

## **1 Einführung**

- Gegenstand der Vorlesung ist der dispositive Faktor mit seinen Aufgaben:
  - Probleme erkennen
  - Ziele setzen; notwendig um:
    - x Aktivitäten des Unternehmens zu konzentrieren
    - x Planung und Erfolg zu kontrollieren
    - x einen größeren Erfolg zu erreichen
    - x zu einem Ziel gehören:
      - ✓ Zielinhalt (Bsp.: Kostensenkung)
      - ✓ Zielmaßstab bzw. Zielumfang (Bsp.: 50 Millionen €)
      - ✓ Zielerreichungsgrad
      - ✓ Zeitbezug (Zeitraum bzw. Zeitpunkt der Zielerreichung)
      - ✓ Verantwortlichkeit
  - Planung
    - x i.d.R. Aufgabe des Produktionsmanagements, d.h. oberste Führungsebene<sup>1</sup>
    - x Bestimmung der Mittel, Wege und Ziele
    - x Voraussetzung zur Zielerreichung
  - Entscheidungen treffen
  - gewählte Alternativen realisieren<sup>2</sup> und organisieren
  - Kontrolle des Ergebnisses als auch des Umsetzungsprozesses

→ pro 743 „Aufgabenfelder der dispositiven Faktoren“ im Studienmaterial

→ pro 532 „Managementkreis“ im Anhang

**Produktion** ist die Kombination von Elementarfaktoren durch zielgerichtetes menschliches Handeln (dispositiver Faktor) zur Erstellung von Sachgütern und Dienstleistungen und zur Befriedigung gesellschaftlicher Bedürfnisse.

**Produktionstechnik** ist die fundamentale Voraussetzung für die Produktion, d.h. Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in von Menschen beherrschbare Verfahren und Prozesse zur Leistungserstellung.

→ Bild „Begriff und Struktur der Produktionstechnik“ im Studienmaterial

- Leistungserstellung ist nicht technischer Selbstzweck, sondern dient der Erreichung von übergeordneten Zielen<sup>3</sup>:
  - Bedarfsbefriedigung
  - Humanisierung der Arbeit
  - Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit

**Produktionswirtschaft** ist die sozioökonomische Betrachtung der Produktion, d.h. Schnittstelle zwischen Produktion und Soziologie.

---

1 i.d.R. nicht an untere Organisationseinheiten delegierbar

2 umfasst: Organisation und Steuerung der Prozesse = Rolle des dispositiven Faktors

3 ökonomischer und sozialer Ziele

Produktionswirtschaft umfasst also Analyse, Planung, Organisation, Steuerung und Kontrolle der betrieblichen Leistungserstellung unter Beachtung ökonomischer und sozialer Ziele auf Grundlage von technischen und technologischen Informationen<sup>4</sup>.

Prinzipien der ökonomischen Betrachtung:

- Rational- bzw. Wirtschaftlichkeitsprinzip (Ausprägung: Minimum- bzw. Maximumprinzip)
- Kennzahlen:
  - Output-Input-Relationen (z.B. Produktivität)

$$\text{Produktivität} = \frac{\text{Ausbringungsmenge}}{\text{Faktoreinsatzmenge}}$$

- Ausbringungsmenge eigentlich Umsatz, aber:
  - × i.d.R. sind Vorleistungen in der Größe Umsatz enthalten
  - × deshalb Eliminierung der Vorleistungen = entsteht neue Größe Wertschöpfung
- Faktoreinsatzmenge ermöglicht Ansatz aller Kosten für Betriebsmittel (BM), Arbeitskräfte (AK) und Werkstoffe (WS)

$$\text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Leistung}}{\text{Kosten}}$$

$$\text{Rentabilität} = \frac{\text{Gewinn}}{\text{Kapital}}$$

→ Bild A.3.(7) „Kennziffern zur Messung der Ergiebigkeit“ im Buch

- produktionswirtschaftliche Ziele wichtig für Erreichung der Unternehmensziele

→ Bild A.3.(14) „Zielhierarchie und Funktionalbereiche“ im Buch<sup>5</sup>

→ Bild A.3.(15) „Zielhierarchie und Zeitmaß“ im Buch

→ Bild A.3.(16) „Ziele und Kostenziele der Produktionsdurchführung“ im Buch

---

<sup>4</sup> Zeichnungen, Stücklisten, Arbeitsplänen

<sup>5</sup> ACHTUNG: Druckfehler im Buch (4. Auflage): bei *Einzelziele* sind die Rahmen für *Produktionsvorbereitung* und *Beschaffung* zu tauschen

## **2 Räumliche Organisationsprinzipien – Produktionsorganisation I**

### **2.1. Begriff und Einordnung der Produktionsorganisation**

- Organisation ist ein dispositiver, derivativer Produktionsfaktor
  - funktional (Organisation als Tätigkeit)
  - instrumental (Unternehmen hat eine Organisation)
  - institutionell (Unternehmen ist eine Organisation)

→ pro 1106 „verschiedene Inhalte des Organisationsbegriffes“ im Studienmaterial

→ pro 1204 „Organisationsbegriffe“ im Studienmaterial

**Organisation** ist die sachliche, räumliche und zeitliche Ordnung der Elemente eines Systems zur Realisierung eines Zieles, d.h. Bildung einer rationellen Struktur des Systems<sup>6</sup>.

- System → Produktionssystem (Throughput)
- Elemente → Elementarfaktoren, vor allem die Potentialfaktoren
- Ziel → möglichst günstige (hohe) Ergiebigkeit

**Produktionsorganisation** beschäftigt sich mit der Erkundung und Systematisierung von Möglichkeiten zur Bildung rationeller Strukturen im Prozess der Leistungserstellung, d.h.:

- Analyse der Prozessbedingungen bzw. Prozessanforderungen
- organisatorische Möglichkeiten erkunden
- Entwicklung räumlicher und zeitlicher Organisationsprinzipien
- Entscheidung für ein Organisationsprinzip im Sinne einer rationalen Struktur

### **2.2. Unternehmensorganisation und Produktionsorganisation**

- sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede zwischen den Begriffen
- Unternehmensorganisation bezieht sich auf das Unternehmen als Ganzes
- Produktionsorganisation bezieht sich auf den Leistungserstellungsprozess
  - Produktionsorganisation ist ein Teil der Unternehmensorganisation

→ Bild C.1.(02) „Unterschiedliche Ansätze der Organisationslehre ...“ im Buch

→ Bild C.1.(03) „Definition und Merkmale der Organisation“ im Buch

→ Bild C.1.(04) „Organisation eines Unternehmens“ im Buch

→ pro 1484 „Aufbau- und Ablauforganisation“ im Anhang

→ Bild C.1.(05) „Grundformen der Aufbauorganisation“ im Buch

→ Bild C.1.(06) „funktionale und divisionale Unternehmensstruktur“ im Buch

**Produktionsorganisation** ist ein dispositiver Produktionsfaktor und hat die Aufgabe, den Produktionsprozess aus der Sicht seiner räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzipien so zu gestalten, dass eine bestmögliche Wirtschaftlichkeit entsteht.

---

<sup>6</sup> aus: Lexikon der Technologie

### 2.3. Räumliche Organisationsprinzipien (ROP)

- kennzeichnen die Art der räumlichen Anordnung von Arbeitsplätzen im Produktionsprozess
- dient dazu bestmögliche Prozessablaufbedingungen zu schaffen
- Prozessanforderungen (Rahmenbedingungen) müssen berücksichtigt werden
- verbunden mit der Aufbauorganisation

→ Bild C.1.(07) „Ursachen für einfache und komplizierte Prozessanforderungen“ im Buch

- Werkstattprinzip (WP)
  - Verfahrensprinzip
  - alle Betriebsmittel des selben Fertigungsverfahrens in einer räumlich abgetrennten Einheit
  - erfordert längere Wege zwischen den einzelnen Werkstätten (hoher Transportaufwand)

→ Bild C.1.(08) „Werkstattprinzip“ im Buch

- Erzeugnisprinzip (EP)
  - Umkehrung des Werkstattprinzips
  - Maßstab bzw. Ausgangspunkt ist das einzelne Erzeugnis
  - alle Betriebsmittel<sup>7</sup> zur Herstellung eines Erzeugnisses räumlich zusammengefasst
  - Untergliederung in folgende Prinzipien:
    - x Gruppenprinzip (GP)
      - ✓ alle Betriebsmittel zur Herstellung eines begrenzten Teilesortiments räumlich zusammengefasst
      - ✓ verfahrensbezogen
      - ✓ räumliche Nähe der Betriebsmittel wichtiger, als Art der Anordnung
      - ✓ stellt den Übergang vom WP zum RP dar
      - ✓ kurze Transportwege (kürzer als beim WP)
    - x Reihenprinzip (RP)
      - ✓ alle Betriebsmittel zur Herstellung eines kleinen Teilesortiments räumlich zusammengefasst
      - ✓ gegenstandsbezogen (Gegenstandsprinzip)
      - ✓ alle Teile haben übereinstimmende Bearbeitungsreihenfolge
      - ✓ noch einfachere Transportmöglichkeiten als beim GP
      - ✓ Voraussetzung: alle Teile haben die gleiche Flussrichtung
    - x Einzelplatzprinzip (EPP)
      - ✓ durch Integration verschiedener Arbeitsgänge und Fertigungsverfahren an einem Arbeitsplatz bzw. einer Maschine Herstellung eines Einzelteils ohne Ortsveränderung
      - ✓ gegenstandsbezogen (Gegenstandsprinzip)
      - ✓ organisatorisch der Idealfall
      - ✓ technisch aber werden Grenzen aufgezeigt

→ Bild C.1.(09) „Gruppenprinzip“ im Buch

→ Bild C.1.(10) „Reihenprinzip“ im Buch

---

<sup>7</sup> synonyme Verwendung des Begriffes „Station“

## 2.4. Technologische Bearbeitungsfolge (TBF)

Unterscheidung in:

- technologische Bearbeitungsfolge
  - Reihenfolge durchzuführender Arbeitsgänge zur Realisierung eines Fertigungsauftrages
  - regelt Reihenfolge der Bearbeitungsstationen, die zur Fertigstellung zu durchlaufen sind
  - Bezugssystem: Erzeugnis
- organisatorische Bearbeitungsfolge
  - Reihenfolge der Bearbeitung der Fertigungsaufträge auf einer Bearbeitungsstation
  - Bezugssystem: Arbeitsplatz, Betriebsmittel, Station

→ Bild C.1.(11) „Organisatorische Reihenfolge für die Bearbeitung ...“ im Buch

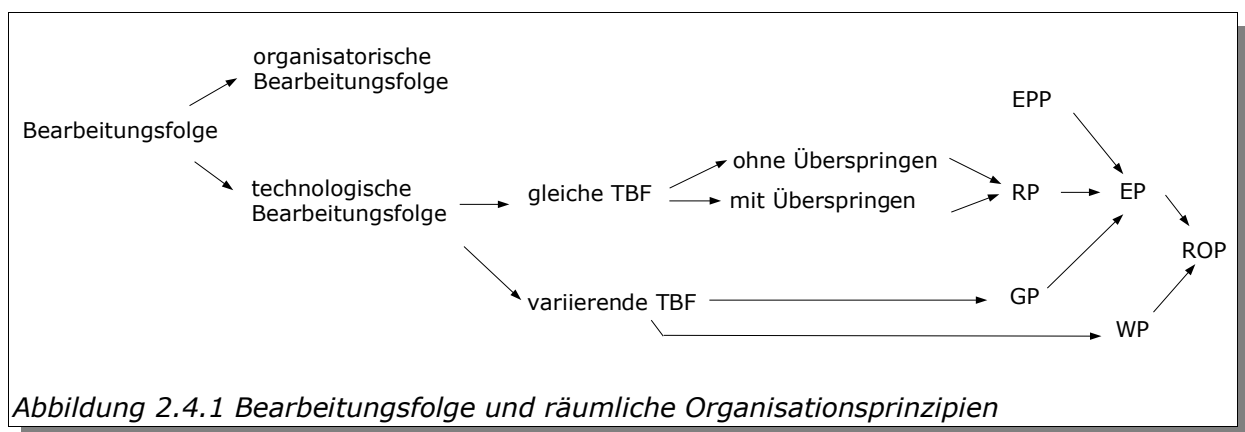
Varianten der technologischen Bearbeitungsfolge:

- gleiche technologische Bearbeitungsfolge
  - für eine Teilesortiment, das die gleiche Folge von Arbeitsgängen durchläuft
    - × mit Überspringen von Arbeitsgängen
    - × ohne Überspringen von Arbeitsgängen
  - häufig beim Reihenprinzip (RP)

→ Bild C.1.(12) „Varianten der gleichen technologischen Bearbeitungsfolge“ im Buch

- variierende technologische Bearbeitungsfolge
  - sehr schwer beherrschbar in Bezug auf Steuerung und Planung
  - Flussrichtung der Teile muss nicht identisch sein
  - häufig beim Werkstattprinzip oder Gruppenprinzip

→ Bild C.1.(13) „variierende technologische Bearbeitungsfolge“ im Buch



### **3 Zeitliche Organisationsprinzipien – Produktionsorganisation II**

#### **3.1. Gliederung der Produktionszeit**

Ein **zeitliches Organisationsprinzip (ZOP)** kennzeichnet die grundsätzliche Art der Teileweitergabe zwischen mehreren Arbeitsplätzen im Verlauf des Fertigungsprozesses.

- zeitliche Organisationsprinzipien verbunden mit Ablauforganisation
- jedoch Wechselbeziehungen zu den räumlichen Organisationsprinzipien
  - Fertigungsprozesse mit notwendiger Weitergabe des Produkts
  - Fertigungsprozesse ohne notwendige Weitergabe des Produkts
  - zeitliche Organisationsprinzipien mit Weitergabe
    - x Reihenverlauf
    - x kombinierte Verlauf
    - x Parallelverlauf
  - zeitliche Organisationsprinzipien ohne Weitergabe
- daraus resultierende Produktionszeit besteht aus:
  - Zeit für Vorratslagerung
    - x Materialeinlagerung vor dem Produktionsprozess, die zur Produktion notwendig sind
    - x Lagerung der Fertigprodukte nach dem Produktionsprozess
    - x gesamte Verweildauer des Produkts somit durch die Produktionszeit abgebildet
  - Produktionszyklus
    - x Beginn bis Abschluss der Herstellung eines Produkts, d.h. der zielgerichteten Beeinflussung der Werkstoffe
    - x Betriebsruhezeit (in der der Betrieb still steht und nicht produziert wird)
    - x Durchlaufzeit<sup>8</sup> (Beginn bis Ende der Bearbeitung eines Fertigungsauftrages)<sup>9</sup>
      - ✓ technisch organisatorische Unterbrechungszeit (in der das Teil bewegt oder auch gelagert wird)<sup>10</sup>
      - ✓ technologischer Zyklus (in dem ein unmittelbares Einwirken der AK oder BM auf den WS stattfinden)<sup>11</sup>
        - ◆ Dauer der Arbeitsprozesse
        - ◆ Dauer der natürlichen Prozesse (Gärung; Trocknung von Holz)

→ Bild C.1.(14) „Gliederung der Produktionszeit“ im Buch

---

8 sollen möglichst gering gehalten werden

9 gemessen in Betriebskalendertagen oder Arbeitstagen

10 durch fertigungsnahe, industrielle Dienstleistungen (z.B. Transport von einer Maschine zur nächsten; Zeit für Instandhaltung)

11 verschiedene Verlaufsarten und Verlaufsformen des technologischen Zyklus = zeitliche Organisationsformen

### 3.2. Technologischer Zyklus

- nur von Bedeutung, wenn eine Fertigung in mehreren Losen erfolgt
- keine Unterschiede in den Verlaufsformen, wenn nur ein Los gefertigt wird

Fertigungslose:

- Stückzahl bzw. Losgröße  $> n_L = 1$
- mehrere in einem Auftrag zusammengefasste Teile mit gemeinsamen konstruktiven und technologischen Eigenschaften
- in einem Arbeitsgang mit einmaliger Rüstzeit zu fertigen
- Auftragszeit des Loses:

$$T = t_r + t_e \cdot n_L$$

$T$ : Auftragszeit;  $t_e$ : Zeit je Einheit;  $n_L$ : Losgröße

Transportlose bzw. Teillose:

- bei Weitergabe zwischen mehreren Arbeitsplätzen
- nur einführen, wenn mehrere Transporte sinnvoll sind
- Transportlosgröße:

$$n_p = \frac{n_L}{v}$$

$n_p$ : Transportlosgröße;  $v$ : Anzahl der Transportvorgänge

- Fertigungszeiten der unterschiedlichen Lose auf unterschiedlichen, einander folgenden Arbeitsplätzen sollen möglichst gleich groß sein

➤  $t_i = t_{i+1}$

➤ wenn  $t_i \neq t_{i+1}$  entstehen unnötige und ungewollte Unterbrechungszeiten

→ Bild C.1.(15) „Gliederung der Unterbrechungszeit“ im Buch

→ pro 1399 „Orte des Liegens“ im Studienmaterial

### 3.3. Verlaufsformen des technologischen Zyklus

Annahmen:

- keine Übergangszeit zwischen den Arbeitsplätzen/Stationen, d.h. unendliche schnelle Transportzeit
- Rüstzeiten werden nicht betrachtet, nur die Zeit je Einheit; Folge:
  - es entstehen vergleichbare Bedingungen
  - Berechnungsformeln vereinfachen sich
- Betrachtung eines einzelnen Fertigungszyklus
- Störungen werden ausgeschlossen

- Reihenverlauf

- am häufigsten anzutreffen (ca. 55% aller zeitlichen Organisationsprinzipien)
- Grundlage: Weitergabe kompletter Lose zum nächsten Arbeitsplatz
- alle Teile nacheinander auf einem Arbeitsplatz gefertigt
- verursacht nur lange Liegezeiten, aber keine Stillstands- bzw. Wartezeiten<sup>12</sup>
- Zykluszeit des Reihenverlaufs:

$$T_{TZ(R)} = n_L \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_e}{ZG} = n_L \cdot \sum_{i=1}^m t_i$$

$ZG$ : Zeitgrad (Verhältnis von Sollzeit  $t_e$  zur Istzeit  $t_i$ )

→ Bild C.1.(16) „Reihenverlauf des technologischen Zyklus“ im Buch

→ Bild C.1.(17) „Liegezeiten im Reihenverlauf des technologischen Zyklus“ im Buch

- nur sinnvoll anzuwenden bei:
  - ✗ kleinen Losgrößen
  - ✗ kleinen Ist-Fertigungszeiten
  - ✗ langen Transportwegen
  - ✗ unregelmäßige Transportverbindungen zwischen den Arbeitsplätzen

- Parallelverlauf

- andere Weitergabe der Teile als im Reihenverlauf
  - ✗ sofortige Weitergabe des Teils an den nächsten Arbeitsplatz
- mehrere Maschinen arbeiten gleichzeitig an den Teilen eines Loses
  - ✗ Zykluszeit ist kürzer
  - ✗ besserer Ausgleich der unterschiedlichen Bearbeitungszeiten an den Maschinen
- Liegezeiten entstehen bei  $t_i < t_{i+1}$
- Stillstands- und Wartezeiten entstehen bei  $t_i > t_{i+1}$
- Anstieg des Transportaufwands durch häufigere Transporte
  - ✗ räumliche Strukturierung des Fertigungsprozesses anstreben
- Zykluszeit des Parallelverlaufs:

$$T_{TZ(P)} = n_P \cdot \sum_{i=1}^m t_i + (n_L - n_P) \cdot t_H$$

$t_H$ : Hauptzeit (längste anfallende  $t_i$ -Zeit;  $t_H = \max\{t_i\}$ )

→ Bild C.1.(18) „Parallelverlauf des technologischen Zyklus“ im Buch

→ Bild C.1.(19) „Stillstands- und Liegezeiten im Parallelverlauf“ im Buch

---

12 Stillstandszeiten: Betriebsmittel; Wartezeiten: Arbeitskräfte



- kombinierter Verlauf
  - Verringerung der Stillstands- und Wartezeiten durch Kombination von Teilen des Reihen- und Parallelverlaufs (Nutzung der Vorteile; Eliminierung der Nachteile)
  - Liegezeiten entstehen bei  $t_i < t_{i+1}$ 
    - × identisch mit dem Parallelverlauf
  - komplizierter zu organisieren als der Parallelverlauf und der Reihenverlauf
  - Stillstands- und Wartezeiten entstehen bei  $t_i > t_{i+1}$
  - Optimierung der Durchlaufzeiten mittels Rückrechnung
    - × es ist bekannt, wann das letzte Teil auf der letzten Maschine bearbeitet werden kann
    - × dadurch ist es möglich zu errechnen, wann die vorhergehenden Teile auf der letzte Maschine bearbeitet werden müssen
    - × analoges Vorgehen für die vorhergehenden Maschinen
  - Zykluszeit des kombinierten Verlaufs:

$$T_{TZ(k)} = n_L \cdot \sum_{i=1}^m t_i - (n_L - n_P) \cdot \sum_{i=1}^{m-1} t_{kürz_i}$$

$t_{kürz_i}$ : kürzeste  $t_i$  – Zeit zweier aufeinanderfolgender Arbeitsgänge;  $t_{kürz_i} = \min \{t_i; t_{i+1}\}$

→ Bild C.1.(20) „Kombinierter Verlauf des technologischen Zyklus“ im Buch

→ Bild C.1.(21) „Liegezeiten im kombinierten Verlauf des technologischen Zyklus“ im Buch

→ Bild C.1.(23) „Vergleich der Zyklusdauer des Parallelverlaufs und des kombinierten Verlaufs“ im Buch

## **4 Organisationsformen der Teilefertigung – Produktionsorganisation III**

### **4.1. Organisationsformen als Kombination räumlicher und zeitlicher Organisationsprinzipien**

- Organisationsform der Teilefertigung = Kombination eines räumlichen und zeitlichen Organisationsprinzips

→ Bild C.1.(24) „Bildung der Organisationsformen aus der Kombination von räumlichen ...“ im Buch

→ Bild C.1.(25) „Organisationsformen der Teilefertigung als Kombination von ...“ im Buch<sup>3</sup>

→ Bild C.1.(26) „Fertigungsflussrichtungen in unterschiedlichen Organisationsformen“ im Buch

- Werkstattfertigung (WF)
  - Fertigungsaufträge durchlaufen nacheinander mehrere Werkstätten
  - variierende technologische Bearbeitungsfolge
  - innerbetrieblicher Transport auf relativ langen Wegen
  - je Werkstatt ein Arbeitsgang
  - Vielzahl von Arbeitsaufträgen möglich
- gegenstandsspezialisierter Fertigungsabschnitt (GFA)
  - variierende technologische Bearbeitungsfolge
  - kurze Wege durch räumliche Maschinenkonzentration
  - nur kleines Teilesortiment möglich
  - überschaubar und transparent
  - Ziel: Komplettbearbeitung in einem Raum
- gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe (GFR)
  - alle Bearbeitungsstationen nacheinander
  - noch kürzere Transportzeiten als beim GFA durch spezielle Transportmittel
  - gleiche technologische Bearbeitungsfolge
  - gleicher Fertigungsfluss
  - Überspringen der einzelnen Bearbeitungsstationen möglich
- Fließfertigung (FF)
  - i.d.R. nur für die Bearbeitung eines Teils
  - gleiche technologische Bearbeitungsfolge ohne Überspringen
  - Konzept des Parallelverlaufs
  - hohe Warte- und Stillstandszeiten
- Einzelplatzfertigung (EPF)
  - 1 Bearbeitungsstation, auf der alle nötigen Arbeitsgänge erledigt werden können
  - Rohling zum Arbeitsplatz, fertiges Teil vom Arbeitsplatz

→ pro 054 „Merkmale der Organisationsformen der Teilefertigung“ im Studienmaterial

→ pro 534 „Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der Werkstattfertigung“ im Studienmaterial

→ pro 535 „Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der Fließfertigung“ im Studienmaterial

---

13 prinzipiell sind in dieser Matrix alle Felder belegbar, aber nur die belegten grauen Felder sind auch sinnvoll

#### 4.2. Kontinuität und Flexibilität der Organisationsformen

- welche Wirkungen werden mit den Organisationsformen erreicht?

→ Bild C.1.(27) „Flexibilität und Kontinuität der Organisationsformen“ im Buch

**Kontinuität** ist der Grad der ununterbrochenen Bearbeitung der Arbeitsobjekte bzw. des ununterbrochenen und gleichmäßigen Einsatzes der Elementarfaktoren im Produktionsprozess.

- Kontinuität bei AK und BM wird dargestellt durch den Auslastungsgrad<sup>14</sup>

$$\text{Auslastungsgrad} = \frac{\text{Leistung}}{\text{Kapazität}}$$

- Kontinuität bei WS bzw. AO wird dargestellt durch den Belastungsgrad

$$\text{Belastungsgrad} = \frac{\text{kürzeste Durchlaufzeit}}{\text{tatsächliche Durchlaufzeit}}$$

*kürzeste Durchlaufzeit : tatsächliche Durchlaufzeit – Liegezeit*

- im folgenden wird nur die Kontinuität der Werkstoffe bzw. Arbeitsobjekte betrachtet
- wichtigen Einfluss haben Liege- und Unterbrechungszeiten; Kriterien dafür sind:
  - Länge der Transportwege
  - technische Niveau der Transport-, Umschlag- und Lagerungsprozesse (TUL)
  - technologische Bearbeitungsfolge
  - Dauer der Übergangszeiten

→ Bild C.1.(28) „Gründe für die Kontinuitätssteigerung von der Werkstattfertigung bis ...“ im Buch

**Flexibilität** ist die Fähigkeit der Strukturierungsvariante, sich auf die Erfordernisse unterschiedlicher Produktionsaufgaben einzustellen, d.h. die Möglichkeit viele Aufgaben zu lösen.

- qualitative Flexibilität (Produktartänderung)
- quantitative Flexibilität (Mengenbedarfsänderung)
- Kriterien für Flexibilität sind:
  - Breite der Fertigungsaufgaben
  - technologische Bearbeitungsfolge
  - Vielfalt der Produktionsverfahren
  - Störanfälligkeit

→ Bild C.1.(29) „Gründe für die Flexibilitätssteigerung von der Fließfertigung bis ...“ im Buch

---

<sup>14</sup> soll möglichst hoch gehalten werden, um die Kosten auf möglichst viele Produkte zu verteilen

#### 4.3. Ausgewählte Kennziffern zur Beurteilung rationeller Organisationsformen

- 3 Fragen als Ausgangsbasis:
  - was ist effektiv?
  - was ist rationell?
  - welche Organisationsform erfüllt diese Kriterien?
- Vorauswahl erfolgt mit Hilfe einer technologisch-organisatorischen Größe
- endgültige Entscheidung unter Einbezug einer ökonomischen Größe

**Spezialisierungsgrad** gibt an, inwieweit ein Arbeitsplatz/mehrere Arbeitsplätze sich auf die Durchführung eines Arbeitsganges konzentriert hat/haben.

- Spezialisierungsgrad am höchsten ( $S=1$ ) wenn nur ein Arbeitsgang beherrscht wird (Spezialmaschine) → Fließfertigung
- Spezialisierungsgrad am geringsten ( $S \sim 0,005$ ) wenn mehrere Arbeitsgänge beherrscht werden (Universalmaschine) → Werkstattfertigung

$$S = \frac{m}{\sum_{i=1}^m z_i}$$

$z_i$ : Zahl der Arbeitsgänge am Arbeitsplatz  $i$ ;  $m$  = Zahl der Arbeitsplätze der Organisationsform

**Geschlossenheitsgrad** gibt an, welcher Anteil der insgesamt an einem Teil/Teilesortiment durchzuführenden Arbeitsgänge in dieser Organisationsform durchgeführt werden können

- Geschlossenheitsgrad am höchsten ( $G=1$ ) wenn alle Aufträge in einer Organisationsform durchgeführt werden können → sehr günstig

$$G = \frac{\sum_{j=1}^n g_j}{\sum_{j=1}^n z_j} \quad \text{wobei } 0 < G < 1$$

$g_j$ : Zahl der Arbeitsgänge am Teil  $j$  innerhalb der Organisationsform

$z_j$ : Gesamtzahl der Arbeitsgänge am Teil  $j$

**Wechselgrad** gibt an, wie oft von einem Teil die Organisationsform im Verlauf der Bearbeitung gewechselt wird in Bezug zur Anzahl der maximal möglichen Wechsel.

$$W = \frac{\sum_{j=1}^n W_j}{\sum_{j=1}^n W_{\max_j}} = \frac{\text{tatsächliche Wechsel}}{\text{maximal mögliche Wechsel}} \quad \text{wobei } 0 < W < 1$$
$$W_{\max_j} = z_j - 1$$

→ Bild C.1.(30) „Zusammenhänge zwischen der Fertigungsart und der Organisationsform“ im Buch

→ Bild C.1.(32) „Unterscheidungsmerkmale der klassischen Organisationsformen“ im Buch

→ Bild C.1.(33-35) Mischformen der Organisationsformen im Buch

#### 4.4. Moderne Organisationsformen der Teilefertigung

- basieren auf den klassischen Organisationsformen, haben identische räumlichen und zeitliche Organisationsprinzipien
- moderne Organisationsformen entstehen durch differenzierte Niveaustufen der technischen Ausgestaltung (technische Hilfsprozesse<sup>15</sup> bzw. Organisationsprinzipien [TOP<sup>16</sup>]):
  - Bearbeitungssystem
  - Transportsystem
  - Handhabungssystem
  - Lagersystem
- flexible Fertigungszelle (FFZ)
  - eigentlich keine Organisationsform, sondern eher eine Bearbeitungsstation (=Element einer anderen Organisationsform)
  - einstufiges Produktionssystem
  - kann mehrere Arbeitsgänge ausführen (d.h. keine hohe Spezialisierung)
  - Möglichkeit des automatischen Werkzeug- und Teilewechsels
  - keine Komplettbearbeitung von Teilen möglich
- flexibles Fertigungssystem (FFS)
  - basiert auf: gegenstandsspezialisierter Fertigungsabschnitt (GFA)
  - kann mehrere Bearbeitungsstufen realisieren
  - variierende technologische Bearbeitungsfolge
  - kann mehrere FFZ enthalten
  - automatisches Materialflusssystem in verschiedene Richtungen
  - Komplettbearbeitung von Teilen möglich (=hoher Geschlossenheitsgrad)
- flexible Fließfertigung (FFF)
  - basiert auf: gegenstandsspezialisierte Fertigungsreihe (GFR)
  - gleiche technologische Bearbeitungsfolge der Teile
  - mehrere aufeinander folgende Bearbeitungsstationen mit Materialflusssystemen unterschiedlicher Richtung, die in einer Reihe angeordnet sind
  - kann verschiedene Produktvarianten herstellen
- starre Fließfertigung (SFF)
  - basiert auf: Fließfertigung (FF)
  - hoch automatisiertes Fertigungssystem
  - getaktete Arbeitsgänge mit annähernd gleichen Bearbeitungszeiten je Station
  - nur flexibel bezüglich der Mengen, nicht der Produkte
  - Materialflusssystem, das in unterschiedliche Richtungen laufen kann
- Bearbeitungszentrum (BAZ)
  - basiert auf: Einzelplatzfertigung (EPF)
  - Komplettbearbeitung ohne Weitergabe der Teile durch unterschiedliche Verfahren
  - automatisierter Werkzeugwechsel

→ Bild C.1.(41) „Klassische Organisationsformen – Grundlage moderner Organisationsformen“ im Buch

→ Bild C.1.(55) „Systematisierung moderner Organisationsformen ...“ im Buch

---

<sup>15</sup> diese technischen Hilfsprozesse bzw. -systeme werden durch ein unabdingbares Informationssystem unterstützt

<sup>16</sup> Bild „Begriffserläuterungen im Zusammenhang mit TOP“ im Anhang

#### **4.5. Kontinuität und Flexibilität moderner Organisationsformen**

- bei Automatisierung wenig oder gar keine Unterbrechung → hohe Kontinuität
- bei Komplettbearbeitung keine Ein- und Aussteuerung der Teile → hohe Kontinuität
- Rangfolge bezüglich der Kontinuität aus Sicht der Automatisierung:
  - SFF → FFF → FFS → FFZ → BAZ → FFZ
- Rangfolge bezüglich der Kontinuität aus Sicht der Komplettbearbeitung:
  - SFF → FFF → FFS → BAZ → FFZ
- Rangfolge bezüglich der Flexibilität:
  - FFS → BAZ → FFZ → FFF → SFF

→ Bild C.1.(56) „Kontinuität und Flexibilität moderner Organisationsformen“ im Buch

## **5 Einführung in die operative Produktionsplanung – Produktionsplanung I**

### **5.1. Phasengliederung des Produktionsmanagements**

**Produktionsmanagement** ist die Gesamtheit aller Entscheidungsträger, die sich mit der Willensbildung und Willensdurchsetzung im Prozess der Leistungserstellung befassen.

- Sachfunktion und Personalfunktion
- Aufgabe des dispositiven Faktors: Leitung, aber auch Planung, Kontrolle, Organisation

→ pro 622 „Phasen und Gegenstände des Produktionsmanagements“ im Studienmaterial

- Ebenen des Produktionsmanagements:
  - strategisches Produktionsmanagement (langfristige und nachhaltige Wirkung)
  - taktisches Produktionsmanagement (geringerer Zeithorizont und geringere Bedeutung)
  - operatives Produktionsmanagement (kurzfristig Wirkung im strategischen Rahmen)
- auf allen Ebenen im Produktionsmanagements finden statt:
  - Faktorplanung (Input)
  - Prozessplanung (Throughput)
  - Programmplanung (Output)
- im folgenden werden die strategische und taktische Produktionsplanung als Einheit gesehen
  - setzen Rahmenbedingungen für operative Programmplanung
    - x abzuleiten aus Unternehmensphilosophie, Unternehmenskultur und Strategien

→ Bild C.2.(02) „Aufgaben des Produktionsmanagements“ im Buch

→ Bild C.2(04) „Schwerpunkte der operativen Produktionsplanung und -steuerung“ im Buch

→ Bild „Beziehungen zwischen den Phasen des Produktionsmanagements“ im Anhang

### **5.2. Einführung in die Teilplanungsstufen der operativen Produktionsplanung**

- Produktionsplanung eine komplexe und bedeutungsvolle Aufgabe, deshalb 3 Fragen:
  - wann kann das Unternehmen liefern (Programmplanung)
  - was benötigt das Unternehmen um liefern zu können (Faktorplanung)
  - was muss das Unternehmen wann tun um liefern zu können (Prozessplanung)
- Zerlegung der Produktionsplanung in insgesamt 8 Teilplanungsstufen
  - folgen der inneren Logik der Produktionsplanung
  - sind eindeutig voneinander abzugrenzen
  - latente Gefahr der isolierten Betrachtung der Einzelaufgaben

→ Bild C.2.(05a) „Teilplanungsstufen der operativen Produktionsplanung“ im Buch

→ Bild C.2.(05b) „Teilplanungsstufen der operativen Produktionsplanung“ im Buch

→ Bild C.2.(05c) „Teilplanungsstufen der operativen Produktionsplanung“ im Buch

### *Exkurs Kapazitätsplanung*

→ pro 583 „Kapazitätsprobleme und operative Produktionsplanung“ im Studienmaterial

- *Kapazität durchzieht alle Teilplanungsstufen*
- *in Teilplanungsstufen 6 und 8 keine direkte Berücksichtigung der Kapazität, aber trotzdem nicht zu vernachlässigen*

**Kapazität** ist das maximale Leistungsvermögen einer Produktivitätseinheit in einem Leistungsabschnitt.

- *Arbeitskräfte und Betriebsmittel sind kapazitätsbildend*
- *Werkstoffe bzw. Arbeitsobjekte begründen einen Kapazitätsbedarf*
- *Kapazitätsangebot: was steht an Kapazität zur Verfügung*
  - *theoretische Kapazität (berücksichtigt nicht Unterbrechung, Ausfall und Abwesenheit)*
  - *reale Kapazität (berücksichtigt Unterbrechung, Ausfall und Abwesenheit)*

→ pro 1482 „Kapazitätsangebot und -bedarf“ im Anhang

- *Kapazitätsangebot und Kapazitätsbedarf sollte übereinstimmen*
  - *Kapazitätsangebot > Kapazitätsbedarf = Wartezeiten*
  - *Kapazitätsangebot < Kapazitätsbedarf = Liegezeiten*
- *quantitative Kapazität*
  - *Menge der Leistung im betrachteten Abschnitt/Periode*
  - *Erzeugnisse, die zu produzieren sind*
  - *angegeben in Stunden oder anderem Zeitausdruck*
- *qualitative Kapazität*
  - *Art und Güte der Leistung*
  - *beschreibt Fertigungsverfahren oder Berufsgruppen*

- *Gliederung und Ermittlung der Kapazität*

→ Bild B.3.(07) „Zusammenhang zwischen Organisationsform und Kapazitätseinheiten“ im Buch

→ Bild B.3.(09) „Kapazitätsmatrix“ im Buch

→ Bild B.3.(10) „Ermittlung des Zeitfonds des Kapazitätsangebots“ im Buch

→ Bild B.3.(12) „Algorithmus der Kapazitätsbilanzierung“ im Buch

→ Bild B.3.(14) „Ablauf und Ergebnisse der Kapazitätsbilanzierung“ im Buch

→ Bild B.3.(18) „Maßnahmen zur bedarfsgerechten Gestaltung der Kapazität“ im Buch

→ Bild B.3.(19) „Systematisierung möglicher Konstellationen zwischen dem Kapazitätsangebot und ...“ im Buch



## **6 Planung des Jahresproduktionsprogramms**

### **6.1. Begriffe und Phasen der Produktionsprogrammplanung**

Die **Produktionsprogrammplanung** liegt fest, welche Erzeugnisse und Leistungen mit welchen Stückzahlen bzw. in welchem Umfang in einem definierten Zeitabstand zu produzieren sind.

- Abhängigkeiten zwischen Produktionsprogramm und Absatzprogramm
  - sollen beide übereinstimmen
    - x Abweichungen durch Lagerbestand, Eigenverbrauch und Handelswaren<sup>17</sup> erklärt
  - es kann nur abgesetzt werden, was produziert ist und umgekehrt
- Phasen der Programmplanung:
  - strategische Programmplanung
    - x Auswahl des Produktfeldes<sup>18</sup>, auf dem das Unternehmen tätig wird (eigentliche Aufgabe)
    - x Produktfeld<sup>19</sup> so wählen, dass ein wirtschaftlicher Erfolg eintreten kann und auf dem das Unternehmen besondere Fähigkeiten besitzt (Wettbewerbsvorteile)
    - x Produktdiversifikation
      - ✓ Erweiterung des unternehmerischen Tätigkeitsfeldes
      - ✓ Kombination von mehreren Produktfeldern

→ pro 059 „Merkmale und Merkmalsausprägungen der Diversifikation“ im Studienmaterial

→ pro 058 „Arten der Diversifikation“ im Studienmaterial

- taktische Programmplanung
  - x konkretisiert die Entscheidungen der strategischen Programmplanung
  - x Produktkonzipierung<sup>20</sup> (wie soll das Produkt aussehen; Produktvielfalt; Qualitätsstufen; Programmbreite)
  - x Festlegen der Fertigungstiefe (was mache ich selber, was kaufe ich zu)

$$\text{Fertigungstiefe} = \frac{\text{Eigenleistung}}{\text{Gesamtleistung}} = \frac{\text{Eigenleistung}}{\text{Eigenleistung} + \text{Fremdleistung}}$$

- x Prozess der Verringerung der Fertigungstiefe ist Outsourcing

→ pro 850 „Gründe für Eigenfertigung und Fremdbezug“ im Anhang

- operative Programmplanung
  - x basiert auf den Entscheidungen der taktischen und strategischen Programmplanung
  - x Planungszeitraum maximal 1 Jahr
  - x beinhaltet die Teilplanungsstufen

→ Bild C.2.(06) „Teilplanungsstufen der operativen Produktionsplanung (...)“ im Buch

→ pro 060 „Schwerpunkte und Wechselbeziehungen der Phasen ...“ im Studienmaterial

---

17 Zukauf und Verkauf

18 Produktfeld ist die Gesamtheit von Erzeugnissen, die sich auf ein allgemeines Grundprodukt zurückführen lassen

19 Bild C.2.(07) „Beispiele für Produktfelder und deren Untergliederung“ im Buch

20 Typ- und Modellentscheidung des Produkts

## 6.2. Methoden der Produktionsprogrammplanung

- Aufgabe: Art und Menge dessen festlegen, was in einem bestimmten Zeitraum produziert werden soll → Ziel: wirtschaftlicher Erfolg
- hier nur die operativen Methoden, die strategische und taktische Planung ist abgeschlossen
- Produktionsprogramm selbst bestimmt die Methoden

→ Bild C.2.(08) „Zusammensetzung des Produktionsprogramms“ im Buch

→ pro 586 „Ausgewählte Methoden zur Planung des Produktionsprogramms“ im Studienmaterial

- Produktionsprogrammplanung ist immer eine Mengenplanung
  - Zahlungsreihen (Kapitalwertmethode) → strategisch
  - Deckungsbeitragsrechnung → operativ
    - x relativ kurzfristige Zeiträume
    - x mehrere gleichzeitig zu produzierende Produkte

*Kennzahlen der Deckungsbeitragsrechnung:*

$K_f$ : fixe Kosten    $k_v$ : variable Kosten    $p_j$ : Preis    $x_j$ : Produktionsmenge des Produkts  $j$   
 $b_i$ : Kapazitätsangebot des Inputfaktors  $i$     $h_j$ : Absatzobergrenze des Produkts  $j$   
 $a_{ij}$ : Produktionskoeffizient des Produkts  $j$  bei Inanspruchnahme des Inputfaktors  $i$   
 $d_j$ : Deckungsbeitrag des Produkts  $j$

- x Deckungsbeitragsrechnung ohne Kapazitätsbeschränkung
  - ✓ alle Produkte produziert bei denen  $d_j > 0$ ;  $p_j > k_v$ ;  $\sum d_j \cdot x_j > K_f$
- x Deckungsbeitragsrechnung bei Kapazitätsbeschränkung
  - ✓ Ermittlung der relativen Deckungsbeiträge im Engpass

$$\text{relativer Deckungsbeitrag } d_{sj} = \frac{d_j}{a_{ej}}$$

$a_{ej}$ : Produktionskoeffizient bei Inanspruchnahme des Engpasses

- ✓ zuerst die Produkte in die Mengenplanung einbeziehen, die den höchsten Deckungsbeitrag im Engpass aufweisen
- x Deckungsbeitragsrechnung bei mehreren Engpässen
  - ✓ Anwendung der Verfahren des Operation Research (Simplex)
- Preisabsatzfunktionen, Kostenfunktionen und Umsatzfunktionen → taktisch

---

→ Bild „Makrostruktur und Produktionsplanung“ im Anhang

---

## **7 Zeitliche Verteilung des Jahresproduktionsprogramms**

### **7.1. Bedingungen und Ziele der zeitlichen Verteilung**

- Bedingungen:
    - Abschluss und Vorliegen der Ergebnisse der 1. Teilplanungsstufe
    - Fähigkeit die geplante Stückzahl zu produzieren (kapazitive Fähigkeit)
  - Aufgabe: Jahresproduktion auf gleich große Zeiträume verteilen (Quartale; Monate)
  - Ziele:
    - in jedem Zeitabschnitt die maximale Bedarfsbefriedigung erreichen
    - möglichst hohe und gleichmäßige Ausnutzung der Kapazitätseinheiten je Zeitabschnitt
      - x führt zu hohen Deckungsbeiträgen und geringen Kosten
    - mit den Methoden der Verteilung das komplette Jahresproduktionsprogramm realisieren
    - Produktion und Absatz in Einklang bringen, da sonst zusätzliche Kosten entstehen
      - x zumindest eine Annäherung anstreben
- Bild C.2.(10) „Emanzipation, Synchronisation und Eskalation ...“ im Buch
- grundlegende Methoden der Anpassung von Produktion und Absatz:
    - Emanzipation (Produktion und Absatz unabhängig voneinander betrachten; Folge sind zusätzliche Lagerkosten)
    - Synchronisation (optimales Verfahren; Produktion und Absatz folgen streng einander; Folge: zusätzliche Mengenflexibilität mit höheren Kosten durch mehr Arbeitsplätze)
    - Eskalation (Produktion und Absatz folgen einander, aber nicht so streng wie bei Synchronisation; Folge: weniger Lagerprozesse, aber auch höhere Mengenflexibilität)
  - rechnerische Methoden besser geeignet, setzen aber voraus, dass:
    - Produktionsprogramm optimiert und festgelegt
    - Produktion und Absatz sind möglichst identisch
    - setzen größere Serien voraus, da die rechnerischen Methoden nicht bei Einzelanfertigungen greifen
    - Ähnlichkeit der zu produzierenden Erzeugnisse bei Inanspruchnahme der Kapazität

→ Bild „Begriff der Parallelität von Fertigungsprozessen“ im Studienmaterial

## 7.2. Verteilungsverfahren

- rechnerisch gleichmäßige Aufteilung
  - gleichmäßige Verteilung des Jahresprogramms, d.h. gleiches Quantum je Zeitabschnitt<sup>21</sup>
  - vom Grundsatz her Schema der Emanzipation

$$x_{mj} = \frac{x_{aj}}{12}$$

$x_{aj}$ : Jahresstückzahl     $x_{mj}$ : Monatsstückzahl

- Größe des jeweiligen Zeitabschnitts auf den nächsten ganzzahligen Wert aufrunden
  - ✗ Ausgleich zur Jahresproduktion im weiteren Verlauf der Zeitabschnitte durch Reduktion der Produktion in den jeweiligen Zeitabschnitten
  - ✗ Jahresproduktion 23 Stück: Zeitabschnitt 01 – 11: 2 Stück; Zeitabschnitt 12: 1 Stück

→ Bild C.2.(11) „Ergebnis der rechnerisch gleichmäßigen Aufteilung eines Jahresproduktionsprogramms“ im Buch

- nach Ermittlung der Stückzahl je Zeitabschnitt Kapazitätstest durchführen, d.h. Kapazitätsbilanzierung je Zeitabschnitt
  - ✗ Kapazitätstest in dem Zeitabschnitt, in dem der Kapazitätsbedarf am größten ist, d.h. i.d.R. im ersten Zeitabschnitt
- innerzyklische Parallelität = 1; zwischenzyklische Parallelität = maximal
- Streifenprogramm (je Streifen ein Erzeugnis j)
  - Gegenstück zur gleichmäßigen Verteilung
  - eine Einheit wird solange produziert, bis alle Arbeitsgänge angeschlossen sind
  - volle Kapazität wird auf ein Produkt konzentriert bis zu dessen Vollendung
  - innerzyklische Parallelität = maximal; zwischenzyklische Parallelität = 1
  - grundsätzliche Arbeitsschritte bzw. Vorgehensweise<sup>22</sup>:

1. Bestimmung der maximal möglichen Stückzahl je Zeitabschnitt für jede Kapazitätseinheit (auf ganzzahligen Wert abrunden)

$$x_{mj} = \min_{(i)} \left\{ \frac{ZF_{KA_i}}{a_{ij}} \right\} \quad ZF_{KA_i}: \text{Zeitfonds des Kapazitätsangebots}$$

✗ maximale Produktion in der Kapazitätseinheit i: 10 Stück

→ Bild C.2.(12) „Zeitliche Verteilung eines Jahresproduktionsprogramms als Streifenprogramm“ im Buch

2. Bestimmung der Laufzeit des ersten Streifens (auf ganzzahligen Wert aufrunden)

$$L_1 = \frac{x_{a1}}{x_{m1}}$$

$x_{a1}$ : Jahresstückzahl des ersten Erzeugnisses

$x_{m1}$ : maximale Stückzahl des ersten Erzeugnisses des ersten Zeitabschnitts

✗ Jahresproduktion 23 Stück: Zeitabschnitt 01 – 02: 10 Stück; Zeitabschnitt 03: 3 Stück

---

<sup>21</sup> i.d.R. je Monat

<sup>22</sup> Voraussetzung: Bestimmung der Reihenfolge, in der die Erzeugnisse zu produzieren sind; Kriterien: Spitzen im Bedarf; Saisonzeiten bei Saisonprodukten

3. Bestimmung der Reststückzahl im letzten Monat des ersten Streifens

$$x_{m1(R)} = x_{a1} - x_{m1} \cdot (L_1 - 1)$$

4. Bestimmung der Restkapazität nach Produktion der Reststückzahl

$$ZF_{KA_i(R)} = ZF_{KA_i} - (a_{ij} \cdot x_{mj(R)})$$

✓ kann auf das folgende Erzeugnis übertragen werden

5. Bestimmung der Anfangsstückzahl mit der das folgende Erzeugnis in der Überlappungsstelle produziert werden kann (auf ganzzahligen Wert abrunden)

$$x_{mj(\bar{U})} = \min_i \left\{ \frac{ZF_{KA_i(R)}}{a_{ij}} \right\}$$

→ Bild C.2.(13) „Streifenprogramm mit Überlappungsstellen“ im Buch

6. Laufzeitbestimmung für alle nach dem ersten Streifen zu realisierende Streifen (auf ganzzahligen Wert aufrunden)

$$L_j = \frac{x_{aj} - x_{mj(\bar{U})}}{x_{mj}}$$

7. Bestimmung der Reststückzahl für alle nach dem ersten Streifen folgende Streifen

$$x_{mj(R)} = x_{aj} - x_{mj(\bar{U})} - x_{mj} \cdot (L_j - 1)$$

→ Bild C.2.(14) „Algorithmus zur Planung von Streifenprogrammen“ im Buch

- Streifenprogramm am besten für Saisonschwankungen geeignet
- hohe, maximale innerzyklische Parallelität und somit kurze Produktionszyklen
- geringe, minimale zwischenzyklische Parallelität durch Konzentration auf ein Erzeugnis
- wenig Rüstzeiten
- Konzentration der Lager- und Transportprozesse auf ein Erzeugnis
- Orientierung am Engpass der Kapazität, d.h. ggf. schlechte Kapazitätsauslastung
  - x verstärkt sich mit der Variation von Erzeugnissen
- geringe Flexibilität bei Zulieferschwierigkeiten

• Blockung

- Ziel: optimale Stückzahlenkombination und maximale Kapazitätsauslastung in jedem Zeitabschnitt
- Produktion aller Erzeugnisse gleichzeitig im Zeitabschnitt

→ Bild C.2.(15) „Beispiel einer zeitlichen Verteilung auf Basis von Blockung ...“ im Buch

➤ grundlegende Vorgehensweise bei der Blockung:

1. Berechnung der optimalen Stückzahl eines Blockes  $x_{mj(I)}$  (hier: 1.Block) durch Methoden der linearen Optimierung
2. Bestimmung der Laufzeit eines Blockes (auf ganzzahligen abrunden)

$$L_j = \min_j \left\{ \frac{x_{aj}}{x_{mj}} \right\} = \min_j (Q_j)$$

→ pro 589 „Laufzeitbestimmung eines Blockes“ im Studienmaterial

3. Ermittlung der Reststückzahl für die engpassbildende Erzeugnisart
4. Bestimmung der Restkapazität durch lineare Optimierung
5. Bestimmung einer optimalen Stückzahl des zweiten Blocks
6. Berechnung der Reststückzahl des zweiten Blocks

## **8 Teilebedarfsermittlung**

### **8.1. Grundbegriffe**

- Teilebedarfsermittlung ist die dritte Teilplanungsstufe
- Aufspaltung des einzelnen Erzeugnisses in seine Einzelteile (ET) und Baugruppen (BG)
- es existieren folgende Bedarfsarten:
  - Primärbedarf (Bedarf an Erzeugnismengen) → 1. und 2. Teilplanungsstufe
  - Sekundärbedarf (Bedarf an Einzelteilen und Baugruppen) → 3. Teilplanungsstufe
  - Tertiärbedarf (Bedarf an Hilfs- und Betriebsstoffen)
  - Bruttobedarf (Gesamtbedarf bezüglich der Material- bzw. Erzeugnisarten)
  - Nettobedarf (Teilmenge des Bruttobedarfs, die nicht im Lager<sup>23</sup> verfügbar ist)

### **8.2. Aufgaben und Methoden**

→ Bild B.4.(06) „Vergleich verschiedener Methoden der Materialbedarfsermittlung“ im Buch

- alle nötigen Angaben im Buch; Kapitel 4.2.1 „Materialbedarfsermittlung“

### **8.3. Stücklisten**

- Basis einer Stückliste ist der Kundenauftrag bzw. Fertigungsauftrag

→ pro 547 „Umfang eines Kundenauftrags“ im Anhang

- es werden folgende Stücklisten unterschieden:
  - Stücklisten als Ergebnis der Forschungs- und Entwicklungsprozesse
  - Stücklisten aus der Sicht ihres Aufbaus und ihrer Verarbeitung
  - Stücklisten zur Mengen und Erzeugnisstrukturermittlung

→ Bild C.2.(17) „Stücklistenarten“ im Buch

→ pro 548 „Ableitung von Stücklistenformen (Wiendahl)“ im Studienmaterial

- im folgenden nur relevant die analytische Betrachtung von Stücklistenformen
- Basis für alle Arten und Formen von Stücklisten ist ein Erzeugnisstrukturbaum
- folgende Stücklisten können daraus abgeleitet werden:
  - Mengenübersichtsstücklisten
    - x jede Identitätsnummer (Erzeugnisbestandteil) tritt nur einmal auf
    - x Angabe der Gesamtzahl an Teilen und Baugruppen pro Identitätsnummer
    - x lässt keine direkte Schlussfolgerung zur Erzeugnisstruktur zu

→ Bild C.2.(18) „Strukturbaum des Erzeugnisses E“ im Buch

→ Bild C.2.(19) „Mengenübersichtsstücklistentabelle des Erzeugnisses E“ im Buch

---

<sup>23</sup> durch Eigenfertigung oder Fremdbeschaffung

- einfache Strukturstückliste (Erzeugnisstrukturliste)
  - x verdeutlicht die Struktur des Erzeugnisses
  - x benennt die Erzeugnisbestandteile mehrfach und erschwert so Feststellung des gesamten Teilebedarfs
  - x Mengenangaben beziehen sich nur auf die übergeordnete Identitätsnummer
  - x ideal geeignet für einfache Erzeugnisse

→ Bild C.2.(20) „Einfache Strukturstückliste des Erzeugnisses E“ im Buch

- mehrstufige Strukturstückliste
  - x Gesamtstruktur wird zerlegt in einzelne Stufen
    - ✓ 1. Stufe aller Bestandteile, die direkt ins Erzeugnis eingehen
    - ✓ 2. Stufe Baugruppen niedriger Ordnung, die in Teile höherer Ordnung eingehen
  - x keine Übersicht zu den Gesamtmengen
  - x direkte Zuordnung zu den einzelnen Komponenten (über- und untergeordnete Teile)
  - x mehrfache Benennung der Identitätsnummer
  - x Gesamtstruktur des Erzeugnisses nicht direkt zu erkennen, aber leicht festzustellen
  - x gut geeignet für komplexe Produkte

→ Bild C.2.(21) Mehrstufige Strukturstückliste des Erzeugnisses E“ im Buch

- Baukastenstückliste
  - x Mengenangaben beziehen sich auf die übergeordnete Einheit
  - x Gesamtstruktur nicht direkt erkennbar, aber leicht abzulesen
  - x Mengendarstellung auf die übergeordnete Identitätsnummer bezogen

→ Bild C.2.(22) „Baukastenstückliste des Erzeugnisses E“ im Buch

→ Bild C.2.(23) „Vor- und Nachteile der Stücklistenarten“ im Buch

#### **8.4. Erzeugnisstrukturbäume**

- basieren auf den Stücklisten
- stellen die Struktur des Erzeugnisses grafisch dar
- analytischer Erzeugnisstrukturbaum
  - Ausgangspunkt ist das Erzeugnis
  - Erzeugnis wird zerlegt in seine einzelnen Bestandteile (ideal: Baukastenstückliste)
  - einzelne Ebene des Erzeugnisstrukturbaums = Auflösungsstufe
  - auf der letzten Ebene sind nur Einzelteile
  - vollständiges Erzeugnis steht auf Auflösungsstufe 0 (Null)

→ Bild C.2.(24) „Analytischer Erzeugnisstrukturbaum des Erzeugnisses E“ im Buch



- synthetischer Erzeugnisstrukturbaum
  - Ausgangsbasis sind die Einzelteile des Erzeugnisses
  - einzelne Ebene des Erzeugnisstrukturbaums = Komplettierungsstufe
  - Komplettierungsstufen gehen von unten (Null) nach oben
  - vollständiges Erzeugnis steht auf erster Ebene
  - Einzelteile stehen auf der Komplettierungsstufe 0 (Null)

→ Bild C.2.(25) „Synthetischer Erzeugnisstrukturbaum des Erzeugnisses E“ im Buch

### 8.5. Ermittlung der Häufigkeit des Vorkommens von Erzeugnisbestandteilen

- grundlegende Vorgehensweise bei der Ermittlung:
  - Ausgangspunkt: Stückliste
  - Ermittlung der Erzeugnisstruktur
  - Ermittlung des Teilebedarfs
    1. Bestimmung der Häufigkeit des Vorkommens der Einzelteile von Baugruppen und Einzelteilen
    2. Bestimmung des Gesamtbedarfs an Einzelteilen und Baugruppen (Bruttosekundärbedarf)
    3. Bestimmung der Stückzahlen an Einzelteilen und Baugruppen bei Berücksichtigung des Lagerbestands (Nettosekundärbedarf)

Beispiel zur Ermittlung des Teilebedarfs:

- Stückliste

→ pro 1084 „Beispiel einer Baukastenstückliste“ im Studienmaterial

- Erzeugnisstruktur

→ Bild „Analytische Erzeugnisstruktur für die Beispielaufgabe“ im Studienmaterial

- Teilebedarfsermittlung
  - Bruttosekundärbedarf

Identitätsnummer	Bezeichnung	Berechnung	Bedarf für 1 Erzeugnis 205	Bedarf für 100 Erzeugnisse 205
258	BG	5*1	5	500
407	BG	5	5	500
701	BG	1	1	100
785	BG	4*5	20	2000
212	ET	(1*5*1)+(3*4*5)	65	6500
316	ET	9*1	9	900
597	ET	2*5*1	10	1000
920	ET	(3*5)+2	17	1700
<b>Summe</b>			<b>132</b>	<b>13200</b>

➤ **Nettosekundärbedarf**

- x unterstellt sind Lagerbestände: 20 Stück '205', 100 Stück '407' und 1000 Stück '212'
- x es müssen also noch 80 Stück '205' produziert werden
- x Angaben in [...] gibt die Identitätsnummer an
- x Berechnung muss von der Spitze des Erzeugnisstrukturbaums erfolgen

<b>Identitätsnummer</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Berechnung</b>	<b>Bedarf für 100 Erzeugnisse 205</b>
258	BG	$5*[205]$	400
407	BG	$(5*[205])-100$	300
701	BG	80	80
785	BG	$4*[407]$	1200
212	ET	$(3*4*[407])+(1*5*1*[205])-1000$	3000
316	ET	$9*[205]$	720
597	ET	$2*5*[205]$	800
920	ET	$3*[407]+2*[205]$	1060
<b>Summe</b>			<b>7560</b>

## **9 Durchlaufplanung und Terminplanung**

### **9.1. Einordnung in die Produktionsplanung**

- erfolgt im Anschluss an die Teilebedarfsermittlung, die Basis für die Durchlaufplanung ist
- Aufgabe: Fertigungsablauf jedes Erzeugnisses zu planen
- Mengenstruktur der Teilebedarfsermittlung wird erweitert um eine Zeitstruktur, d.h. es wird eine zeitliche Einordnung vorgenommen
- Durchlaufplanung ist eine zeitliche, aber terminlose Planung
  - Fertigungszeitpunkte sind unabhängig von Kalenderzeitpunkten)
  - lediglich Darstellung von Fristen
- Ergebnis der Durchlaufplanung:
  - Durchlaufzeit jedes Erzeugnisses in Tagen (Arbeitstagen)
  - entspricht der Zeitdauer, die erforderlich ist um ein Erzeugnis herzustellen
  - entspricht der Zeit vom ersten Arbeitsgang am ersten Einzelteil bis zum letzten Arbeitsgang am fertigen Erzeugnis

→ Bild C.2.(35) „Durchlaufzeitbestandteile und ihre Zeitanteile bei Werkstattfertigung ...“ im Buch

- sachlicher Gegenstand der Durchlaufplanung: Arbeitsgang
- räumlicher Gegenstand der Durchlaufplanung: Kapazitätseinheit
- Rahmenbedingungen zur Erstellung der Durchlaufplanung:
  - Kenntnis der Produktart und Fertigungsstückzahl
  - getroffene Entscheidung über die Organisationsform der Teilefertigung<sup>24</sup>

### **9.2. Voraussetzung für Durchlaufplanung**

- Erzeugnisdokumentation (Konstruktionsunterlagen; Zeichnungen; Stücklisten)
- Erzeugnisstruktur (Strukturbaum) und Häufigkeit der Teile
- Arbeitsplan (Arbeitsgänge und Arbeitsgangfolge [technologische Bearbeitungsfolge])
- Normative für natürliche Prozesse (z.B. Trocknungsdauer von Anstreichprozessen etc.)
- Normative für technisch-organisatorisch bedingte Unterbrechungen im Rahmen einer Übergangsmatrix

→ Bild C.2.(29) „Ursprung von Informationen für die Durchlaufplanung“ im Buch

→ Bild C.2.(30) „Gliederung der Durchlaufzeit“ im Buch

---

24 in andere Organisationsformen können die Erzeugnisse anders produziert werden

### 9.3. Grundformen der Durchlaufplanung

- Vorwärtsplanung
  - Fertigungsablauf und Planung stimmen überein
  - Nullpunkt der Planung ist der Zeitpunkt der ersten Bearbeitung (so früh wie nötig)
  - Ergebnis: Durchlaufzeit ist identisch mit der Verlaufszeit
- Rückwärtsplanung
  - entgegen der tatsächlichen Bearbeitungsfolge bzw. des Fertigungsablauf
  - Nullpunkt der Planung ist der Endpunkt der Produktion (so spät wie möglich)
  - Ergebnis: Anzahl der Vorlauftage

→ Bild C.2.(31) „Durchlaufpläne eines Erzeugnisses bei alternativem Einsatz der ...“ im Buch

### 9.4. Methoden der Durchlaufplanung

1. grafische Darstellung des groben technischen Ablaufs auf Basis der Erzeugnisstruktur

→ Bild C.2.(32) „Grobdarstellung des technologischen Ablaufs zur Herstellung des Erzeugnisses E“ im Buch

2. Bestimmung des Nullpunkts

3. Bestimmung der Durchführungszeit von Arbeitsgängen unter Beachtung der Organisationsform der Teilefertigung

→ Bild C.2.(33) „Bestimmung der Durchführungs- und Übergangszeit“ im Buch

4. Bestimmung der Übergangszeit zwischen zwei aufeinander folgenden Arbeitsgängen

→ Bild C.2.(30) „Gliederung der Durchlaufzeit“ im Buch

5. Bestimmung von Zwischenlagerungszeiten (ZWL)

- immer vor einer Montage
- vom Prinzip her Reservezeit, um den Stillstand durch eventuell zu spät produzierte Einzelteile zu kompensieren

6. grafische Darstellung des Durchlaufplanes (Feindurchlaufplan)

→ Bild C.2.(35) „Durchlaufplan für das Erzeugnis E“ im Buch

### 9.5. Terminplanung

- Terminplanung und Durchlaufplanung zusammen ist die Durchlaufoptimierung
- nach Abschluss der Durchlaufplanung erfolgt Übergang von terminloser zur terminierten Planung (=Terminplanung)
- Voraussetzungen:
  - vereinbarte Vertragstermine<sup>25</sup> (Basis zur Festlegung des Nullpunkts)
  - Ergebnis der zeitlichen Verteilung des Jahresproduktionsprogramms
  - Ergebnis der Teilebedarfsermittlung
  - Ergebnis der Durchlaufplanung
  - Arbeitszeitregime (Schichten; Arbeitszeiten)

---

<sup>25</sup> Lieferzeitpunkte etc.

- Grundformen der Terminplanung:
    - Vorwärtsterminierung
    - Rückwärtsterminierung
    - kombinierte Terminierung
- pro 1056 „Methoden der Terminermittlung“ im Anhang
- Bild „Prinzip der Terminplanung“ im Anhang

## **10 Fertigungsauftragsplanung**

- Ermittlung einer optimalen Losgröße
- daraus resultierende Probleme bzw. Fragestellungen:
  - soll jedes einzelne Produktionsteil für sich den Produktionsprozess durchlaufen
    - ✗ ja (Auslösung eines einzelnen Auftrags für jedes Teil)  
$$T = t_r + t_e$$
    - ✗ nein (bestimmte Anzahl an ähnlichen Teilen zusammengefasst in einem Los; für jedes Los ein Auftrag auszulösen; Folge: Anzahl der Aufträge reduziert sich)  
$$T = t_r + t_e \cdot n_L$$
  - in welcher Stückzahl soll das Los zusammengefasst werden
    - ✗ Bestimmung einer kostenoptimalen Losgröße
    - ✗ charakterisiert die Stückzahl, bei der die Gesamtkosten der Bearbeitung der Losgröße minimal sind
  - ab welcher Stückzahl lohnt es sich überhaupt erst in Losen zu fertigen
    - ✗ Bestimmung der Mindeststückzahl für ein Los

→ Bild C.2.(44) „Ökonomische Auswirkungen alternativer Losgrößen“ im Buch

- Fertigung der kostenoptimalen Losgröße oft nicht möglich wegen verschiedener Einflüsse
  - hohe Produktivität erfordert große Losgrößen und hohe Kontinuität
  - Reduzierung der Umlaufvermögensbestände (Kapitalbindung) und Anpassung an kunden-spezifische Anforderungen erfordert kleine Losgrößen
- Kostenfaktoren
  - Rüstkosten  $K_R$  je Los
  - Herstellungskosten  $k_s$  je Teil
  - Lagerungskosten  $k_B$  je Teil
  - durch Zusammenfassung und Extremwertermittlung ergibt sich die optimale Losgröße zu:

$$n_{L_{opt}} = \sqrt{\frac{2 \cdot K_R \cdot n_a}{k_B}}$$

- ebenfalls besteht das Losgrößenproblem bei der Beschaffung von Teilen (Fremdbezug)

→ Bild C.2.(43) „Strukturelle Ähnlichkeit der Losgrößenermittlung im ...“ im Buch

- Bestimmung einer Mindestlosgröße
  - basiert auf den Herstellungskosten eines Loses

$$K_H = K_R + n_L \cdot k_s \quad \text{daraus folgt für } k_H = \frac{K_R}{n_L} + k_s$$

- erst ab dem minimalen Wert für  $k_H$  lohnt es sich ein Los zu produzieren
- Gründe dafür, dass trotzdem nicht möglich erscheint diese optimale Losgröße herzustellen
  - ✗ Jahresstückzahl ist nicht durch optimale Losgröße teilbar
  - ✗ Ausschussteile innerhalb eines Loses machen eine zusätzliche Produktion notwendig und erhöhen so die Größe des Loses; Folge: Losgröße nicht mehr optimal

## **11 Belastungsplanung**

### **11.1. Einordnung in die Produktionsplanung**

- anstellen von Überlegungen bezogen auf einen Arbeitsplatz für einen Arbeitstag bzw. Woche
- kann der Fertigungsfeinplanung zugeordnet werden
- geringeres Handlungsspektrum als in den anderen Planungsstufen
- Grundlage ist die abgeschlossene Fertigungsauftragsplanung
- technologische Bearbeitungsfolge muss bekannt sein
- Hauptproblem ist das Kapazitätsproblem
  - Kapazitätsbedarf und Kapazitätsangebot mit gestalterischen Maßnahmen in Übereinstimmung bringen

### **11.2. Kapazitätsbilanzierung im Rahmen der Belastungsplanung**

- Kapazitätsbilanzierung erfolgt für einen speziellen Belastungsabschnitt
- Prüfung, ob die geplanten Fertigungsaufgaben erledigt werden können mit der vorhandenen Kapazität

→ Bild C.2.(46) „Planungsabschnitt zur Ermittlung des Kapazitätsbedarfs in der Belastungsplanung“ im Buch

- Kapazitätsbilanzierung erfolgt in den folgenden Schritten:
  1. Identifizierung der konkreten Fertigungsaufträge
    - x Ermittlung des Kapazitätsbedarfs, den jeder Auftrag an die durch ihn belegte Kapazitätseinheit richtet
    - x Feststellung der Kapazitätseinheit, in der im Belastungszeitraum produziert werden soll
  2. Zusammenfassen der Fertigungsaufträge, die dieselbe Kapazitätseinheit beanspruchen
    - x Bestimmung des daraus resultierenden Kapazitätsbedarfs
  3. Ermittlung des Kapazitätsangebots jeder benötigten Kapazitätseinheit
  4. Durchführung der Kapazitätsbilanzierung
  5. Festlegung von Reaktionen im Rahmen der bedarfsgerechten Gestaltung der Kapazität

→ Bild C.2.(47) „Belastungsplanung für den dargestellten Planungsabschnitt“ im Buch

### **11.3. Maßnahmen zur bedarfsgerechten Gestaltung der Kapazität**

- Änderung der Fertigungsauftragsgröße
  - Abweichung von der in der Fertigungsauftragsplanung bestimmten optimalen Losgröße
  - verschlechtert die ökonomische Bilanz
  - nur im Extremfall anzuwenden
- weitere Maßnahmen können sein:
  - alle folgenden Maßnahmen zielen auf eine Änderung des Kapazitätsbedarfs
  - im Ausnahmefall aber auch Einwirkung auf das Kapazitätsangebot möglich (Überstunden; Versetzung von Arbeitskräften; Arbeitszeit an Wochenenden) → schwierig umzusetzen

- Auftragsverschiebung (Rechtsverschiebung bzw. Linksverschiebung)
  - x wenn keine Kollision mit Terminplanung Entfernung des Fertigungsauftrags aus dem Belastungsabschnitt
  - x Verschiebung auf einen späteren Zeitraum (Rechtsverschiebung) oder auf einen früheren Zeitraum (Linksverschiebung)
  - x bei Rechtsverschiebung Gefahr, dass Terminplanung nicht eingehalten wird
  - x bei Linksverschiebung höhere Kapitalbindungskosten
- Auftragsstreckung (Rechtsstreckung bzw. Linksstreckung)
  - x Kapazitätsbedarf im Belastungsabschnitt sinkt, wird aber für einen längeren Zeitraum als vorher geplant benötigt
- Auftragsstauchung (Rechtsstauchung bzw. Linksstauchung)
  - x Fertigungsauftrag wird im Belastungsabschnitt abgearbeitet, aber in einer kürzeren Zeit als vorher geplant
  - x höherer Kapazitätsbedarf als vorher geplant wird benötigt
  - x entweder Konzentration in Richtung Anfangstermin (Linksstauchung) oder in Richtung Endtermin (Rechtsstauchung)
  - x Linksstauchung führt zu steigenden Liege- und Wartezeiten
  - x Rechtsstauchung führt zu einer späteren Auftragsfreigabe
- Auftragsunterbrechung (Unterbrechung nach rechts bzw. Unterbrechung nach links)
  - x Aussetzung der Auftragsbearbeitung und zeitverzögerte Vollendung
  - x Bearbeitung eines anderen Auftrags in der entstehenden Lücke



## **12 Reihenfolgeplanung (Arbeitsplatzbelegungsplanung)**

### **12.1. Problembeschreibung und Lösungsgrundsätze**

- Bestandteil der Ablaufplanung

→ Bild C.2.(50) „Einordnung der Reihenfolgeplanung in die Ablaufplanung“ im Buch

- in welcher Reihenfolge durchlaufen die Fertigungsaufträge die Bearbeitungsstation
- Basis: Ergebnisse der Belastungsplanung
- Prämissen der Reihenfolgeplanung:
  - jeder Auftrag ist in einer bestimmten technologischen Bearbeitungsfolge zu bearbeiten
  - Voraussetzung: kein Arbeitsauftrag darf auf mehreren Maschinen bearbeitet werden, d.h. jeder Arbeitsgang auf einer anderen Maschine
  - kein Arbeitsplatz kann gleichzeitig mehr als einen Auftrag ausführen
  - Rüst-, Bearbeitungs- und Transportzeiten sind bekannt und müssen festliegen
  - Produktions- und Lagerkapazitäten stellen keine Begrenzung dar
  - alle Aufträge werden fehlerfrei bearbeitet
- es bestehen zwei grundsätzliche Ansätze
  - statische Reihenfolgeplanung
  - dynamische Reihenfolgeplanung

→ Bild C.2.(51) „Planungsansätze der Reihenfolgeplanung“ im Buch

### **12.2. Flow-Shop und Job-Shop-Modelle**

- unterschiedliche Vorgehensweise für verfahrensspezialisierte und gegenstandsspezialisierte Organisationsformen
- gegenstandsspezialisierte Verfahren erfordern folgendes Modell:
  - Flow-Shop-Modelle
    - x bei gleicher technologischer Bearbeitungsfolge ändert sich organisatorische Bearbeitungsfolge nicht
    - x gilt für alle Fertigungsaufträge
    - x einmalige Festlegung der Bearbeitungsreihenfolge

→ Bild C.2.(52) „Flow-Shop-Modell“ im Buch

- verfahrensspezialisierte Verfahren erfordern folgendes Modell:
  - Job-Shop-Modell
    - x bei variierender Bearbeitungsfolge ändert sich die organisatorische Bearbeitungsreihenfolge
    - x vor jeder neuen Maschine neue Bestimmung der Bearbeitungsreihenfolge
    - x zur Bestimmung der neuen Reihenfolge Anwendung von Lösungsverfahren<sup>26</sup>

→ Bild C.2.(53) „Job-Shop-Modell“ im Buch

---

<sup>26</sup> siehe nächsten Gliederungspunkt

### 12.3. Lösungsverfahren der Reihenfolgeplanung

- Probleme:
  - es besteht kein allgemeiner Algorithmus zur Lösung aller möglichen Fälle
  - im Job-Shop-Modell bestehen  $(n!)^m$  Bearbeitungsmöglichkeiten<sup>27</sup>
  - im Flow-Shop-Modell bestehen  $n!$  Bearbeitungsmöglichkeiten
  - Vielgestaltigkeit im Job-Shop-Modell führt zu einer explodierende Anzahl an Möglichkeiten
- Lösungsmethoden
  - analytische Verfahren
    - × strenge mathematische Algorithmen und streben nach Optimallösungen
    - × Formulierung von Reihungsregeln; dadurch unvermeidbar hoher Rechenaufwand
    - × nur für spezielle Probleme bei begrenzter Auftragszahl
    - × sehr komplex und unüberschaubar
  - heuristische Verfahren
    - × streben nach einer Näherungslösung
    - × Bildung von Prioritätsregeln und Näherungsverfahren
    - × einfache Handhabung und geringer Rechenaufwand
  - deterministische Verfahren
    - × auf experimentellen Wegen Aussagen über sinnvolle Bearbeitungsreihenfolgen finden
    - × Untersuchung vorgegebener Alternativen, an denen Veränderungen vorgenommen werden

→ pro 620 „Gliederungsansatz für Lösungsverfahren der Reihenfolgeplanung“ im Studienmaterial

### 12.4. Prioritätsregeln

- notwendig zur Lösung von Reihenfolgeproblemen mit heuristischen Verfahren
- sind Vorschriften, nach denen die Bearbeitungsreihenfolge auf einer Maschine bestimmt wird

→ Bild C.2.(55a) und C.2.(55b) „Wichtige Prioritätsregeln“ im Buch

- wichtigste Prioritätsregeln sind in dieser Reihenfolge:
  - KOZ [kürzeste Operationszeit] (höchste Priorität hat der Auftrag mit der kürzesten Bearbeitungszeit)
  - KRB [kürzeste Restbearbeitungszeit] (höchste Priorität hat der Auftrag mit der kürzesten Restbearbeitungszeit auf allen verbleibenden Maschinen; Summierung aller Restbearbeitungszeiten eines Auftrags über alle Maschinen notwendig)
  - WT [Wertregel] (höchste Priorität hat der Auftrag der den höchsten Produktionswert am Ende des Fertigungsprozesses oder vor Ausführung des Arbeitsgangs an der jeweiligen Maschine<sup>28</sup> hat)
  - SZ [Schlupfzeitregel] (höchste Priorität hat der Auftrag bei der die Zeit zwischen Liefertermin und verbleibender Bearbeitungszeit am geringsten ist<sup>29</sup>)
  - FCFS [First come first served] (höchste Priorität hat der Auftrag, der als erstes an der jeweiligen Maschine ankommt)

---

27 n: Aufträge; m: Maschinen

28 letzteres wird als dynamische Wertregel bezeichnet

29 Zeit zwischen Liefertermin und verbleibender Bearbeitungszeit = Schlupf(zeit)

- Systematisierungskriterien für Prioritätsregeln
  - nach Anzahl der Merkmale, die in einer Prioritätsregel berücksichtigt werden
    - ✗ einfache bzw. eindimensionale (ein Kriterium wird berücksichtigt)
    - ✗ kombinierte bzw. mehrdimensionale Prioritätsregeln (mehrere Kriterien werden berücksichtigt)
    - ✓ Verknüpfung kann additiv, multiplikativ oder alternativ erfolgen
  - pro 071 „Beispiel für die alternative Verknüpfung von Prioritätsregeln“ im Studienmaterial
  - Bild C.2.(56) „Einfache und kombinierte Prioritätsregeln“ im Buch
  - nach der Art der verarbeiteten Informationen
    - ✗ lokale Prioritätsregeln (nur Informationen aus der jeweiligen Bearbeitungsstation)
    - ✗ globale Prioritätsregeln (Informationen aus allen verbleibenden Bearbeitungsstationen)
  - zeitablaufbezogene Prioritätsregeln (Prioritätskriterium ändert sich im Zeitablauf laufend)<sup>30</sup>
  - nicht zeitablaufbezogene Prioritätsregeln (Prioritätskriterium ändert sich im Zeitablauf nicht)<sup>31</sup>
- Ziele und Wirksamkeit des Einsatzes von Prioritätsregeln
  - Minimierung der Durchlaufzeiten durch Minimierung der maximalen Durchlaufzeit, der mittleren Durchlaufzeit und der Liegezeiten
    - ✗ orientiert am möglichst schnellen Produktionsfluss
    - ✗ Kapitalkosten dadurch möglichst gering halten
  - Maximierung der Kapazitätsauslastung
    - ✗ orientiert an hoher produktiver Auslastung der Kapazitäten
    - ✗ Aufwand an eingesetzten Potentialfaktoren je Leistungseinheit gering halten
  - Minimierung der Terminabweichungen
    - ✗ Minimierung der maximalen Verspätung
    - ✗ Minimierung der Summe aller Verspätungen
    - ✗ orientiert an einer vertragsgerechten Belieferung
  - Minimierung der entscheidungsrelevanten Kosten (Fertigungskosten; Leerkosten; Zwischen- und Endlagerkosten)
- Wirksamkeit von kombinierten Prioritätsregeln ist am besten
  - einfache Prioritätsregeln haben in mehreren Merkmalen nur mäßige oder sogar schlechte Wirkungen
  - durch Kombination von bestimmten Kriterien Eliminierung dieser schlechten Wirkung
  - Bild C.2.(57) „Vergleich der Wirksamkeit wichtiger Prioritätsregeln“ im Buch
  - pro 595 „Zeitbezogene Ziele der Planung der Auftragsreihenfolge“ im Studienmaterial

---

30 z.B. die KOZ-Prioritätsregel

31 z.B. die SZ-Regel

## 12.5. Praktische Anwendungen

- Problembearbeitung wie folgt:
  - Identifizierung des Problems
  - Bestimmung der Prioritätsregel
  - Bestimmung der organisatorischen Bearbeitungsreihenfolge mit Hilfe der Prioritätsregel
- 1. Beispiel: Zwei-Stufen-Fertigung
  - Aufträge werden durch zwei Maschinen bearbeitet
  - technologische Bearbeitungsreihenfolge für die Maschinen liegt vor
  - beliebige Anzahl an Aufträgen ist möglich

→ pro 596 „Zwei-Stufen-Fertigung“ im Anhang

→ pro 597 „Grafische Lösung zur Bestimmung der Durchlaufzeit bei Zwei-Stufen-Fertigung“ im Anhang
- 2. Beispiel: Reihungsregeln nach Johnson
  - Anwendung auf die Zwei-Stufen-Fertigung
  - 1. Schritt: Aufstellung einer  $a_{ij}$ -Matrix
  - 2. Schritt: Bestimmung des kleinsten  $a_{ij}$ -Werts<sup>32</sup>
    - × liegt der kleinste  $a_{ij}$ -Wert auf Maschine 1, dann verschieben an den Anfang der Folge
    - × liegt der kleinste  $a_{ij}$ -Wert auf Maschine 2, dann verschieben an das Ende der Folge
  - 3. Schritt: Streichung des eingereihten Auftrags
  - 4. Schritt: Bestimmung des zweitkleinsten  $a_{ij}$ -Werts ... usw. usf.

→ Bild C.2.(58) und C.2.(59) „Ablaufdiagramm des Johnson-Algorithmus“ im Buch

→ Bild C.2.60) „Beispiel für die Anwendung der Reihungsregel nach Johnson“ im Buch
- 3. Beispiel: Näherungsverfahren nach Sokolizin
  - Anzahl der Maschinen  $m$  und Aufträge  $j$  sind beliebig
  - 1. Schritt: Bildung der Differenz der Bearbeitungszeit des ersten und letzten Arbeitsgangs auf jeder Maschine
  - Reihung nach fallender Ordnung

→ Bild C.2.(61) „Beispiel für die Anwendung des Näherungsverfahrens nach Sokolizin“ im Buch
- 4. Beispiel: Näherungsverfahren nach Palmer:
  - beliebig viele Maschinen  $m$  und Aufträge  $j$
  - 1. Schritt: Bestimmung eines numerischen Neigungsindex  $s_{ij}$ 
$$s_{ij} = c_i \cdot a_{ij} \quad \text{mit } c_i = \frac{2 \cdot i - (m + 1)}{2}$$

$i$ : Index der Maschinen;  $m$ : Anzahl der von den Aufträgen benötigten Maschinen
  - 2. Schritt: Spaltensummierung eines jeden Auftrags
  - 3. Schritt: Reihung der Aufträge nach fallender Ordnung

→ Bild C.2.(62) „Beispiel für die Anwendung des Näherungsverfahrens nach Palmer“ im Buch

---

<sup>32</sup> bestehen zwei  $a_{ij}$ , die gleich groß sind, wird der priorisiert, der die kleinsten Auftragsnummer

- 5. Beispiel: Potentialmethode nach Roy
  - Durchlaufzeitbestimmung
  - für alle gewählten Reihenfolgen, unabhängig der angewendeten Regeln, anwendbar
  - pro 604 „Formeln zur Berechnung der Gesamtdurchlaufzeit, der Liegezeiten ...“ im Anhang
  - pro 605 „Beispiel zur Berechnung der Gesamtdurchlaufzeit  $T_D$  der Liegezeiten ...“ im Anhang
  - Bild C.2.(65) „Beispiel für die Anwendung der Potentialmethode von Roy“ im Buch

Zusammenfassung der wichtigsten Merkmale der Teilplanungsstufen in folgender Übersicht:

- Bild C.2.(66) „Inhaltsschwerpunkte der Teilplanungsstufen der operativen Produktionsplanung“