Kapitel 1: Grundbegriffe

Definitionen:

Produktion: Kombination von Gütern (Produktionsfaktoren) und Transformation in andere Güter (Proukte)

Potentialfaktoren: erneuerbar, kanppe Kapazität, nicht verbraucht/transformiert
Verbrauchsfaktoren: nicht erneuerbar, in beliebigen Mengenbeschaffbar, werden verbraucht/transformiert

Produktionsweg: vorgegebene Folge von Produktionsstufen für die Produktion eines bestimmten Produkts bzw. Zwischenprodukts

Produktionsstruktur: beschriebt Zusammenhang zwischen Produkt und Vorprodukt (wird beschrieben durch Stückliste)

Merkmale von Produktionssystemen:

- Organisationstypen:
  - *Werkstattproduktion*: organisatorische und räumliche Zusammenfassung von Stationen für gleichartige Arbeitsgänge → verrichtungsorientiert
  - *Fließbandproduktion*: Zusammenfassung der Stationen entsprechend dem Materialfluß für bestimmte Produkt(-gruppen). Die Stationen werden immer in derselben Reihenfolge durchlaufen → objektorientiert
  - *Gruppenfertigung*: Zusammenfassung von Stationen für unterschiedliche Arbeitsgänge zu Gruppen, so daß jede Personalgruppe einen größeren Abschnitt des Materialflusses für bestimmte Produktgruppen abdeckt. Konkret handelt es sich um numerisch gesteuerete Werkzeugmaschinen (NC-Maschinen), die durch Werkzeugwechsel sehr schnell umgerüstet werden können und ducrh automatisiertes Transportsystem miteinander verbunden → flexibles Fertigungssystem
- Marktbezug
  - *Auftragsproduktion*
  - *Lagerproduktion*
  - *Mischform* (assemble to order)
- Wiederholungsgrad
  - *Einzelproduktion*
  - *Serienproduktion*: Sortenfertigung >. Kleinserienfertigung
  - *Massenproduktion*

Planung: zielgerichtete Festlegung zukünftigen Handelns

© by D. Kundisch

Planungsebenen:

1. Strategische Planung (2 - 5 Jahre): Produktprogramm, Produktionstiefe, Produktionsstandort, Produktionssystem → Unternehmensleitung
2. Mittelfristig-operative Planung (6 - 18 Monate): Entscheidungen im Rahmen bereits vorhandener Betriebsmittel über Mengen und Zeiten ⇒ Produkionsprogrammplanung
3. Kurzfristig-operative Planung (1 Woche - 3 Monate): Umsetzung des Produktionsprogramms auf sämtliche Produktionsstufen und Losgröße (Ablaufplanung, Materialbedarfsplanung).

Allgemeines Entscheidungsproblem:
Aktion $a \in A$ → Auswirkungen → Ergebnis $e = g(a, u)$ → Bewerten → Zielgrößen $z(e)$
Schwierigkeiten:

- unvollständige oder fehlende Informationen (Risikosituation oder Ungewißheitssituation)
- mehrere konfloktäre Zielgrößen (→ Lösung: Zielbewertung oder Mindestansprüche für alle bis auf eines)
- sehr großer Aktionenraum → mathematische Optimierung

© by D. Kundisch

Kapitel 2: Produktionstheorie

Produktionsfunktion (allgemein): Mathematisches Modell, das den zusammenhang zwischen Input- und Outputmengen beschreibt, unter der Beachtung der technologischen Randbedingungen für einen betrachteten Betrieb.

Aktivität: Eine bestimmte Kombination von Faktormengen und Outputmengen (und evtl. Abfallmengen), die zusammen mit einer bestimmten Produktionsfunktion technisch möglich sind.
Vektor: $(-r_1, ..., -r_n; M_1, ..., M_p; -s_1, ..., -s_q)$

Wiederholbarkeitsannahme: Jede Aktivität a läßt sich beliebig verfielfachen, d.h. durch Multiplikation jeder Komponente mit $\lambda \geq 0$ entsteht wieder eine Aktivität.

Prozeß: Menge aller Aktivitätn, die sich durch beliebige Vervielfachung einer Aktivität a ergeben bei Gültigkeit der Wiederholbarkeitsannahme. a heißt dann Basisaktivität und λ Prozeßniveau. Ducrh Verbinden alle Punkte durch Ver-λ-fachung der Basisaktivität, erhält man den <u>Prozeßstrahl</u>

Produktionskoeffizient: $\frac{r_i}{M}$ $[FE_i/ME]$
$\rightarrow$ Wieviel Input brauche ich für eine Einheit Output?

Produktivität: $\frac{M}{r_i}$ $[ME/FE_i]$
$\rightarrow$ Wieviel Output kann ich mit einer Einheit Input erbringen?

Technologie: Menge von Aktivitäten, die in einem Betrieb technisch möglich sind.

effiziente Aktivität bezüglich einer bestimmten Technolgie T: Eine Aktivität $a \in T$ heißt effizient, wenn es keine andere Aktivität $b \in T$ mit folgender Eigenschaft gibt:
- b bringt in allen Produkten mehr oder gelich viel Output wie a UND
- b benötigt von allen Faktoren weniger oder geliche Input wie a UND
- b erzeugt von allen Abfallsorten weniger oder gleich viel Abfall

Es darf also kein $b \geq a$ geben bzw. kein b, das a dominiert.
Beachte: Ist eine Aktivität eines Prozeßes nicht effizient, so ist der ganze Prozeßstrahl nicht effizient.

Lineare Technologie: Technologie, in der die beliebige Vervielfachung einer Aktivität und die Addition von Aktivitäten möglich ist, d.h. wieder zu einer Aktivität führt.

Isoquante: Ort aller effizienten Faktorkombinationen mit gleichem Output bzw. die Verbindungslinie zwischen benachbarten effizienten Faktorkombinationen. (monton fallend, konvex)

© by D. Kundisch

Substitutionalität: Gleicher Output durch verschiedene Inputmengen erzielbar, jedoch sind nicht alle Faktorkombinationen möglich.
Voraussetzungen, damit Substitutionalität vorliegt:
1. Die Veränderung der Einsatzmenge eines Faktors (c.p.) bewirkt eine veränderet Ausbringungemenge
2. Eine gegebene Ausbringungsmenge muß mit einer Vielzahl verschiedender Faktoreinsatzmengenkombinationen der beteiligten Faktoren realisierbar sein.

Unterscheide:
- *periphere Substitutionalität*: Ein Austausch der Produktionsfaktorenist nur innerhalb bestimmter Grenzen
- *alternative Substitutionalität*: Ein produktionsfaktor kann durch den anderen völlig verdrängt werden

Limitationalität: Die Einsatzmengen der Produktionsfaktoren einer Produktionsfunktion stehen in einem festen Verhältnis zueinander. Die Isoquante ist lediglich ein Punkt.
Voraussetzungen für vorliegen von Limitationalität:
- Es besteht ein technisch definiertes Faktoreinsatzverhältnis
- Durch erhöhten Einsatz nur eines Faktors steigt die Ausbringungsmenge nicht!

Unterscheide:
- *Konstante Produktionskoeffizienten* (LEONTIEFF-Produktionsfunktion): technische Koppelung ist unabhängig von der Ausbringungmenge → Es gilt immer dieselbe Produktivität. Eine Verdopplung der Produktionsfaktoren führt zu einer Verdopplung der Ausbringungsmenge. → Gozinthographen
- *Nicht-konstante Produktionskoeffizienten* (GUTENBERG-Produktionsfunktion): Die Produktionskoeffizienten hängen von der Intensität ab.
  Beachte: Betrachtung eines Aggregats für ein Produkt. Unterscheidung in Potential - und Verbrauchsfaktoren.
  Notation:

M:	Ausbringungmenge	[ME]
x:	Intensität	[ME/ZE]
r_i:	Verbrauch des Inputfaktors i	[FE_i/ME]
$\bar{r}_i$:	relativer Verbrauch des Faktors i	[FE_i/ME]
t:	Einsatzzeit	[ZE]

Formel:

$$\boxed{\begin{aligned} M &= x \cdot t \\ r_i &= \bar{r}_i(x) \cdot x \cdot t = \bar{r}_i(x) \cdot M \end{aligned}}$$

Anpassungformen: zeitlich, dann intensitätsmäßig, dann quantitativ

© by D. Kundisch

Durchlaufzeiten:

Notation:

s: Stationen
b: Bearbeitungszeit auf jeder Station
q: Losgröße

Hier noch: Keine Wartezeiten, Transportzeiten

- **geschlossene Fertigung**: Los muß als ganzes auf einer Station abgeschlossen sein, bevor es an die folgende Station weitergeleitet wird.

$-(s - 1)bq + b$	je Teil
$-bqs$	für das Los

- **offene Fertigung**: Jedes Einzelstück eines Loses wird sofort nach Bearbeitung an die Folgestufe weitergeleitet

$-sb$	je Teil
$(s - 1)b + bq$	für das Los

- **Transportlos** $\tilde{q}$:

$-(s - 1)b\tilde{q} + b$	je Teil
$(s - 1)b\tilde{q} + bq$	für das Los

© by D. Kundisch

Bestellmengenplanung:

Notation:

d:	Bedarf	[ME/ZE]
c:	Lagerkosten(satz)	[GE/(ME*ZE)]
F:	bestellfixe Kosten	[GE]
q:	Bestellmenge	[ME]
i:	Zinssatz	[1/Jahr]
t:	Bestellzyklus/-zeitpunkt	[ZE]
p:	(Beschaffungs-)Preis	[GE]

Formeln:

$$c = p \cdot i$$

$$q = d \cdot t$$

$$K(q) = \frac{cq}{2} + \frac{Fd}{q} = \frac{cq}{2} + \frac{F}{t}$$

$$q_{opt} = \sqrt{\frac{2Fd}{c}}$$

$$t_{opt} = \frac{q_{opt}}{d} = \sqrt{\frac{2F}{dc}}$$

$$K(q_{opt}) = \sqrt{2Fdc}$$

© by D. Kundisch

Losgrößenplanung:

Notation:

x:	Produktionsgeschwindigkeit	[ME/ZE]
d:	Bedarf	[ME/ZE]
c:	Lagerkosten(satz)	[GE/(ME*ZE)]
F:	Rüstfixkosten	[GE]
q:	Bestellmenge	[ME]
i:	Zinssatz	[1/Jahr]
t:	Bestellzyklus/-zeitpunkt	[ZE]
h:	variable Herstellungskosten	[GE]

Formeln für die *beschränkte* Produktionsgeschwindigkeit:

$$c = h \cdot i$$

$$q = d \cdot t$$

$$K(q) = \frac{qc(1-\frac{d}{x})}{2} + \frac{Fd}{q}$$

$$q_{opt} = \sqrt{\frac{2Fd}{c(1-\frac{d}{x})}}$$

$$t_{opt} = \frac{q_{opt}}{d} = \sqrt{\frac{2F}{dc(1-\frac{d}{x})}}$$

$$K(q_{opt}) = \sqrt{2Fdc(1-\frac{d}{x})}$$

Formeln für die *unendliche* Produktionsgeschwindigkeit:

$$c = h \cdot i$$

$$q = d \cdot t$$

$$K(q) = \frac{qc}{2} + \frac{Fd}{q}$$

$$q_{opt} = \sqrt{\frac{2Fd}{c}}$$

$$t_{opt} = \frac{q_{opt}}{d} = \sqrt{\frac{2F}{dc}}$$

$$K(q_{opt}) = \sqrt{2Fdc}$$

© by D. Kundisch

M/M/1- Warteschlnagenmodell

Grundsätzliches zu Warteschlangenmodellen:
- Teil der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie
- Wartezeiten zufällig hinsichtlich Ankünfte an der Stationen und Bearbeitungszeiten

Zielgrößen: Warteschlangenlänge und Wartezeiten + Bearbeitungszeiten (= Durchlaufzeiten)

Im M/M/1 wird lediglich eine Station betrachtet.

Notation:

A:	Anzahl der Aufträge im System
Q:	Warteschlangenlänge; Anzahl der wartenden Aufträge
DLZ:	Durchlaufzeit = Wartezeit + Bearbeitungszeit eines Auftrags
δ:	Auslastung
λ:	Ankunftsrate [Aufträge/ZE]
t:	Zeitintervall
μ:	Erwartungswert der Bearbeitungszeit [Aufträge/ZE]

Ergebnisgrößen: A, Q, DLZ, W

Formeln:

Auslastung: $\delta = \frac{\lambda}{\mu}$

Mittlere Bearbeitungszeit: $\frac{1}{\mu}$

Mittlere Zeit zwischen zwei Auftragsankünften: $\frac{1}{\lambda}$

$$\overline{DLZ} = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

$$\overline{A} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \overline{DLZ} \cdot \lambda$$

$$\overline{Q} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = \overline{W} \cdot \lambda$$

$$\overline{W} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

Beachte: Schon bei $\lambda = \mu$, also bei einer Auslastung von 100% (siehe Nenner) wird das System extrem instabil. DLZ, A, Q, W steigen mit steigender Auslastung überproportional an. Andersrum haben bei hoher Auslastung geringe Änderungen von μ und/oder λ schon große Wirkungen.“Dilemma der Ablaufplanung“: Maximale Auslastung versus Minimierung der DLZ und der WIP

© by D. Kundisch

Kostenfunktionen

1. Limitationale Produktionsfunktion:

$$\boxed{K(M) = \sum_{i=1}^{n} r_i p_i = \sum_{i=1}^{n} g_i(M) \cdot p_i \text{ mit } \quad r_i = g_i(M)}$$

2. Spezialfall von 1.: Ein Prozeß mit Inputkoeffizient a_i und Outputkoeffizient x_0

$$\boxed{\begin{aligned} &M = x_0 \cdot t \\ &r_i = a_i \cdot t \\ &K(M) = \sum p_i \cdot a_i \cdot \frac{M}{x_0} \end{aligned}}$$

3. Beliebige Produktionsfunktion $\rightarrow$ Suche nach der Minimalkostenkombination

© by D. Kundisch

Kostenfunktionen in der Aktivitätsanalyse

- Kostenfunktion für einen Prozeß, ein Produkt

$$M = x_0 \cdot t$$

$$r_i = a_i \cdot t$$

$$K(M) = \sum_{i=1}^{n} p_i \cdot a_i \cdot \frac{M}{x_0}$$

$$k(M) = K'(M) = \sum_{i=1}^{n} p_i \cdot a_i \cdot \frac{1}{x_0} \rightarrow \text{ konstante Stückkosten}$$

- mehrere UNABHÄNGIGE Prozesse:

Ordne die Prozesse nach ansteigenden Stückkosten!

mehrere ABHÄNGIGE Prozesse:

$$\tilde{k}_2 = \frac{k_2 M_{2\max} - k_1 M_{1\max}}{M_{2\max} - M_{1\max}}$$

© by D. Kundisch

Kapitel 4.2: Auftragssteuerung

Bestandsarten:
- Losgrößenbestände
- Sicherheitsbestände
- saisonale Bestände/Vorratsbestände
- Work-in-Process (WIP) Bestände

Ziele der Auftragssteuerung:
- geringe WIP-Bestände
- geringe Rüstkosten
- geringe Durchlaufzeiten
- Termintreue

© by D. Kundisch

Kapitel 5. Strategische Planung

Definitionen:

Strategische Planung: Lenkung der langfristigen Entwicklung des gesamten Unternehmens.

Strategien: Maßnahmen zur Beeinflussung der Wettberwerbsposition durch Schaffung und Erhaltung von Erfolgspotentialen
Zielbildung → Strategien → Erfolgspotentiale

Erfolgspotentiale:
- Produktprogramm
- Produktionssystem und produktionsverfahren
- Innovationsmanagement, F+E
- Personal
- IKS
- Logistik-Systeme
- Qualitäts-Management
- Umwelt-Management
- Finanzmanagement

Startegische Konzepte:
- **MPR**: Material Reaquirements Planning (ab 1975)
  - zugrundeliegendes PPS-Konzept: Berechnung von Sekundärbedarfen für Vorprodukte und fremdmaterial aus den Primärbedarfen für Endprodukte
  - weiter Funktionen:
    - Bildung und Terminierung von Produktionsaufträgen
    - Prüfung der Kapazitäten von Arbeitsstationen
    - Auftragsfreigabe
  - Grundlage fast aller PPS-Software
  - Eingung für
    - Fertigungsindustrie
    - Werkstattfertigung
    - komplexe Produktstrukturen
  - Mängel:
    - keine Beachtung knapper Kapazitäten bei Terminierung → lange DLZ, geringe Terimntreue
  - Push-Steuerung: Freigabe der Produktionsaufträge aufgrund von Planbedarfen und Planterminen; freigegeben Aufträge werden in die produktion egschoben.

© by D. Kundisch

- **JIT**: Just in Time (ab ca. 1982)
  - PPS-Konzept: bedarfssynchrone Produktion unbd Beschaffung → geringe Bestände (Material, WIP, Endprodukte)
  - Pull-Steuerung: Produktionsaufträge ausgelöst durch unmittelbaren Bedarf des Marktes für die letzte Produktionsstufe oder der Folgestufe für die Vorgängerstufe
  - dezentrale Steuerung: Kommunikation zwischen aufeinanderfolgenden Stufen z.B.über Kanban-Karte (Laufzettel).
    Umlauf:
    - zur Bestellung von Folgestufen an Vorgängerstufe
    - als Begleitzettel mit der Lieferung zurück

  → WIP begrenzt, denn die Anzahl der Karten ist begrenzt und die Auftragsgröße auf der Karte fest vorgegeben
  - kleine Losgrößen; typisch: 1 Tagesbedarf
  - wichtige Voraussetzungen:
    - Standardprodukte mit gleichmäßigem Bedarf
    - Fließorganisation
    - geringe Rüstzeiten/-kosten
    - bei JIT-Beschaffung: langfristige Kooperation mit Lieferant
    - Reservekapazitäten

  ⇒ Konzept zur Gestaltung des Produktionssystems 8nur für „Renner“ geeignetmit hohem Anteil am Gesamtbedarf)
- **CIM**: Computer Aided Manufacturing (ab ca. 1986)
  - Integration aller Computer-Anwendungenim Produktionsbereich (und im Administrationsbereich)
    - Datenintegration
    - Bildung von Vorgangsketten nach IuK-Gesichtspunkten
  - Y-Modell nach Scheer
- **TQM**: Total Quality Management (ab ca. 1989)
  - Ausweitung des Begriffes Qualität auf das gesamte Unternehmen
    - Produkt-Qualität
    - Prozeß-Qualität
    - Umwelt-Qualität
    - Arbeits-Qualität
    - Erweiterung auf interen Lieferanten-Kunden-Beziehung
  - Management-Programme
    - zur Sicherung des Personals im Qualitätsdenken (Qualitätszirkel)
    - Erhöhung der Qualität durch kontinuierliche Verbesserung (KVP - kontinuierliche Verbesserungsprogramme)
- **Lean Production** (ab ca. 1992):
  - Bündel verschiedener strategischer Ideen und Konzepte
  - primär auf Automobilindustrie ausgerichtet
  - Beschränkung auf Kernkompetenzen:
    - Outsourcing
    - Verringerung der Fertigungstiefe (Fremdbezug)
  - Auswirkungen:
    - engere Bindung an wenige Lieferanten (single soucing)
    - welweite Auswahl der besten (global sourcing)

© by D. Kundisch

    - wachsende Logistik-Aufgaben
  - JIT-Steuerung der Produktion
  - „Simultaneous Engineering für die Produkt-Entwicklung
    Entwicklung neuer Produkte durch Zusammenarbeit der F+E-Abteilung und allen anderen an diesem Produkt „beteiligten“ Abteilungen und den Systemlieferanten.
    Ziele:
    - Verkürzung der Entwicklungszeiten durch Einbezug aller Fachabteilungen + Systemlieferanten
    - Vermeidung späterer Korrekturen
    - Einbezug des Vertriebs → Marktorientierung
    - Variantengerechte Konstruktion
  - Gruppenarbeit
    - Personalgruppe verantwortlich für eine fertigungs-Insel oder für den Abschnitt einer Montagelinie
    - erweiterte Funktion: Arbeitsverteilung innerhalb der Gruppe, Wartung, Ablaufsteuerung innerhalb der Insel
    - Ziele:
      → höhere Motivation des Personals
      → höhere Qualität
      → geringere DLZ
  - TQM, KVp
  - Organisationsform:
    - Abbau von Hierarchieebenen
    - Team-orieniert
    - flexibel gegenüber laufenden Anpassungen
- **Fraktales Unternehmen** (ab ca. 1993)
  - Fraktale = Teileinheiten eines Unternehmens
  - selbstähnlich → Chaos-Theorie
  - interne Lieferanten-Kunden-Beziehung
  - selbtsorganisiert (Gruppenarbeit)
  - dynamisch

  ⇒ keine fest Organisationsstruktur, sondern laufende Anpassung
- **Agiles Unternehmen** (ab ca. 1995)

© by D. Kundisch