte.

- *Qualitativ:* **Produktion** oder **Reduktion**
- *Quantitativ, räumlich, zeitlich:* **Logistik**
  
- Industrielle Produktion:
  1. In spezielle Betrieben
  2. Große Menge gleichartiger Leistungen

### ❖ Endlich generierbare Produktionstechniken:

#### ➤ Abstrakter I/O-Graph:

- Prozess 
- Prozessnummer  $\rho$
- Grundaktivität  $\lambda^\rho$
- Objektart 



#### ➤ Algebraisches Mengenmodell:

$1x_1$	→ Input x	$= r_1 = 1 \lambda^1$	→ Geht in Prozess 1
$1x_2$		$= r_2 = 1 \lambda^2$	
$0,3 \lambda^1$		$= r_3 = 1 \lambda^3$	
$0,7 \lambda^1$	$0,6 \lambda^2$	$= r_4 = 1 \lambda^4$	
	$0,4 \lambda^2$	$= r_5 = 5 \lambda^5$	
	$2 \lambda^3$	$= r_6 =$	$1y_6$ → Output y
Aus Prozess 1	$0,1 \lambda^4$	$= r_7 =$	$1y_7$
		$1 \lambda^5 = r_8 =$	$1y_8$
		$2 \lambda^5 = r_9 =$	$1y_9$

## 1. Produktion in Theorie und Praxis

## 2. Typologie industrieller Produktionssysteme

- Produktionsprozesse bezeichnet man im engeren Sinne als **Kuppelproduktion**, wenn zwangsläufig mindestens zwei verschiedene Hauptprodukte als Output anfallen.
- **Kundenindividuelle Erzeugnisse:**
  - Auftragsgebundene Produktion (*Bestellproduktion*)
  - Make-to-order
- **Standarderzeugnisse:**
  - Auf Lager bis zum Eingang von Kundenaufträgen (*Lagerproduktion*)
  - Make-to-stock
- **Reduktoren:** Einsatz als Übel erwünscht
- **Produktionsfaktoren:** Einsatz soll möglichst sparsam erfolgen
- **Beifaktoren:** Management steht Einsatz indifferent gegenüber
- **Nach Gutenberg:**
  - Unterteilung der Produktionsfaktoren in *dispositiven Faktor* und *Elementarfaktoren*:
    - a) **Dispositiver Faktor:**
      - Management als leitende Tätigkeit
    - b) **Elementarfaktoren:**
      - Potentialfaktoren:
        - Leistungsbezogene Arbeit
        - Betriebsmittel
          - *Aktiv:* Maschinen & Arbeiter etc.
          - *Passiv:* Gebäude, Spezialwissen, etc.
      - Repetierfaktoren:
        - Rohstoffe, Schmiermittel, etc.
- **Externe Einsatzfaktoren:**
  - Vom Kunden „beigestellte“ Objekte
  - Gehören nicht zum unmittelbaren Verfügungsbereich der Produzenten
- **Interne Einsatzfaktoren:**
  - Sind vom Produzenten auf entsprechenden Märkten beschaffbar (*Rohstoffmärkte*)
- **Zusatzfaktoren:**
  - Externe Faktoren, welche für die Produktion unverzichtbar sind, aber quantitativ kaum erfassbar
  - Insbesondere Leistungen vom Staat, Kommunen, etc.
    - a) **Öffentliche Güter** (*Straßen und ähnliches*)

b) **Freie Güter** (*aus der Natur bezogene externe Einsatzfaktoren*)

➤ **Vergenz:**

- Struktur der wesentlichen Materialflüsse:
  - a) Durchgängig (*glatt*) – Teilefertigung (Stanzen, bohren)
  - b) Konvergierend (*synthetisch*) – Montageprozesse
  - c) Divergierend (*analytisch*) – Stoffzerlegung (*chemisch, Tierkörper*)
  - d) Umgruppierend (*austauschend*) – Eisen- & Stahlindustrie

➤ **Repetitions- und Anordnungstypen:**

- *Einzelproduktion*
- *Serienproduktion*
- *Massenproduktion*
- Verrichtungsprinzip → **Werkstattfertigung**
  - Technisch determinierte Reihenfolge → **Arbeitsplan**
  - Für **gleichartige Arbeitsgänge** (*nicht zur Bearbeitung einer Werkstückgruppe*)
- Objektprinzip → **Fließproduktion**
  
- **Reihenproduktion:**
  - Verzicht auf starre Kopplung der Produktiveinheiten
  - Puffer zum kurzfristigen Ausgleich unterschiedlicher Bearbeitungszeiten
  
- **Zentrenproduktion:**
  - Kombination der hohen Flexibilität (Werkstattproduktion) und der hohen Produktivität (Fließproduktion)
  - Räumliche Konzentration
  
- a) **Produktionsinseln:**
  - Teilautomatisierte Arbeitsgruppen
  - Geringer Planungs- & Koordinationsaufwand
  - Lean production
  
- b) **Flexible Fertigungssysteme (FFS)**
  - Hoher Automatisierungsgrad
  
- Werkbankproduktion
- Baustellenproduktion

### 3. Entscheidungstheoretische Einordnung des Produktionsmanagements

#### (1) Strategisches Produktionsmanagement:

- Planungshorizont ca. 5 Jahre
- Forschung und Entwicklung
- Planung zukünftiger Standorte

#### (2) Taktisches Produktionsmanagement:

- Planungshorizont ca. 1-5 Jahre
- Mittelfristiges Produkt- und Produktionsprogramm
- Technologiemanagement
- Mittelfristige Kapazitätsplanung

#### (3) Operatives Produktionsmanagement:

- Planungshorizont bis zu 1 Jahr
- Kurzfristiges Erzeugnisprogramm
- Materialwirtschaft
- Ablaufplanung
- Produktionssteuerung

➤ Subjektsystem: Produktionsmanager oder ähnliches

➤ Objektsystem: Wertschöpfungsprozess

Welche Ergebnisse im Entscheidungsfeld des *Objektsystems* relevant sind, leitet sich aus dem *Zielsystem* des *Subjektsystems* ab.

Die simultane Erreichung mehrerer Ziele ist in der Regel nicht möglich, daher ist das *Zielsystem* nach Präferenzen zu strukturieren:

➤ Präferenzenrelation:

- *Höhenpräferenzen*: angestrebter Funktionswert (*Maximierung, Minimierung, Überscheirung, etc.*)
- *Artenpräferenzen*: Einstellung hinsichtlich der Wichtigkeit einzelner konfliktärer Ziele
- *Zeitpräferenzen*
- *Risikopräferenzen*: risikoavers oder risikofreudig

➤ **Systemanalyse**: komplexe Strukturen schrittweise in einfache überschaubare Teile zerlegen

➤ **Systemsynthese**: Strukturen sukzessive durch Kopplung einfacher Module erzeugen

#### 4. Objekte und Aktivitäten

### 5. Techniken und Restriktionen

#### ➤ Eigenschaften von Gütertechniken:

- Additiv:
  - Zwei Vektoren die in der Technik enden müssen addiert miteinander wieder in der Technik enden.
  - Produktionstechnisch machbar
  - Immer auch diskret größenprogressiv
- Größendegressiv:
  - Von jedem beliebigen Punkt in der Menge muss man auf einer Geraden, die komplett in der Technik liegt, den Ursprung erreichen können.
- Größenprogressiv
  - Von jedem beliebigen Punkt der in der Technik liegt, muss man sich auf einer Gerade, die durch den Ursprung geht, vom Ursprung entfernen können, ohne die Technik zu verlassen.
- Größenproportional
  - degressiv & progressiv
  - alle beliebigen Niveausenkungen und -erhöhungen sind zulässig
- Linearität:
  - größenproportional & additiv
  - Spezialfall konvexer Techniken:
    - *Jede lineare Technik ist auch konvex, jedoch nicht notwendigerweise umgekehrt*
- Konvexität:
  - Die Verbindungsgerade von zwei beliebigen Punkten in der Menge muss komplett in der Menge liegen.
- Die **Nicht-Produktion** (*Stillstand*) ist immer Bestandteil *größendegressiver*, als auch *größenproportionaler* Techniken
- Sämtliche extern vorgegebenen Restriktionen in Bezug auf die Einsatz- und Ausbringungsmenge bilden das so genannte **Restriktionsfeld R**.
- Die **Schnittmenge** der *Technik T* und des *Restriktionsfeldes R* bildet den so genannten **Produktionsraum**.
- Partielle Faktorvariation:
  - Untersuchungen bei denen ein Faktor konstant gehalten und der Output in Abhängigkeit nur eines einzigen Inputfaktors untersucht wird

- **Black-Box-Modell**
  - Bildet lediglich Außenbezüge des Systems ab
- **White-Box-Modell**
  - Bildet sämtliche Elementarprozesse und deren Verknüpfungen über Material- und Energieströme ab
- **Grey-Box-Modell**
  - Angemessener Detaillierungsgrad zur zu untersuchenden Fragestellung
- **Grafentheorie:**
  - Objektströme sind immer **gerichtet**
  - Die *Mächtigkeit* der Knotenmenge  $U$  ist *endlich*
  - Der Graf ist **zusammenhängend**
  - Der Graf besitzt **keine Schleifen**
  - Grafen können **Zyklen** beinhalten, die Rückläufe und Kreislaufführungen von Objektströmen darstellen
- Das **Verfahrensfließbild** ist der Ausgangspunkt einer ingenieurwissenschaftlichen Systemanalyse.

## 6. Erfolgstheorie

- **Erfolg** bezeichnet ganz allgemein den Mehrwert des bewirkten „Nutzen“ über die hervorgerufenen „Schäden“
- *Additiv-separable* Erfolgskfunktionen müssen nicht notwendigerweise *linear* sein
- *Nicht eindeutig zurechenbare*, jedoch mitverursachte Erfolgsanteile heißen **Gemeinerfolge** bzw. **Gemeinkosten** und **Gemeinerlöse**.
- **Opportunitätskosten:** durch Engpass verhinderte Verbesserung des Erfolges
- **Schattenpreise:** marginale Opportunitätskosten pro Engpasseinheit (*Grenzopportunitätskosten*)
- **Beispiele:**
  - Fixe Gemeinkosten: *Pförtnergehalt*
  - Fixe Einzelkosten: *Abschreibung eines Spezialtanks, der eigens für die Lagerung des Diesel beschafft wurde.*
  - Variable Gemeinkosten: *Materialausgaben für das Rohöl*

- Variable Einzelkosten: *Ausgaben für die Weiterverarbeitung und den Vertrieb des Dieselkraftstoffs, soweit diese von der verarbeitenden Menge abhängen.*

➤ Lernerfolge sind anfangs groß und nehmen dann ab → **Lernkurve**

7. ...

## 8. Einstufige Techniken

- Sind alle Aktivitäten einer Technik als Kombination aus einer endlichen Menge  $M$  technisch möglicher Aktivitäten darstellbar, so heißt die Technik **endlich generierbar!**
- Eine Technikmatrix heißt **Basis** genau dann, wenn die Anzahl der Aktivitäten in  $M$  minimal ist.
- *Lineare, endlich generierbare Techniken* bilden so genannte **konvexe polyedrische Kegel**. Jede Aktivität der *Basis*  $M$  erzeugt eine *Kante* eines solchen Kegels.
- Aktivitäten, die sich durch eine elementare Verfahrensweise zur Herstellung **einer Mengeneinheit** eines bestimmt Hauptprodukts oder Reduktion einer Mengeneinheit eines bestimmten Hauptredukts auszeichnen, bezeichnet man als **Grundaktivität**.
- Aktivitäten legen *Input- und Outputquantitäten* kausal fest und nicht umgekehrt.
- **Elementare Techniken** stellen einen Sonderfall der einstufigen Technik dar, sie bestehen nur aus einer einzigen Grundaktivität.
- **Outputseitig determinierte Produktion:**
  - Eindeutige Beziehung zwischen Grundaktivitäten und den Putputarten
  - Bei jeder Grundaktivität entsteht genau eine Outputart, und umgekehrt wird jede Outputart durch genau eine Grundaktivität erzeugt.
  - Heißen auch **Leontief-Modelle**
- **Inputseitig determinierte Produktion:**
  - Spiegelbildlich zu Outputseitig determiniert
- **Losgrößenplanung:**
  - **Wagner/Whitin Modell:**
    - Liefert immer die optimale Lösung

- Anfällig bei der Wahl des Planungshorizontes
- **Dynamische Losgrößenheuristiken:**
  - *Robust gegenüber der Wahl des Planungshorizontes*, da sie kurzfristig sind, indem sie bei der Festlegung der einzelnen Lose den *Bedarf der späteren Perioden ignorieren*.
  - **Sinkende Stückkosten**
  - **Silver-Meal Heuristik (1973):**
    - **Sinkende Periodenkosten**
    - Allenfalls *zufällig optimale Lösung*, da nur Teilmenge der Lösungen untersucht wird
    - Grundsätzlich sehr Leistungsfähig
  - **Groff Heuristik (1975):**
    - **Negative „Grenzkosten“**

## 9. **Mehrstufige und zyklische Techniken**

- Es existieren Zwischenprodukte
- Die **Stufenzahl** einer mehrstufigen Technik wird generell durch die *längste Produktionskette* bestimmt
- Eine Technik heißt **zyklisch**, wenn sie wenigstens eine geschlossene Produktionskette (*Zyklus*) aufweist.
- Ein *einstufiger Zyklus* wird auch **Schlinge** genannt.
- **Algebraisches Mengenmodell:**
  - **Fremdbezug + Eigenherstellung = Durchsatz = Sekundärbedarf + Primärbedarf**

## **10. Nicht endlich generierbare Techniken**

- Es existieren keine oder unendlich viele Grundaktivitäten
- Bei der Kombination endlich vieler Grundaktivitäten sind weitere technische Bedingungen einzuhalten
- **Maschinenfolgetypen:**
  - ◆ **Flow-Shop:** durch Technik festgelegt Maschinenfolge für alle Objekte identisch (*Fließfertigung*)
  - ◆ **Job-Shop:** ...nicht für alle Objekte identisch (*Werkstätten- & Zentrenfertigung*)
  - ◆ **Open-Shop:** Maschinenfolge nicht durch Technik festgelegt (*Baustellen*)
- **Heuristiken für Maschinenbelegung:**
  - ◆ **First in – first out (FIFO):**
    - gleichmäßiger Durchlauf und geringe Streuung der Durchlaufzeiten
  - ◆ **Kürzeste Operationszeit (KOZ):**
    - Auftrag mit der kürzesten Maschinenbelegung wird zuerst bearbeitet
    - Sehr hohe Kapazitätsauslastung
    - Kurze mittlere Durchlaufzeit
    - „Starvation“ bei sehr großen Aufträgen
  - ◆ **Längste Operationszeit (LOZ):**
    - Auftrag mit der längsten Maschinenbelegung zuerst
    - Lange mittlere Durchlaufzeit
    - Niedrige Kapazitätsauslastung
  - ◆ **Kürzeste Restbearbeitungszeit (KRB):**
    - Kurze mittlere Durchlaufzeit
    - Hohe Kapazitätsauslastung
  - ◆ **Geringste Schlupfzeit (SZ):**
    - Kleinste Differenz zwischen Liefertermin und Restbearbeitungszeit
    - Sehr hohe Termintreue
    - Hohe Kapazitätsauslastung

## **11. Dynamisches Grundmodell**

## **12. Erzeugnisprogrammplanung**

### ➤ **Exponentielle Glättung:**

- $p_{t+1} = E_t = \alpha * n_t + (1 - \alpha) * E_{t-1}$
- Glättungsparameter  $\alpha$  wird üblicherweise im Bereich  $0,1 \leq \alpha \leq 0,3$  gewählt. Je größer er ist, umso mehr reagiert die Prognose auf aktuelle Veränderungen.
- Gewichtet die Vergangenheitswerte geometrisch abnehmend.
- Geht von konstanter Nachfrage aus.

### ➤ **Verfahren von Holt:**

- **Regressionsgerade** oder deren *Steigung  $b$*  und *Achsenabschnitt  $a$*  gegeben.  $y = b * t + a$ , diese gilt für einen bestimmten Zeitraum, eine neue für weitere Prognosen wird gefordert.

## **13. Materialwirtschaft**

### ➤ **Programmierorientierte Bedarfsermittlung:**

- Nur bei hochwertigen Einzelteilen und Baugruppen (*A- und B Erzeugnisse*)

### ➤ **Vergangenheitsorientierte Bedarfsermittlung:**

- Bei geringwertigen Einzelteilen und Baugruppen (*C-Erzeugnisse*)

## **14. Produktionsablaufplanung und aktuelle Produktionssteuerung**