VWA Köln

SS 2006

Produktionswirtschaft

Dozent:
Dr. Peter von Hinten
e-mail: pvhinten@t-online.de

Gliederung

A: Gegenstand und Aufgaben der Produktionswirtschaft

B: Produktions- und kostentheoretische Grundlagen

C: Produktionsprogrammplanung

D: Produktionsdurchführungsplanung

Literaturhinweise

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

Corsten, H.: Produktionswirtschaft, ab 9. Aufl., München 2000

Dyckhoff, H.: Grundzüge der Produktionswirtschaft, ab 4. Aufl., Berlin 2003.

Termine

Tag	Zeit	Ort
Donnerstag, 04.05.2006	**18.55 – 20.15**	**HS VIII**
Donnerstag, 11.05.2006	**18.55 – 20.15**	**HS VIII**
Freitag, 12.05.2006	**17.30 – 20.15**	**HS VIII**
Donnerstag, 18.05.2006	**17.30 – 20.15**	**HS VIII**
Leistungstest Mittwoch, 24.05.2006	**17.30 – 18.50**	**HS VIII**

A: Gegenstand und Aufgaben der Produktionswirtschaft

Unter Produktion kann man den reinen Fertigungsprozess verstehen (Produktion i.e.S.), d.h. die Be- und Verarbeitung von Rohstoffen zu Halb- und Fertigfabrikaten. Bei dieser Betrachtung steht der technische Aspekt im Vordergrund.

Hier soll Produktion als Leistungserstellungsprozess verstanden werden (Produktion i.w.S.).
Dabei stehen die betriebswirtschaftlichen Entscheidungstatbestände, die im Rahmen des Leistungserstellungsprozesses gefällt werden müssen, im Vordergrund der Betrachtung.

Wesentliche Aufgabenbereiche der Produktionswirtschaft sind:

- **Planung des Produktionsprogramms**
- **Gestaltung des Produktionssystems**

  (wird nicht behandelt)
- **Planung des Produktionsvollzugs**

Planung des Produktionsprogramms

- **Produktionsprogramm:**
  Gesamtheit aller von einem Unternehmen zu erstellenden Leistungen
- **Absatzprogramm:**
  Gesamtheit aller von einem Unternehmen am Markt angebotenen Leistungen.
- **Produktionsprogramm > Absatzprogramm:**
  Das Unternehmen stellt einen Teil seiner Produkte für den Eigenverbrauch her.
- **Produktionsprogramm < Absatzprogramm:**
  Das Absatzprogramm ist immer dann größer als das Produktionsprogramm, wenn das Unternehmen einen Teil seines Absatzprogramms von Dritten fertigen lässt (Fremdfertigung) oder Handelsware einkauft.

VWA Köln
Dr. Peter von Hinten
Produktionswirtschaft
A:

Gegenstand der Produktionsprogrammplanung:
- Festlegung der in einem bestimmten Zeitraum zu produzierenden Erzeugnisse nach Art und Menge.

Produktionsprogrammplanung umfasst:

➔ Strategische (langfristige) Programmplanung

➔ Operative (kurzfristige) Programmplanung

Strategische (langfristige) Programmplanung:
- Festlegung der Produktfelder, auf denen sich das Unternehmen betätigen will
- Produktfeld ist die Gesamtheit aller Erzeugnisse, die sich auf ein Grunderzeugnis zurückführen lassen.
- In einem marktorientierten Unternehmen ist die strategische Produktionsprogrammplanung wesentlich durch das Absatzprogramm der Unternehmung bestimmt.

A:

Operative (kurzfristige) Programmplanung

- **Aufgabe:**
  Planung der Produktionsmengen in der Planungsperiode bei gegebenen Produktionskapazitäten und gegebenem langfristigen Produktionsprogramm.
- **Ziel der Planung:**
  gewinnmaximale Auslastung der vorhandenen Produktionskapazitäten

A:

Planung des Produktionsvollzugs

- **Gegenstand der Produktionsdurchführungsplanung ist die kurzfristige Kostenpolitik.**
- **Unterstellt wird, dass die Kapazität des Betriebes gegeben ist.**
- **Planungsaufgaben der kurzfristigen Kostenpolitik:**
  - (1) **Produktionsaufteilungsplanung**
  - (2) **Zeitliche Produktionsverteilungsplanung**
  - (3) **Auftragsgrößenplanung**
  - (4) **Ablaufplanung**

A:

(1) **Produktionsaufteilungsplanung**

Aufgabe: Welche Produktionsfaktoren sind in welchen Mengen, wie lange und mit welcher Intensität einsetzen, um eine gegebene Produktionsmenge mit minimalen Produktionskosten herzustellen.

(2) **Zeitliche Produktionsverteilungsplanung:**

Aufgabe: Die Produktionsmengen sind in den Planungsperioden so mit den Absatzmöglichkeiten abzustimmen, dass das Fertigungsprogramm mit minimalen Kosten für Produktion und Lagerung erstellt werden kann.

A:

(3) **Auftragsgrößenplanung:**

Aufgabe: Größe und Reihenfolge der Fertigungsaufträge sind auf den Maschinen so festzulegen, dass die gegebene Produktionsmenge aller Produktarten im Planungszeitraum mit minimalen Umrüst- und Lagerkosten produziert wird.

(4) **Ablaufplanung:**

Aufgabe: Produktionstermine der Fertigungsaufträge sind so festzulegen, dass die Liefertermine eingehalten werden und die Kosten für die Zwischenlagerung der Erzeugnisse sowie für die ablaufbedingten Stillstandszeiten an den Maschinen minimiert werden.

B: Produktions- und kostentheoretische Grundlagen

<u>Der Kostenbegriff</u>

Der Kostenbegriff ist durch drei Merkmale gekennzeichnet:
- Verbrauch von Produktionsfaktoren
- Leistungsbezogenheit des Produktionsfaktorverbrauchs
- Bewertung des Produktionsfaktorverbrauchs.

Nach Interpretation der Merkmale unterscheidet man:

- wertmäßiger Kostenbegriff
- pagatorischer Kostenbegriff.

Der pagatorische Kostenbegriff setzt für das Entstehen von Kosten voraus, dass nicht kompensierte Ausgaben vorliegen.

- Eine kompensierte Ausgabe liegt vor, wenn sie durch eine Einnahme zu einem früheren oder späteren Zeitpunkt ausgeglichen wird. Beispiel: Kreditgewährung und Kredittilgung
- Durch die Voraussetzung von Ausgaben für die Entstehung von Kosten erlaubt der pagatorische Kostenbegriff
  keine kalkulatorischen Eigenkapitalzinsen,
  nur die Bewertung zu historischen Anschaffungspreisen.

B:

Hier wird vom wertmäßigen Kostenbegriff ausgegangen, wie dies heute in der Kostenrechnung üblich ist.

- Kosten sind der in Geld bewertete Verzehr von Gütern und Dienstleistungen zur Erstellung betrieblicher Leistungen.
- Der Verzehr von Gütern und Dienstleistungen ist hier weit zu interpretieren. Es ist nicht nur der mengenmäßige Verzehr von Realgütern (Gebäude, Anlagen, Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe) gemeint, sondern auch der Verzehr von Nominalgütern (Kapitalnutzung, Beiträge, Steuern).
- Leistungsbezogenheit (Sachzielbezogenheit) bedeutet, dass ein Zusammenhang zwischen Kostenentstehung und Leistungs-entstehung gegeben sein muss.
- Man unterscheidet dabei zwischen Kostenverursachung im finalen Sinne und Kostenverursachung im kausalen Sinne.

B:

Kostenverursachung im finalen Sinne setzt eine Zweck-Mittel-Beziehung zwischen Kosten und Leistung voraus.

- Kosten liegen nur dann vor, wenn der Güterverbrauch mit der Absicht der Leistungserstellung erfolgt ist.
  Würde der Güterverzehr auch ohne die Erstellung von Leistungen eintreten, dann handelt es bei diesem Verzehr nicht um Kosten.
  Der Nachteil dieser Interpretation liegt darin, dass der staatliche Zwangsverbrauch (Steuern, Gebühren, Zölle) und der Verzehr durch Zeitablauf (Abschreibungen) nicht in die Kosten einbezogen werden.

B:

Kostenverursachung im kausalen Sinne setzt eine Ursache-Wirkungs-Beziehung voraus.

- **Damit wird das Kostenverursachungsprinzip als Kosteneinwirkungsprinzip interpretiert.**
- **Kosten liegen dann vor, wenn der Güterverbrauch auf die Ergebnisse eines Produktionsprozesses in dem Sinne einwirkt, dass die Ergebnisse ohne diesen Güterverbrauch nicht zustande kommen.**
  Beispiel: Steuern; Produktion von Gütern im gewerblichen Unternehmen kann nur dann durchgeführt werden, wenn auch Steuern bezahlt werden.

B:

Die Bewertung des Güterverzehrs hat zwei Funktionen:

- **Verrechnungsfunktion**
- **Lenkungsfunktion**
- **Die Verrechnungsfunktion der Bewertung liegt darin, dass die unterschiedlichen Mengeneinheiten des Güterverzehrs mit einander verrechenbar gemacht werden.**
  Stückzahlen, Kilogramm und Arbeitszeiten sind nicht sinnvoll addierbar.
- **Die Lenkungsfunktion der Bewertung besteht darin, dass die knappen Produktionsfaktoren in die ökonomisch sinnvollste Verwendung geführt werden. Damit liegt der Wertansatz einer verbrauchten Gütermenge nicht generell fest. Der Wertansatz ist vielmehr abhängig von der Zielfunktion der Unternehmung und der Entscheidungssituation.**

B:

Die betriebswirtschaftliche Kostentheorie unterscheidet:

- **Gesamtkosten in der Planungsperiode K_T [GE]**
- **Kosten pro Beschäftigungszeiteinheit K [GE/ZE]**
- **Totale Stückkosten k [GE/ME]**
  Hier wird zwischen variablen Stückkosten k_v und totalen Stückkosten k differenziert. Die totalen Stückkosten k enthalten auch anteilige, auf das Stück verteilte fixe Kosten (k_f).
- **Grenzkosten K´ [GE/ME]**

B:

Gesamtkosten in der Planungsperiode K_T [GE] ergeben sich aus:

$$K_T = k \cdot M = K \cdot t$$

M: Produktionsmenge in der Planungsperiode
t: Beschäftigungszeit in der Planungsperiode

Kosten pro Beschäftigungszeiteinheit K [GE/ZE]:

$$K = k \cdot x$$

x: Leistung pro Zeiteinheit

Für die Gesamtkosten in der Planungsperiode K_T [GE] gilt also:

$$K_T = k \cdot M = K \cdot t = k \cdot x \cdot t$$

B:

Grenzkosten K´ [GE/ME]

Die Grenzkosten K´ [GE/ME] entsprechen der ersten Ableitung der Gesamtkostenfunktion [K_T(M)] nach der Ausbringung M, wobei

- die Einsatzzeit t (Grenzkosten bei zeitlicher Anpassung)
- die Leistung x (Grenzkosten bei intensitätsmäßiger Anpassung)

Zur Veränderung der Ausbringungsmenge M variiert werden kann.

B:

Beispiel:

Stückkosten k(x): $k(x) = 20 - 0{,}32x + 0{,}04x^2$

Kosten pro Zeiteinheit K(x):

$$K(x) = k(x) \cdot x = 20x - 0{,}32x^2 + 0{,}04x^3$$

Gesamtkosten der Planungsperiode K_T(x,t):

$$K_T(x,t) = K(x) \cdot t = k(x) \cdot x \cdot t = \left[20x - 0{,}32x^2 + 0{,}04x^3\right] \cdot t$$

- **Grenzkosten bei zeitlicher Anpassung:**

$$K_T^Z(M) = k(x_c) \cdot x_c \cdot \frac{M}{x_c} = k(x_c) \cdot M$$

$$\frac{dK_T^Z(M)}{dM} = k(x_c)$$

$$k(x_c) = 20 - 0{,}32x_c + 0{,}04x_c^2$$

- **Grenzkosten bei zeitlicher Anpassung:**

- Die Intensität x (Leistung) ist gegeben
- Variable ist die Einsatzzeit t

$$K_T^Z(M) = k(x_c) \cdot x_c \cdot \frac{M}{x_c} = k(x_c) \cdot M$$

$$\frac{dK_T^Z(M)}{dM} = k(x_c)$$

$$k(x_c) = 20 - 0{,}32x_c + 0{,}04x_c^2$$

- **Grenzkosten bei intensitätsmäßiger Anpassung:**

  - Die Einsatzzeit t ist gegeben
  - Variable ist die Intensität x (Leistung)

$$K_T^i(M) = k\left(\frac{M}{t_c}\right) \cdot \frac{M}{t_c} \cdot t_c = K\left(\frac{M}{t_c}\right) \cdot t_c$$

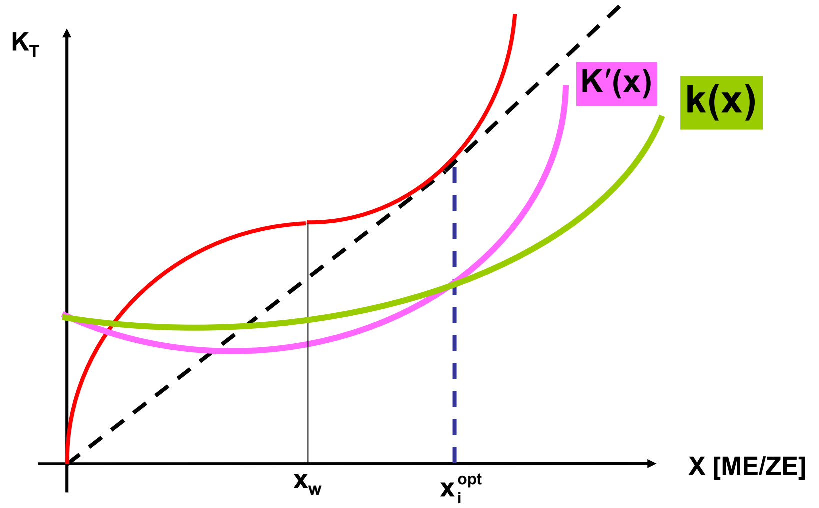
$$\frac{dK_T^i(M)}{dM} = K'(x)$$

$$K'(x) = 0{,}12x^2 - 0{,}64x + 20$$

VWA Köln
Dr. Peter von Hinten
Produktionswirtschaft

B:

Verlauf der Kostenfunktionen: $K(x) = cx^3 - bx^2 + ax [GE/ZE]$



B:

Für die variablen Kosten pro Stück k(x) gilt:

$$k(x) = \frac{K(x)}{x} = c^2 - bx + a$$

Für das Minimum der variablen Kosten pro Stück k(x) gilt:

$$\frac{dk(x)}{dx} = 2c - b = 0 \qquad x_{opt} = \frac{b}{2c}[ME/ZE]$$

- Das optimale Leistungsniveau x_{opt} liegt dort, wo der Fahrstrahl aus dem Koordinatenursprung die Kostenfunktion K(x) tangiert.
- Die Grenzkostenfunktion bei intensitätsmäßiger Anpassung K´(x) erreicht ihr Minimum an der Stelle x_w. (Wendepunkt).

C:

C: Produktionsprogrammplanung

Produktionsprogrammplanung umfasst:
- **Strategische Programmplanung (wird nicht behandelt)**
- **Operative (kurzfristige) Programmplanung**

<u>Operative (kurzfristige) Programmplanung</u>
- <u>Aufgabe:</u>
  Planung der Produktionsmengen in der Planungsperiode bei gegebenen Produktionskapazitäten und gegebenem langfristigen Produktionsprogramm.
- <u>Ziel der Planung:</u>
  gewinnmaximale Auslastung der vorhandenen Produktionskapazitäten

C:

Es werden die folgenden Fälle betrachtet:
- **Fall 1:**
  Kein Kapazitätsengpass, konstante Absatzpreise
- **Fall 2:**
  Kein Kapazitätsengpass, keine konstanten Absatzpreise (fallende Preisabsatzfunktionen)
- **Fall 3:**
  Ein Kapazitätsengpass, konstante Absatzpreise
- **Fall 4:**
  Ein Kapazitätsengpass, keine konstanten Absatzpreise (fallende Preisabsatzfunktionen)

Annahmen:
- **gegebene lineare Kostenfunktionen für alle Erzeugnisse**
- **gegebene Kapazitätsbelastung je Erzeugniseinheit**
- **gegebene Fertigungskapazitäten**

C:

Fall 1: Kein Kapazitätsengpass und konstante Absatzpreise

Beispiel: Mehrproduktunternehmen, in dem vier Produkte auf einer Anlage mit beschränkter Kapazität gefertigt werden.

Produkt	A	B	C	D
Absatzpreis/Stück	70	80	50	35
Variable Kosten/Stück	20	50	26	40
Deckungsbeitrag/Stück	50	30	24	- 5
Nachfragemenge	600	200	500	140
Engpassbelastung (ZE/Stück)	20	10	6	5
Engpassbelastung (ZE)	12.000	2.000	3.000	700

Kapazität der Produktionsanlage: 20.000 ZE

Benötigte Kapazität zur Befriedigung der gesamten Nachfrage: 17.700 ZE

- Grundsätzlich gilt für die Programmplanung, dass nur die **entscheidungsrelevanten Kosten und Erlöse** in die Betrachtung zur Lösung des Planungsproblems einzubeziehen sind. Das sind die Kosten und Erlöse, die Einfluss auf das Planungsergebnis haben.
  Für den vorliegenden Fall bedeutet dies, dass die fixen Kosten der Periode nicht entscheidungsrelevant sind.

Entscheidungsregel für die Bestimmung des optimalen Programms:
Produziere alle Produkte mit positivem Deckungsbeitrag.

Optimales Produktionsprogramm:
Es werden die Produkte A, B und C mit den maximalen Absatzmengen (= Nachfragemengen) produziert.

Fall 2: Kein Kapazitätsengpass und fallende Preisabsatzfunktionen

Beispiel:
Mehrproduktunternehmen, in dem drei Produkte auf einer Anlage mit beschränkter Kapazität gefertigt werden.

Preis-Absatz-Funktionen der Produkte:

$P_A = 260 - 0{,}2 \cdot x_A \qquad P_B = 90 - 0{,}1 \cdot x_B \qquad P_C = 151 - 0{,}125 \cdot x_C$

Kostenfunktionen der Produkte:

$K_A = 2600 + 20 \cdot x_A \qquad K_B = 3500 + 50 \cdot x_B \qquad K_C = 2000 + 26 \cdot x_C$

$K'_A = 20 \qquad K'_B = 50 \qquad K'_C = 26$

C:

Ermittlung der optimalen Lösung:

Die gewinnmaximalen Absatz- und Produktionsmengen für jedes Produkt erhält man aus der Bedingung:

Grenzerlös = Grenzkosten

Herleitung der Lösung am Beispiel von Produkt A:

1. Schritt: Bestimmung der Grenzerlösfunktion

$$P_A = 260 - 0{,}2 \cdot x_A$$

$$U_A = 260 \cdot x_A - 0{,}2 \cdot x_A^2$$

$$U'_A = 260 - 0{,}4 \cdot x_A$$

C:

2. Schritt: Bestimmung der Grenzkosten
Bei linearer Kostenfunktion sind die Grenzkosten gleich den variablen Stückkosten, denn es gilt:

$$K'_A = \frac{\partial K_A}{\partial x_A} = \frac{\partial [2600 + 20 \cdot x_A]}{\partial x_A} = 20$$

3. Schritt: Ermittlung der optimalen Produktionsmenge

$$K'_A = U'_A$$

$$20 = 260 - 0{,}4 \cdot x_A$$

$$-240 = -0{,}4 \cdot x_A$$

$$x_A = 600$$

Als optimale Lösung erhält man:
$x_A = 600$; $x_B = 200$; $x_C = 500$

C:

Optimale Lösung:

Produkt	A	B	C
Gewinnmaximale Menge	600	200	500
Engpassbelastung (ZE/Stück)	20	10	6
Engpassbelastung	12.000	2.000	3.000

Kapazität der Produktionsanlage: 20.000 ZE

Benötigte Kapazität bei den gewinnmaximalen Mengen: 17.000 ZE

C:

Fall 3: Ein Kapazitätsengpass und konstante Absatzpreise

Beispiel: Mehrproduktunternehmen, in dem drei Produkte auf einer Anlage mit beschränkter Kapazität gefertigt werden.
Es gelten die folgenden Daten:

Produkt	A	B	C
Absatzpreis/Stück	70	80	50
Variable Kosten/Stück	20	50	26
Deckungsbeitrag/Stück	50	30	24
Nachfragemenge	600	200	500
Engpassbelastung (ZE/Stück)	20	10	6

Kapazität der Produktionsanlage: 13.000 ZE

Benötigte Kapazität zur Befriedigung der gesamten Nachfrage: 17.000 ZE

C:

Entscheidungskriterium:

- Bei der Festlegung der Rangfolge der Produktion muss berücksichtigt werden, welchen Deckungsbeitrag das einzelne Produkt pro Einheit Engpassbelastung erzielt.
- Dies wird durch den relativen Deckungsbeitrag ausgedrückt.

$$\text{relativer DB [€/ZE]} = \frac{\text{Absoluter DB}}{\text{Engpassbelastung}}$$

- **Die Rangfolge der Produktion erfolgt nach den relativen Deckungsbeiträgen.**
- Entsprechend der gebildeten Rangfolge werden die Produkte jeweils mit ihren Nachfragemengen produziert, bis die Kapazität ausgelastet ist.

C:

Optimale Lösung:

Produkt	A	B	C
Absatzpreis/Stück	70	80	50
Variable Kosten/Stück	20	50	26
Deckungsbeitrag/Stück	50	30	24
Nachfragemenge	600	200	500
Engpassbelastung (ZE/Stück)	20	10	6
Relativer Deckungsbeitrag	2,5	3	4
Rangfolge	3	2	1
Produktionsmenge	400	200	500
Engpassbelastung	8.000	2.000	3.000
Erzielter Deckungsbeitrag	20.000	6.000	12.000

C:

Fall 4: Ein Kapazitätsengpass und fallende Preisabsatzfunktionen

Beispiel:
Mehrproduktunternehmen, in dem drei Produkte auf einer Anlage mit beschränkter Kapazität gefertigt werden.

Preis-Absatz-Funktionen der Produkte:

$$P_A = 260 - 0{,}2 \cdot x_A \qquad P_B = 90 - 0{,}1 \cdot x_B \qquad P_C = 151 - 0{,}125 \cdot x_C$$

Kostenfunktionen der Produkte:

$$K_A = 2600 + 20 \cdot x_A \qquad K_B = 3500 + 50 \cdot x_B \qquad K_C = 2000 + 26 \cdot x_C$$

Kapazität der Produktionsanlage: 13.000 ZE

C:

Aus der Lösung bei Fall 2 wissen wir:
Benötigte Kapazität bei den gewinnmaximalen Mengen: 17.000 ZE
Die gewinnmaximalen Mengen können nicht produziert werden, weil die Kapazität der Anlage nicht ausreicht.

Die optimale Lösung erhält man, indem man das Maximum der Lagrange-Funktion bestimmt.

$$\sum_i (U_i - K_{vi}) - \lambda \cdot (\sum t_i x_i - 13000)$$

Ableitung der Lagrange-Funktion nach den Variablen x und λ ergibt die Bedingungen für ein Optimum:

$$\frac{U_i' - K_i'}{t_i} = \lambda \quad \text{für alle } i$$

$$\sum t_i \cdot x_i = 13000$$

Der Bruch: $\frac{U_i' - K_i'}{t_i} = \frac{U_i' - k_{vi}}{t_i}$

gibt den <u>relativen Grenzdeckungsbeitrag</u> für jedes Produkt an.

<u>Die Optimalbedingung besagt also, dass die relativen Grenzdeckungsbeiträge aller Produkte gleich sein müssen.</u>

Numerische Lösung:

$$(260x_A - 0{,}2x_A^2 - 20x_A) + (90x_B - 0{,}1x_B^2 - 50x_B)$$

$$+ (151x_C - 0{,}125x_C^2 - 26x_C) - \lambda(20x_A + 10x_B + 6x_C - 13000) \rightarrow \text{Max}$$

Ableitung nach den Variablen x und λ ergibt:

$$260 - 0{,}4x_A - 20 - \lambda \cdot 20 = 0 \qquad \frac{260 - 0{,}4x_A - 20}{20} = \lambda$$

$$90 - 0{,}2x_B - 50 - \lambda \cdot 10 = 0 \qquad \frac{90 - 0{,}2x_B - 50}{10} = \lambda$$

$$151 - 0{,}25x_C - 26 - \lambda \cdot 6 = 0 \qquad \frac{151 - 0{,}25x_C - 26}{6} = \lambda$$

$$-(20x_A + 10x_B + 6x_C - 13000) = 0 \qquad 20x_A + 10x_B + 6x_C = 13000$$

C:

Es ist das folgende Gleichungssystem zu lösen:

$$12 - 0{,}02\,x_A = \lambda$$

$$4 - 0{,}02\,x_B = \lambda$$

$$20{,}8\overline{3} - 0{,}041\overline{6}\,x_C = \lambda$$

$$20\,x_A + 10\,x_B + 6\,x_C = 13000$$

Als optimale Lösung erhält man:

$x_A = 478{,}35$ gerundet: $x_A = 478$

$x_B = 78{,}35$ gerundet: $x_B = 77$

$x_C = 441{,}61$ gerundet: $x_C = 445$

C:

Optimale Lösung:

Produkt	A	B	C
Produktionsmenge	478	77	445
Engpassbelastung (min/Stück)	20	10	6
Engpassbelastung	9560	770	2670

D: Produktionsdurchführungsplanung

- Gegenstand der Produktionsdurchführungsplanung ist die kurzfristige Kostenpolitik.
- Unterstellt wird, dass die Kapazität des Betriebes gegeben ist.
- Planungsaufgaben der kurzfristigen Kostenpolitik:
  - (1) Produktionsaufteilungsplanung
  - (2) Zeitliche Produktionsverteilungsplanung
    (wird nicht behandelt)
  - (3) Auftragsgrößenplanung
    (wird nicht behandelt)
  - (4) Ablaufplanung

Zu (1) Produktionsaufteilungsplanung

- **Aufgabe:**
  Herstellung einer gegebenen Produktionsmenge mit minimalen Produktionskosten

Zwei Fälle sind zu unterscheiden:

- substitutionale Produktionsfunktion
- limitationale Produktionsfunktion

D:

Substitutionale Produktionsfunktion liegt vor, wenn:

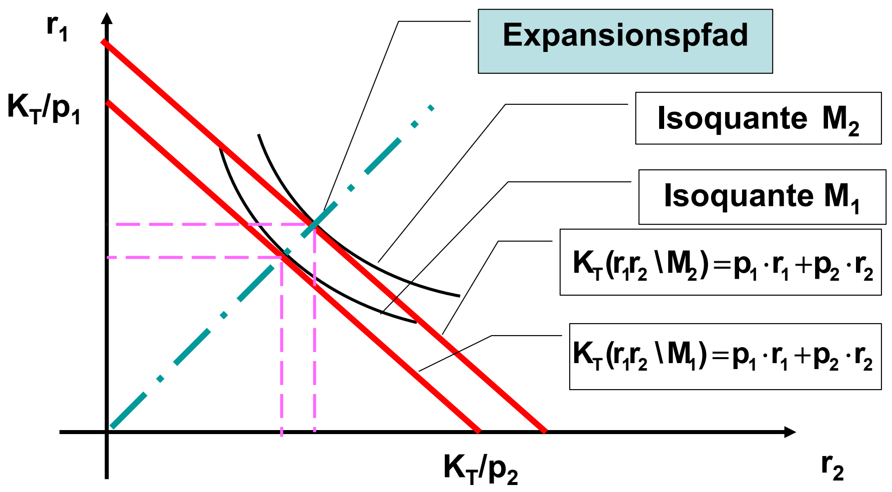
- die Ausbringungsmenge durch Veränderung der Einsatzmenge eines Faktors bei Konstanz aller übrigen Faktoren verändert werden kann, (partielle Anpassung)

  u n d

- eine gegebene Produktionsmenge durch unterschiedliche Mengenkombinationen der benötigten Produktionsfaktoren hergestellt werden kann. (Substituierbarkeit der Faktoren) (totale Anpassung)

D:

Totale Anpassung bei substitutionaler Produktionsfunktion:



Totale Anpassung bei substitutionaler Produktionsfunktion:

- **Die optimale Lösung (Minimalkostenkombination) liegt dort, wo die Grenzkosten beider Faktoren gleich hoch sind.**
- **Minimalkostenkombination ist erreicht, wenn das Verhältnis der Faktorpreise dem Verhältnis der Grenzproduktivitäten entspricht.**

Limitationale Produktionsfunktion liegt vor, wenn

- **die Einsatzmengen der Produktionsfaktoren in einem von der Produktionstechnik bestimmten festen Einsatzverhältnis zueinander stehen.**
- **Es gibt mehrere Typen von limitationalen Produktionsfunktionen. Hier wird nur die Produktionsfunktion von Gutenberg betrachtet.**
- **Bei diesem Typ der limitationalen Produktionsfunktion ist das Verhältnis der Einsatzmengen der Produktionsfaktoren von der Ausbringungsmenge pro Zeiteinheit - der Intensität – abhängig.**
- **Beispiel:**

Intensität	Rohstoff	Energie	Schmiermittel
5 ME/ZE	4 FE/ME	6 FE/ME	8 FE/ME
10 ME/ZE	8 FE/ME	9 FE/ME	6 FE/ME

D:

- Durch die Wahl der Intensität wird das Einsatzverhältnis festgelegt.
- Eine bestimmte Ausbringungsmenge kann durch unterschiedliche Kombinationen der Intensität und der Einsatzzeit der Aggregate erreicht werden.
- Somit lässt sich einer bestimmten Ausbringungsmenge nicht mehr nur eine bestimmte Faktoreinsatzmenge zuordnen, sondern es sind mehrere Einsatzmengen möglich, je nach der gewählten Intensität.
- Eine Erhöhung der Ausbringungsmenge ist nur zu erreichen, wenn entsprechend der technischen Beziehung ein veränderter Einsatz aller beteiligten Faktoren erfolgt.

D:

<u>Merkmale der Gutenberg-Funktion:</u>

- Faktorverbrauch an einem einzelnen Aggregat wird betrachtet. Damit sind detaillierte Aussagen über Anpassungsprozesse an einzelnen Aggregaten möglich.
- Faktorverbrauch wird als Funktion technischer Merkmale des Aggregats abgeleitet. Dies sind:
  - z-Situation, die durch die baulichen Gegebenheiten des Aggregats bestimmt und kurzfristig nicht abänderbar ist;
  - die technische Leistung d [TLE/ZE]
- Aus den technischen Gegebenheiten werden die ökonomischen Bestimmungsfaktoren
  - ökonomische Leistung x [ME/ZE] (Intensität)
    u n d
  - Einsatzzeit t [ZE] des Aggregats abgeleitet.

➔ Intensität und Einsatzzeit sind die Aktionsparameter der Anpassungsprozesse.

D:

Kostenfunktionen bei Gutenberg-Funktion:

- Mengen-Kosten-Leistungsfunktion [$k_i(x_i)$] (MKL)
- Zeit-Kosten-Leistungsfunktion [($K_i(x_i)$] (ZKL)
- Gesamtkostenfunktion [$K_T(x_i,t_i)$]
- Grenzkostenfunktionen
  - bei zeitlicher Anpassung $[K_T'^Z]$
  - bei intensitätsmäßiger Anpassung $[K_T'^I]$

VWA Köln
Dr. Peter von Hinten
Produktionswirtschaft

D:

MKL-Funktion
gibt die Kosten pro Mengeneinheit (Stückkosten) eines bestimmten Erzeugnisses an, das am Aggregat i mit der Intensität x_i, gemessen in ME/ZE, produziert wird.

Beispiel: $k_i(x_i) = 0{,}04x_i^2 - 0{,}32x_i + 20$

Bei einer Intensität von x = 10 entstehen somit Stückkosten von

$$k(x_i = 10) = 0{,}04 \cdot 10^2 - 0{,}32 \cdot 10 + 20 = 20{,}8$$

D:

ZKL-Funktion
gibt die Kosten pro Zeiteinheit für ein bestimmtes Erzeugnis an, das am Aggregat i mit der Intensität x_i hergestellt wird.

Die ZKL-Funktion ist definiert als Produkt der MKL-Funktion mit der Intensität.

$$K_i(x_i) = k_i(x_i) \cdot x_i$$

Beispiel: MKL: $k_i(x_i) = 20 - 0{,}32x_i + 0{,}04x_i^2$

ZKL: $K_i(x_i) = 20x_i - 0{,}32x_i^2 + 0{,}04x_i^3$

Für x_i = 10 ergibt sich: $K_i(x_i = 10) = 200 - 0{,}32 \cdot 100 + 0{,}04 \cdot 1000 = 208$

Aussage:
Wenn am Aggregat i mit einer Intensität von 10 ME/ZE produziert wird, dann entstehen pro ZE Kosten von 208 GE.

D:

Gesamtkostenfunktion (GKF)
gibt die Kosten in der Planungsperiode an, die für die Herstellung einer bestimmten Menge eines Produktes am Aggregat i entstehen.

Sie ist definiert als Produkt der ZKL-Funktion mit der Einsatzzeit des Aggregats.

$$K_T(x_i, t_i) = K_i(x_i) \cdot t_i = k_i(x_i) \cdot x_i \cdot t_i$$

Beispiel:

MKL: $k_i(x_i) = 20 - 0{,}32x_i + 0{,}04x_i^2$

ZKL: $K_i(x_i) = 20x_i - 0{,}32x_i^2 + 0{,}04x_i^3$

GKF: $K_T(x_i = 10, t_i = 40) = [200 - 0{,}32 \cdot 100 + 0{,}04 \cdot 1000] \cdot 40 = 8320$

Aussage: Bei einer Intensität von 10 und einer Produktionszeit von 40 ZE werden 400 ME produziert. [M = x * t] Dies verursacht Kosten von 8320 GE.

D:

Planungsproblem:
Eine bestimmte Produktionsmenge M ist mit minimalen Gesamtkosten herzustellen.

Ziel: $K_T(x_i, t_i) \rightarrow MIN$

Nebenbedingung: $x_i \cdot t_i = M$

GKF hat zwei Aktionsparameter, deshalb ist die abzuleitende Grenzkostenfunktion davon abhängig, ob

- zeitlich angepasst wird
  o d e r
- intensitätsmäßig angepasst wird.

D:

Zeitliche Anpassung:

Die Grenzkosten in Bezug auf die Ausbringungsmenge M ergeben sich aus den Stückkosten der MKL-Funktion bei konstanter Intensität.

K'^{Z}_{T}

Optimierung verlangt:
Zeitliche Anpassung bei optimaler, d.h. kostenminimaler Intensität x_{opt}

D:

Ermittlung der optimalen Intensität x_{opt}:

- Minimum der MKL-Funktion ermitteln, indem
  - MKL-Funktion nach x abgeleitet wird
  - die Ableitung gleich Null gesetzt und dann nach x aufgelöst wird.

Beispiel: MKL: $k_i(x_i) = 20 - 0{,}32x_i + 0{,}04x_i^2$

Ableitung der MKL-Funktion: $\frac{dk(x)}{dx} = -0{,}32 + 0{,}08x = 0$

$$x_{opt} = \frac{0{,}32}{0{,}08} = 4$$

<u>Die Grenzkosten bei zeitlicher Anpassung sind konstant.</u>

$$k_i(x_i = 4) = 20 - 0{,}32 \cdot 4 + 0{,}04 \cdot 16 = 19{,}36$$

D:

<u>Intensitätsmäßige Anpassung:</u>

Die Grenzkosten in Bezug auf die Ausbringungsmenge ergeben sich bei konstanter Beschäftigungszeit aus der ersten Ableitung der ZKL-Funktion nach der Intensität x.

$K_T'^{Int}$

Beispiel: ZKL $K_i(x_i) = 20x_i - 0{,}32x_i^2 + 0{,}04x_i^3$

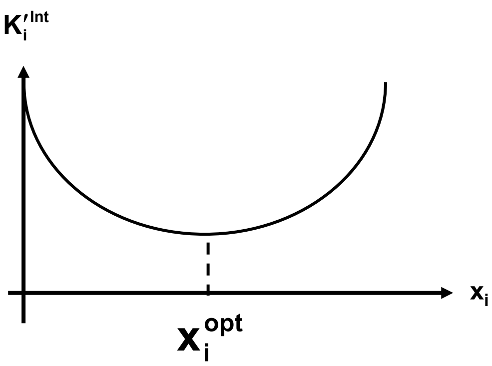
Ableitung der ZKL-Funktion:

$$K_T'^{Int} = \frac{dK(x)}{dx} = 20 - 0{,}64x + 0{,}12x^2$$

<u>Die Grenzkosten intensitätsmäßiger Anpassung verlaufen u-förmig.</u>

D:

Grenzkosten bei intensitätsmäßiger Anpassung



D:

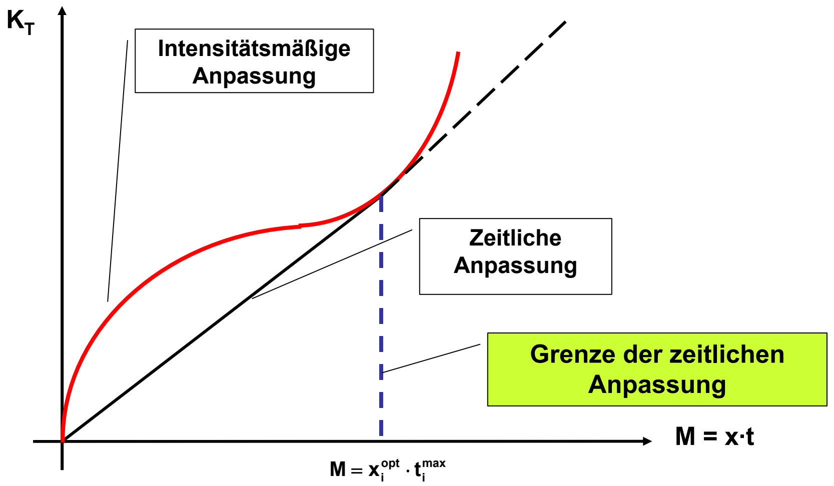
Gesamtkostenverlauf:

- **Bei intensitätsmäßiger Anpassung verlaufen die variablen Gesamtkosten s-förmig.**
- **Bei zeitlicher Anpassung verlaufen die variablen Gesamtkosten linear.**

VWA Köln
Dr. Peter von Hinten
Produktionswirtschaft

D:

Verlauf der variablen Gesamtkosten:

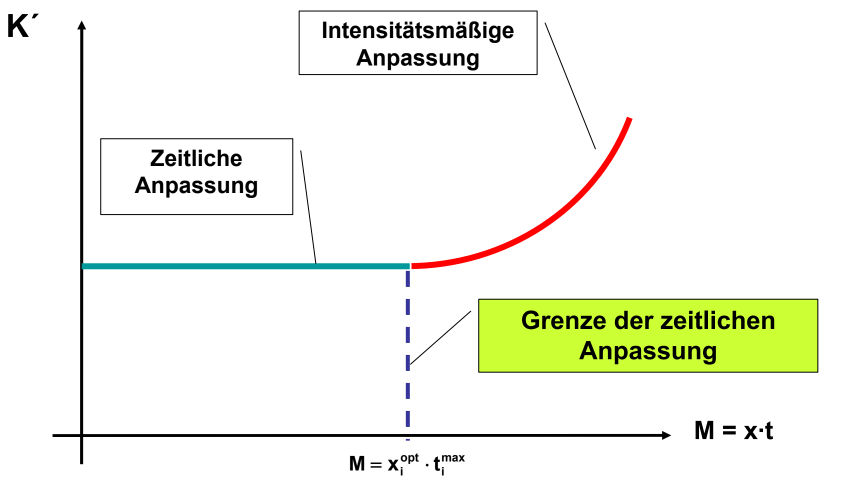


62

VWA Köln
Dr. Peter von Hinten
Produktionswirtschaft

D:

Verlauf der Grenzkosten bei optimaler kombinierter zeitlicher und intensitätsmäßiger Anpassung:



63

Beispiele zur Produktionsdurchführungsplanung:

Beispiel 1 (zeitliche Anpassung):

Es soll die Menge M = 480 am Aggregat i mit minimalen Gesamtkosten hergestellt werden.

MKL: $k_i(x_i) = 19 - 0{,}4x_i + 0{,}02x_i^2$

Nebenbedingungen: $0 < x_i \leq 15 \quad t_i \leq 60$

Lösung Beispiel 1:

1. Schritt: Ermittlung der optimalen Intensität x_i^{opt}

$$\frac{dk_i(x_i)}{dx_i} = -0{,}4 + 0{,}04x_i = 0$$

$$x_i^{opt} = \frac{0{,}4}{0{,}04} = 10$$

2. Schritt:
Ermittlung der notwendigen Einsatzzeit bei optimaler Intensität x_{opt}

$$M_i = x_i^{opt} \cdot t_i \qquad 480 = 10 \cdot t_i \qquad t_i = 48$$

Ergebnis:
Man produziert die 480 ME bei einer Intensität von 10 mit einer Einsatzzeit von 48 ZE.

Gesamtkosten: $K_{iT}(x_i = 10, t_i = 48) = (19 - 0{,}4 \cdot x_i + 0{,}02 \cdot x_i^2) \cdot x_i \cdot t_i$

$= (19 - 0{,}4 \cdot 10 + 0{,}02 \cdot 100) \cdot 10 \cdot 48 = 8.160$

Stückkosten: $k_i(x_i = 10) = 19 - 0{,}4 \cdot 10 + 0{,}02 \cdot 100 = 17 = \frac{8.160}{480}$

Beispiele zur Produktionsdurchführungsplanung:

Beispiel 2 (intensitätsmäßige Anpassung):

Es soll die Menge M = 720 am Aggregat i mit minimalen Gesamtkosten hergestellt werden.

MKL: $k_i(x_i) = 19 - 0{,}4x_i + 0{,}02x_i^2$

Nebenbedingungen: $0 < x_i \leq 15$ $t_i \leq 60$

Lösung Beispiel 2:

1. Schritt: Ermittlung der optimalen Intensität x_i^{opt}

$$\frac{dk_i(x_i)}{dx_i} = -0{,}4 + 0{,}04x_i = 0$$

$$x_i^{opt} = \frac{0{,}4}{0{,}04} = 10$$

2. Schritt:
Ermittlung der notwendigen Einsatzzeit bei optimaler Intensität x_{opt}

$$M_i = x_i^{opt} \cdot t_i \qquad 720 = 10 \cdot t_i \qquad t_i = 72 > t_i^{max} = 60$$

keine zulässige Lösung

3. Schritt:
Ermittlung der notwendigen Intensität bei maximaler Einsatzzeit

$$M_i = x_i \cdot t_i^{max} \qquad 720 = x_i \cdot 60 \qquad x_i = 12 > x_i^{opt}$$

Ergebnis:
Man produziert die 720 ME mit einer Intensität von 12 mit der maximalen Einsatzzeit von 60 ZE.

D:

Gesamtkosten:

$$K_{iT}(x_i = 12, t_i = 60) = (19 - 0{,}4 \cdot x_i + 0{,}02 \cdot x_i^2) \cdot x_i \cdot t_i$$
$$= (19 - 0{,}4 \cdot 12 + 0{,}02 \cdot 144) \cdot 12 \cdot 60 = 12.297{,}60$$

Stückkosten:

$$k_i(x_i = 12) = 19 - 0{,}4 \cdot 12 + 0{,}02 \cdot 144 = 17{,}08 = \frac{12.297{,}60}{720}$$

D:

Zu (4) Ablaufplanung

- **Aufgabe:**
  Die Produktionstermine der Fertigungsaufträge sind so festzulegen, dass
  - **die Liefertermine eingehalten werden**
    und
  - **die Kosten für die Zwischen- und Endlagerung der Erzeugnisse sowie die Kosten für die ablaufbedingten Stillstandszeiten an den Maschinen minimiert werden.**

D:

In der Ablaufplanung gibt es immer zwei Sichtweisen:

Auftragssicht:
Aus Sicht der Aufträge sollte die Terminierung möglichst keine Lagerzeiten in der Fertigung und keine Endlagerzeiten enthalten, weil damit zusätzliche Kosten in Form von Lagerhaltungskosten (Zwischenlager und Endlager) vermieden werden.
Anzustreben ist eine Terminierung nach dem Just-in-time-Prinzip.

Maschinensicht:
Die Terminierung der Aufträge sollte so erfolgen, dass die Arbeitsstationen möglichst kontinuierlich arbeiten (keine Stillstandszeiten).

Dilemma der Ablaufplanung:
Ein Kernproblem der Ablaufplanung bei Werkstattfertigung besteht darin, dass eine Lösung, die aus Maschinensicht günstig ist, nicht zwingend auch aus Auftragssicht vorteilhaft sein muss.

D:

Reihenfolgeplanung:

Ein zentrales Problem der Ablaufplanung ist die Planung der Reihenfolge der Aufträge (Reihenfolgeplanung).

Es ist zwischen Maschinenfolge und Auftragsfolge zu unterscheiden:

- **Maschinenfolge** (technologische Folge) gibt die Reihenfolge der Bearbeitungsschritte für einen Auftrag an.
- **Auftragsfolge** (organisatorische Folge) gibt die Reihenfolge an, in der die Aufträge an den einzelnen Maschinen bearbeitet werden.
- Bei gegebener Maschinenfolge reduziert sich das Maschinenbelegungsproblem auf die **Festlegung der Auftragsfolge** auf den einzelnen Maschinen.
- Es entsteht ein kombinatorisches Problem:
  Es sind n gegebene Aufträge auf m Maschinen zu bearbeiten.

Zielgrößen der Reihenfolgeplanung:

- Zielgröße der Reihenfolgeplanung ist die **Minimierung der entscheidungs-relevanten Kosten**.
  Dies sind die
  Kosten für die Zwischen- und Endlagerung der Erzeugnisse sowie die
  Kosten für die ablaufbedingten Stillstandszeiten an den Maschinen.
- Da es in der Regel nicht möglich ist, alle Konsequenzen einzelner Ablaufent-scheidungen für die Kosten anzugeben, ersetzt man die Kosten durch ent-sprechende Zeitgrößen.
- Zielgrößen sind:
  Minimierung der Durchlaufzeiten
  Maximierung der Kapazitätsauslastung (= Minimierung der Maschinenstill-standszeiten)

Durchlaufzeit eines Auftrags i ergibt sich als Summe aus

- Bearbeitungs- und Rüstzeiten
- Transportzeiten
- Wartezeiten

$$t_i^D = \sum_{j=1}^{M} \left(t_{ij}^B + t_{ij}^T + t_{ij}^W \right)$$

Annahme: Bearbeitungs- und Rüstzeiten t^B sowie Transportzeiten t^T sind gegeben.
Die Durchlaufzeit ist eine Funktion der Wartezeit t^W.

Minimierung der Durchlaufzeit ist identisch mit Minimierung der Wartezeiten.

$$t_{MIN}^D = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{M} \left(t_{ij}^W \right) \rightarrow \text{MIN!}$$

VWA Köln
Dr. Peter von Hinten
Produktionswirtschaft

D:

Die Kapazitätsauslastung einer Produktionseinheit j ergibt sich als Quotient aus

- **Gesamtbearbeitungszeit t^B**
- **Gesamtbelegungszeit t^{BE}**
  die sich aus Bearbeitungszeiten und Leerzeiten zusammensetzt.

$$t^B = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{M} \left(t_{ij}^B\right)$$

$$t^{BE} = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{M} \left(t_{ij}^B\right) + \sum_{j=1}^{M} t_j^L$$

Wenn die Bearbeitungszeiten konstant sind, dann sind die Zielsetzungen „Maximierung der Kapazitätsauslastung" und „Minimierung der Leerzeiten" identisch.

$$t_{MIN}^L = \sum_{j=1}^{M} t_j^L \rightarrow \text{MIN!}$$

VWA Köln
Dr. Peter von Hinten
Produktionswirtschaft

D:

Dilemma der Ablaufplanung (Gutenberg):

Die Zielsetzungen Minimierung der Durchlaufzeiten und Minimierung der Leerzeiten können nicht gleichzeitig erreicht werden, weil konkurrierende Zielsetzungen vorliegen.

Beispiel zur Reihenfolgeplanung

- **Annahmen:**
  - zweistufiger Produktionsprozess in Werkstattfertigung
  - Maschinenfolge ist für jeden Auftrag gegeben und identisch **(identical routing).**
  - Bearbeitungs- und Rüstzeiten sind gegeben und unabhängig von der Auftragsreihenfolge.

Auftrag j	Produktionszeit M_1	Produktionszeit M_2
1	2	5
2	6	1
3	3	6
4	4	2
5	7	4

Die optimale Lösung (**Minimierung der Zykluszeit**) findet man mit dem Verfahren von Johnson und Bellmann.

Entscheidungsregel:

- Suche den Auftrag mit der kürzesten Teilbearbeitungszeit.
- Liegt die kürzeste Teilbearbeitungszeit in der ersten Stufe, so wird dieser Auftrag an die erste Stelle der Auftragsreihenfolge gesetzt.
- Liegt die kürzeste Teilbearbeitungszeit in der zweiten Stufe, so wird dieser Auftrag an die letzte Stelle der Auftragsreihenfolge gesetzt.
- Sind die kürzesten Teilbearbeitungszeiten in beiden Stufen gleich, so ist es belanglos, ob der Auftrag an die erste oder die letzte Stellen gesetzt wird.
- Dieses Vorgehen wird nacheinander auf alle noch nicht eingereihten Aufträge angewendet.

Optimale Lösung: Auftragsreihenfolge: **1 3 5 4 2**

Kritik: Das Verfahren eignet sich nur für zweistufige Produktionen.

Beispiel: Reihenfolgeplanung bei mehrstufiger Produktion

- **Annahmen:**
  - mehrstufiger Produktionsprozess in Werkstattfertigung
  - Maschinenfolge ist für jeden Auftrag gegeben und identisch **(identical routing).**
  - Bearbeitungs- und Rüstzeiten sind gegeben und unabhängig von der Auftragsreihenfolge.

Maschine \ Auftrag	1	2	3	4	Σ
1	5	8	4	4	21
2	4	3	9	10	26
3	7	1	3	6	17

Zielsetzung: Minimierung der Zykluszeit

Methode: Branch-and-Bound-Verfahren

- **Verfahren der begrenzten Enumeration**
- Die Menge aller möglichen Reihenfolgen wird in disjunkte Teilmengen aufgespalten.
- Die Aufspaltung (Branching) erfolgt so, dass Teilmengen von Reihenfolgen gebildet werden, die jeweils mit einem anderen Auftrag beginnen.
- Für jede dieser Teilmengen wird ein Lower Bound (untere Grenze der Zykluszeit) ermittelt.
- Die Lösungsmenge mit dem geringsten Bound wird dann weiter aufgespalten, indem alle noch verbleibenden Aufträge alternativ an die 2. Position der Reihenfolge gesetzt werden.
- Das Verfahren wird fortgesetzt, bis eine Teilmenge eine vollständige Reihenfolge enthält, deren Zielwert kleiner ist als der Lower Bound aller übrigen Teilmengen mit noch unvollständigen Reihenfolgen.

D:

1. Schritt: Bildung der Teilmengen nach dem ersten Auftrag der Reihenfolge

Teilmenge	1	2	3	4
1. Position der Reihenfolge	1	2	3	4
Lower Bound	32	37	31	31

Ermittlung Lower Bound:

- Für jede der Produktionsstufen wird die Summe folgender Teilzeiten berechnet:
  - Zeitbedarf für die Produktion aller Aufträge auf der Stufe **(Zeit 1)**
  - Zeit bis zum frühesten Produktionsbeginn auf der Stufe **(Zeit 2)**
  - Zeit, die in den nachfolgenden Produktionsstufen mindestens noch vergeht, bis das gesamte Programm bearbeitet ist. **(Zeit 3)**
- Der höchste für die drei Stufen ermittelte Wert, dient als Lower Bound für die jeweilige Teilmenge.

D:

Ermittlung Lower Bound:

Teilmenge1 A1	**M 1**	**M 2**	**M 3**
Zeit 1	21	26	17
Zeit 2	0	5 aus A1	9 aus A1
Zeit 3	4 aus A2	1 aus A2	0
Summe	25	**32**	26

Teilmenge2 A2	**M 1**	**M 2**	**M 3**
Zeit 1	21	26	17
Zeit 2	0	8 aus A2	11 aus A2
Zeit 3	11 aus A1	3 aus A3	0
Summe	32	**37**	28

D:

Teilmenge3 A3	M 1	M 2	M 3
Zeit 1	21	26	17
Zeit 2	0	4 aus A3	13 aus A3
Zeit 3	4 aus A2	1 aus A2	0
Summe	25	**31**	30

Teilmenge4 A4	M 1	M 2	M 3
Zeit 1	21	26	17
Zeit 2	0	4 aus A4	14 aus A4
Zeit 3	4 aus A2	1 aus A2	0
Summe	25	**31**	**31**

D:

2. Schritt: Bildung der Teilmengen nach dem zweiten Auftrag der Reihenfolge

Teilmenge	5	6	7
1. Position der Reihenfolge	A3	A3	A3
2. Position der Reihenfolge	A1	A2	A4
Lower Bound	31	36	31

D:

Teilmenge5 A3 A1	M 1	M 2	M 3
Zeit 1	21	26	17
Zeit 2	0	4 aus A3	13 aus A3
Zeit 3	4 aus A2	1 aus A2	0
Summe	25	**31**	30

Teilmenge6 A3 A2	M 1	M 2	M 3
Zeit 1	21	26	17
Zeit 2	0	4 aus A3	13 aus A3
Zeit 3	11 aus A1	6 aus A4	0
Summe	32	**36**	30

Teilmenge7 A3 A4	M 1	M 2	M 3
Zeit 1	21	26	17
Zeit 2	0	4 aus A3	13 aus A3
Zeit 3	4 aus A2	1 aus A2	0
Summe	25	**31**	30

D:

- **Vorteil des Branch-and-Bound-Verfahrens besteht darin, dass nicht alle denkbaren Reihenfolgen berechnet werden müssen. Damit sinkt der Rechenaufwand gegenüber der Vollenumeration deutlich.**
- **Dennoch bleibt der Rechenaufwand für realistische Problemstellungen erheblich.**
- **Die Lösung erfolgt deshalb in der Praxis mit Prioritätsregeln (heuristisches Vorgehen).**
- **Mit der Prioritätsregel wird jedem an einer Arbeitsstation wartenden Auftrag eine Wertzahl zugeordnet, die die Dringlichkeit des Auftrags ausdrückt.**
- **Der Auftrag mit der höchsten Priorität (Wertzahl) wird jeweils als nächster bearbeitet. In die Festlegung der Priorität können unterschiedliche Überlegungen einfließen.**
  Bsp.: externe Dringlichkeit des Auftrags durch den Abnehmer, Kapitalbindung des Auftrags.

Beispiele für elementare Prioritätsregeln:

Elementare Prioritätsregeln sind dadurch gekennzeichnet, dass nur ein Reihenfolgekriterium angewendet wird.

- **First-come-first-served (FCFS):**
  der Auftrag, der zuerst an der Arbeitsstation ankommt, erhält die höchste Priorität.
- **Kürzeste Operationszeit (KOZ):**
  der Auftrag mit der kürzesten Bearbeitungszeit auf der Arbeitsstation, erhält die höchste Priorität.
- **Fertigungsrestzeitregel (FRZ):**
  der Auftrag, der auf den noch zu durchlaufenden Arbeitsstationen die insgesamt kürzeste verbleibende Arbeitszeit aufweist, erhält die höchste Priorität.
- **Schlupfzeitregel (FT-LT):**
  der Auftrag, für den die verbleibende Zeit bis vereinbarten Liefertermin abzüglich der reinen Bearbeitungszeit in allen folgenden Bearbeitungsstufen am geringsten ist, die höchste Priorität.
- **Dynamische Wertregel (DWR):**
  der Auftrag mit dem höchsten Produktwert (Kapitalbindung) erhält die höchste Priorität.

Einfache Prioritätsregeln verwenden nur ein Kriterium, z. B. die kürzeste Operationszeit, zur Ableitung der Priorität.

Kombinierte Prioritätsregeln verwenden mindestens zwei Kriterien zur Ableitung der Priorität.

- Zwei einfache Prioritätskriterien werden gewichtet.
  Beispiel: Operationszeit erhält das Gewicht 0,3; Schlupfzeit erhält das Gewicht 0,7.
  Vorteil des Verfahrens ist, dass mehrere Zielsetzungen gleichzeitig angestrebt werden können.
  Nachteil des Verfahrens ist, dass der Disponent die Bedeutung der Kriterien und deren Gewicht auf der Ergebnis der Ablaufplanung kaum abschätzen kann. der Disponent weiß nicht, wie er die Gewichte verändern soll, wenn die Ergebnisse einer Regel im Hinblick auf ein Ziel unbefriedigend sind.

Probleme der Ablaufplanung mit Prioritätsregeln:

- Termininterdependenzen zu den nachfolgenden Produktionsstufen werden nicht erfasst. Die Folge sind vermeidbare Zwischenlagerzeiten und eventuell schlecht auf die Liefertermine abgestimmte Produktionsendtermine.
- Für die Auswahl einer geeigneten Prioritätsregel müssen die Auswirkungen der Regel auf die Zielsetzungen, z. B. Minimierung der Durchlaufzeit, Termintreue, bekannt sein. Die Effizienz der Kriterien ist aber in unterschiedlichen Entscheidungssituationen verschieden, so dass kein Kriterium in allen Situationen eine sehr gute Lösung garantiert.

Wirksamkeit einfacher Prioritätsregeln auf unterschiedliche Zielsetzungen:

Prioritätsregel / Zielsetzung	Kürzeste Operationszeit	Fertigungs-restzeit	Dynamische Wertregel	Schlupfzeit-regel
Maximale Kapazitätsaus-lastung	Sehr gut	gut	mäßig	Gut
Minimale Durchlaufzeit	Sehr gut	gut	mäßig	mäßig
Minimale Zwischenlager-kosten	gut	mäßig	Sehr gut	mäßig
Minimale Terminab-weichungen	schlecht	mäßig	mäßig	Sehr gut

D:

Kombinative Anwendung von Prioritätsregeln:

Zielsetzung der kombinativen Anwendung:
Die Vorteile der einzelnen Regeln sollen vereint werden; negative Effekte sollen möglichst vermieden oder zumindest reduziert werden.

Arten der kombinativen Verknüpfung:

- Additive Verknüpfung von Regeln:
  Die gewichteten Prioritätszahlen werden addiert.
- Multiplikative Verknüpfung von Regeln:
  Die über Exponenten gewichteten Prioritätszahlen werden miteinander multipliziert.
- Alternative Verknüpfung:
  Hier kommt von z. B. drei miteinander verknüpften Regeln immer nur eine Regel zur Anwendung. Es ist nun eine Regel zu formulieren, die bestimmt, wie die anzuwendende einfache Regel ausgewählt werden soll.

VWA Köln
Dr. Peter von Hinten
Produktionswirtschaft

D:

Ergebnisse der kombinative Anwendung von Prioritätsregeln:

- Bei der additiven und der multiplikativen Verknüpfung elementarer Prioritäts-regeln werden keine Verbesserungen erzielt, sondern es verstärken sich die negativen Effekte der einfachen Regeln.
- Die alternative Verknüpfung erbringt günstigere Ergebnisse als die einfachen Regeln bei isolierter Anwendung. Dies ergibt sich, weil im Hinblick auf das anzustrebende Ziel immer die bessere Regel angewendet wird.
- Beispiel: Alternative Verknüpfung der KOZ-Regel mit der Schlupfzeitregel
  Die Schlupfzeitregel wird nur angewendet, wenn eine Terminüberschreitung droht, ansonsten wird die KOZ-Regel angewendet.
- Beispiel: Alternative Verknüpfung von KOZ-Regel mit einer Wartezeitbe-schränkung
  Damit wird verhindert, dass Aufträge mit langen Bearbeitungszeiten, die durch die KOZ-Regel häufig zurückgestuft werden, zu lange auf ihre Bearbeitung warten müssen und deshalb Terminüberschreitungen eintreten.