Strategisches Produktionsmanagement

Aufgabe 1

a)

$$\text{RoI} = \frac{Gewinn + Steuer + FKZinsen}{langfr.\ gebundenes\ Kapital} = \frac{2.222 + 1332 + 267}{22753 + 43823 - 275} \approx 0{,}057631 \mathrel{\hat{=}} 5{,}76\%$$

$langfr.\ gebundenes\ Kapital$: AV + UV – kurzfr. Verbindlichkeiten

Der RoI soll diejenige Rentabilität zum Ausdruck bringen, die das langfr. geb. Kapital erwirtschaftet.

b)

1) Kriterium der Unabhängigkeit
2) Kriterium der Homogenität
3) Kriterium des externen Marktes
4) Kriterium des Erfolgspotenzials

c)

Kriterium	g_k	g_{ik}	$\overline{g}_{ik}$	PMK1	PMK2	PMK3	PMK4
Unternehmensziele	0,5						
Marktwachstum		0,6	0,3	2,7	1,2	1,5	2,1
Marktanteil		0,4	0,2	1,4	1,0	1,2	0,6
Stärken/Schwächen	0,25						
Know-how		0,7	0,175	1,225	0,7	1,225	1,4
Sortiment		0,3	0,075	0,375	0,3	0,525	0,6
Chancen/Risiken	0,25						
Substitutionsgefahr		0,2	0,05	0,3	0,4	0,05	0,25
Rohstoffversorgung		0,8	0,2	1,4	1,0	0,8	1,8
Summe	**1,0**		**1,0**	**7,4**	**4,6**	**5,3**	**6,75**

Ermittlung der absoluten Gewichtung je Kriterium

$g_k * g_{ik} = z_{ik}$

Rangfolge:

$\left.\begin{array}{l}\text{PMK1}\\ \text{PMK4}\\ \underline{\text{PMK3}}\end{array}\right\}$ Gesamtnutzen (GN) > 5 PMK2 würde ausscheiden!

PMK2 } Gesamtnutzen < 5

d)

Veränderung der GN bei maximaler Erhöhung von g_{13} (=1):

PMK1: 5,7 [7,4-0,05[SG]*6-0,2[RV]*7] +1*6*0,25=7,2
PMK2: 3,2+1*0,25*8=5,2
PMK3: 4,45+1*0,25*1=4,7
PMK4: 4,7+1*0,25*5=5,95

Bei Erhöhung von g_{13} können PMK2 und PMK3 die Positionen tauschen, so dass anstelle von PMK2 nun PMK3 ausscheiden würde!

Exakte Berechnung von g_{13}:

PMK3: $4{,}45 + g_{13} * 0{,}25 * 1 + (1 - g_{13}) * 0{,}25 * 4$

$\ldots < 5$

$g_{13} < 0{,}6$

PMK2: $3{,}2 + g_{13} * 0{,}25 * 8 + (1 - g_{13}) * 0{,}25 * 5$

$\ldots > 5$

$g_{13} > 0{,}73$

Also

Wenn $g_{13} > 0{,}6$ gewählt wird, dann scheidet PMK3 aus. Wird $g_{13} > 0{,}73$ gewählt, dann wird PMK2 vorteilhaft.

e)

Geschäftsfeld-Ressourcen-Portfolio

basiert auf zwei verschiedenen Matrizen: einer beschaffungsorientierten und einer absatzorientierten. Der Beschaffungsmarkt wird anhand der Dimensionen „Verfügbarkeit" und „Kostenrechnung" bewertet. Der Absatzmarkt wird anhand der Dimensionen „Marktattraktivität" und „Phase im Produktlebenszyklus" charakterisiert.

Ressourcen-Matrix

Verfügbarkeit / Kostenentwicklung	gesichert		gefährdet, Substitute vorhanden		gefährdet, Substitute nicht vorhanden	
günstig	C	1		2		3
mittel		4	A	5		6
hoch		7	B	8		9

Gesamtbeurteilung:

- nicht kritisch: 1, 2, 4
- mittel: 3, 5, 7
- kritisch: 6, 8, 9

Produkt-Matrix

Produktlebenszyklus / Marktattraktivität	Aufschwung		Reife		Abschwung	
hoch	V	1		2	Y	3
mittel	X	4	Z	5		6
niedrig		7	W	8		9

Gesamtbeurteilung:

- nicht kritisch: 1, 2, 4
- mittel: 3, 5, 7
- kritisch: 6, 8, 9

Geschäftsfeld-Ressourcen-Portfolio

Produkte / Ressourcen	nicht kritisch		mittel		kritisch	
nicht kritisch	V*(C)	1	Y(C)	1		2
mittel	V(A)	1	Z(A)	2		3
kritisch	V(B)	2	Z*(B)	3	W(B)	3

Gesamtbeurteilung:

(1) ungefährdete Geschäftsbereiche

(2) offene Geschäftsbereiche

(3) gefährdete Geschäftsbereiche

Diskussion:
Die Ressource B wird hinsichtlich ihrer „Kostenentwicklung“ und „Verfügbarkeit“ insg. als „kritisch“ bewertet. Demgegenüber ist die Kostenentwicklung der Ressource A indifferent. Ihre Verfügbarkeit zwar gefährdet, doch sind Substitute vorhanden. Vor diesem Hintergrund sollte das Produkt Z in jedem Fall weiterhin mit derjenigen Technologie hergestellt werden, bei der die Ressource A verwendet wird. Das Produkt Z befindet sich in einer Reifephase und weist eine mittlere Marktattraktivität auf. Dieser Geschäftsbereich ist fortzuführen, solange noch ein pos. CF erzielt werden kann. Gegenüber der Ressource B ist die Kostenentwicklung der Ressource C günstiger und ihre Verfügbarkeit gesichert. Deshalb sollte das Produkt V besser mit der alternativen Technologie produziert werden, die die Ressource C verwendet.
Das Produkt V befindet sich in der Aufschwungphase und der Absatzmarkt bietet große Potenziale. Durch den Technologiewechsel von V(B) zu V*(C) kann das betrachtete GF auch beschaffseitig gesichert werden.

Aufgabe 2)

Auswahl vorteilhafter PMK derart, dass eine Erfolgsversprechende Mischung aus

- förderungswürdigen
- unverändert zu haltenden und
- abzubauenden PMK gefunden wird.

Dabei sollten sich der für zu fördernde PMK erforderliche Mittelabfluss und der vom abzubauenden PMK zu erwartenden Mittelzufluss annähernd ausgleichen!

BCG-Portfolio: gekennzeichnet durch die beiden Erfolgsfaktoren Marktwachstum und rel. Marktanteil

Marktwachstum: wird durch den Verlauf der zum Produktfeld gehörenden Produktlebenszykluskurve bestimmt

$$MG_{ti} = \frac{M_{ti}}{M_{t-1,i}} - 1$$

rel. Marktanteil: ergibt sich als Quotient aus eigenem Umsatz zum Umsatz des stärksten Konkurrenten

$$RM_{ti} = \frac{S_{ti}}{S_{kti}}$$

a) Vorgehen

Analyse der Marktsituation für PMK E

- # der Marktteilnehmer: 2
- Marktführerschaft: BBM
- stärkster Konkurrent: Fresco

→ siehe Portfolio – Abb.

$$RM_{\underbrace{E}_{PMK}}^{\overbrace{F}^{Unter-nehmen}} = \frac{S_E^F}{S_E^{BBM}} \rightarrow 0,9 = \frac{S_E^F}{10} \rightarrow S_E^F = 9 \qquad RM_E^{BBM} = \frac{S_E^{BBM}}{S_E^F} \rightarrow RM_E^{BBM} = \frac{10}{9} \approx 1,11$$

Analyse der Marktsituation für PMK F

- # der Marktteilnehmer: 3
- Marktführerschaft: Bax
- stärkster Konkurrent: BBM

$$RM_F^{Bax} = \frac{S_F^{Bax}}{S_F^{BBM}} \rightarrow 1,2 = \frac{S_F^{Bax}}{9} \rightarrow S_F^{Bax} = 10,8 \qquad RM_F^{BBM} = \frac{S_F^{BBM}}{S_F^{Bax}} = \frac{9}{10,8} \approx 0,83$$

$$RM_F^F = \frac{S_F^F}{S_F^{Bax}} \rightarrow 0,3 = \frac{S_F^F}{10,8} \rightarrow S_F^F = 3,24$$

		Fresco		Bax		BBM		
PMK_i	MG_{ti} in[%]	RM_{ti} in[–]	S_{ti} in[Mio. €]	RM_{ti} in[–]	S_{ti} in[Mio. €]	RM_{ti} in[–]	S_{ti} in[Mio. €]	CF_{ti} in[Mio. €]
A	1	0,7	17,5	–	–	1,43	25	3
B	2	–	–	1,1	66	0,91	60	4
C	4	1,2	14,4	–	–	0,83	12	1
D	7	0,8	28,8	0,6	21,6	1,25	36	0,5
E	11	0,9	9	–	–	1,11	10	0
F	14	0,3	3,24	1,2	10,8	0,83	9	–1,5

b) Was soll beurteil werden

- mit welcher PMK ist man Marktführer?
- in welcher Lebenszyklusphase befinden sich die PMK?
- wie sieht die CF-Situation aus?

Die Firma BBM ist mit seinem PMK A, D, E Marktführer. Davon befindet sich PMK E in der Wachstumsphase, während PMK D die Sättigungsphase und PMK A die Abschwungsphase ereicht haben. Ein Blick auf die CF-Situation (siehe Tab.) zeigt, dass mit PMK B der höchste CF erzielt wird, dicht gefolgt von PMK A. Wie PMK A befindet sich auch PMK B bereits am Ende seines Produktlebenszyklus. PMK C kann sich nicht entscheidend gegen den Konkurrenten Fresco durchsetzen und erreicht nur einen mäßigen CF. PMK F befindet sich aktuell in der Einführungsphase, in der noch keine bzw. kaum Kostensenkungspotenziale durch Degressionseffekte erzielt werden können. Der hohe Kapitalbedarf in der Einführungsphase und die derzeit noch hohen Stückkosten führten zu einem negativen CF auf dieser PMK.

E + F: Investition, Erweiterungsstrategie
A: Desinvestition, Abschöpfung
B: Kostensenkungspotenziale nutzen, Abschöpfen
D: Investitionsstrategie, Abschöpfen
C: Halten und Abschöpfen

c1) Berechnung der Umsätze und rel. Marktanteile des fusionierten Unternehmens

$S_i^{F+B} = S_i^F + S_i^B$ $\qquad RM_i^{F+B} = S_i^{F+B} / S_i^{BBM}$

PMK_i	MG_{ti} in[%]	Fresco RM_{ti} in[–]	Fresco S_{ti} in[Mio. €]	Bax RM_{ti} in[–]	Bax S_{ti} in[Mio. €]	Fresco + Bax RM_{ti} in[–]	Fresco + Bax S_{ti} in[Mio. €]
A	1	0,7	17,5	–	–	0,7	17,5
B	2	–	–	1,1	66	1,1	66
C	4	1,2	14,4	–	–	1,2	14,4
D	7	0,8	28,8	0,6	21,6	1,4	50,4
E	11	0,9	9	–	–	0,9	9
F	14	0,3	3,24	1,2	10,8	1,56	14,04

Ordinate Abszisse Ø

c2)

PMK	MG_i	BBM RM_i	BBM S_i
A	1	1,43	25
B	2	0,91	60
C	4	0,83	12
D	7	**0,71**	36
E	11	1,11	10
F	14	**0,64**	9

Änderung

Einfluss der Fusion auf die Portfoliostrategie für PMK D und F (BBM):
Durch die Fusion verliert BBM die Marktführerschaft bei PMK D. Es sollte überdacht werden. ob im Falle einer Investitionsstrategie hier sinnvoll ist. Da sich PMK D bereits in der Sättigungsphase befindet, sind Kapitalverzehrende Investitionen zur Steigerung des rel. Marktanteil nicht unbedingt empfehlenswert. Es sollen eher die nun stärker wirkenden Kostendegressionseffekte genutzt, Erhaltungsinvestition durchgeführt und die noch erzielbaren CF abgeschöpft werden. Das Kapital sollte stärker in PMK F und E investiert werden. Für PMK F wird aufgrund der geringen Positionsverschiebung keine Änderung der Strategie empfohlen.

d) BGP und BCG-Portfolio

Unterschiede: siehe Skript + Vorlesung!
Zwei wesentliche Vorteile des BGP sind, dass seine Anwendung nicht zwingend nur auf marktführende Unternehmen beschränkt ist und keine pos. Marktwachstumsraten unterstellt. Die 3x3-Matrix des BGP ermöglicht im Vergleich zur 2x2-Matrix des BCG-Portfolio eine feinere Analyse. Die Probleme der Datenbeschaffung und der unreflektierten Umsetzung von empfohlenen Normstrategien sind beiden Konzepten gemein.
Das BCG-Portfolio weist einen gewissen Grad an Subjektivität auf. Beide Konzepte setzen die Unabhängigkeit der PMK i voraus. Ein Nachteil des BGP ist, dass eine Vermischung von „hard“ und „soft facts“ stattfindet, die im BCG-Portfolio nicht stattfindet.

Ziel der Aufgaben zum Erfahrungskurvenkonzept

- Abschätzung von Aus- und Einzahlungen einer PMK im Planungszeitraum

Bestimmung zieloptimaler PMK

- kapitalwertmaximaler PMK
- kostenminimal
- gewinnmaximal

Aufgabe 3

Es gilt: $k(x) = k(1) * x^{-b}$ $\qquad b = -\frac{\log r}{\log 2}\sum_{i=1}^{n} X_i^2$

gegeben: $k(1) = 2500[GE]/[PE]$ $\qquad k(165) = 402[GE]/[PE]$

gesucht: Erfahrungsrate r, Bestimmung über $-b = \frac{\log r}{\log 2}$

Lösung:

$k(165) = k(1) * x^{-b} \quad \leftrightarrow \quad 402 = 2500 * 165^{-b}$

$0{,}1608 = 165^{-b} \quad \leftrightarrow \quad \log 0{,}1608 = -b * \log 165$

$b = 0{,}3579$

Wegen $-b = \underbrace{\frac{\log r}{\log 2}}_{\text{Jede bel. Basis ist möglich!}}$, gilt $\log r = \underbrace{-b \log 2}_{:=a} \quad \rightarrow r = 10^a$

$r = 10^{\frac{\log(402/2500)*\log 2}{\log 165}} = 0{,}780281 \approx 0{,}78$

Antwort: Es liegt eine 78%-ige Erfahrungsrate vor!

Aufgabe 4)

gegeben: $r = 0{,}8 \quad \rightarrow \quad b = 0{,}3219281$

$k(x_{2005,Ende}) = 2{,}06[GE]/[PE]$

kumulierte Produktionsmenge von 2002 bis 2005: 4000 + 5000 + 5500 + 5000 = 19.500

Gesucht: zunächst $k(1)$ und $k^{\varnothing}(x_{07} - x_{05})$ ermitteln

Wegen: $k(x) = k(1) * x^{-b}$, gilt

$$k(1) = \frac{k(x)}{x^{-b}} = \frac{2{,}06}{19500^{-b}} = \frac{2{,}06}{19500^{-0{,}3219281}} \approx 49{,}54$$

$\varnothing$-Stückkosten: $k^{\varnothing} = \frac{\text{Gesamtkosten}}{\text{Produktionstionsmenge}}$

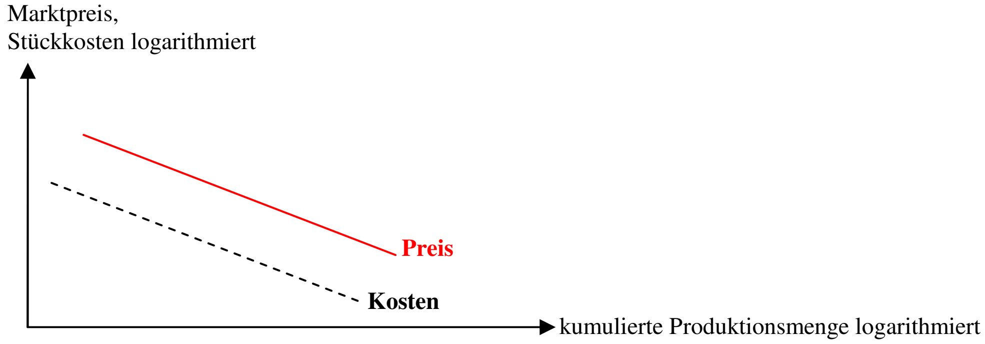
$$k^{\varnothing}(x_{07} - x_{05}) = \left[\int_{19500}^{29500} k(1) * x^{-b} dx\right] * \frac{1}{10000} = \frac{49{,}54}{-b+1} * x^{-b+1}\Big|_{19500}^{29500} * \frac{1}{10000}$$

$$= \frac{28.446{,}21 - 59.246{,}37}{10.000} = 1{,}92[GE]/[PE] \quad also \quad k^{\varnothing}$$

Wegen: $1{,}92[GE]/[PE]$ Eigenfertigung < $1{,}95[GE]/[PE]$ Fremdfertigung wird empfohlen, die Nachfrage durch Eigenfertigung zu befriedigen!

Aufgabe 5)

Hinweis: Verlaufsskizze, Skimming-Strategie



Formal:

$$\underbrace{k(x) = k(1) * x^{-b}}_{\text{logarithmieren}}$$

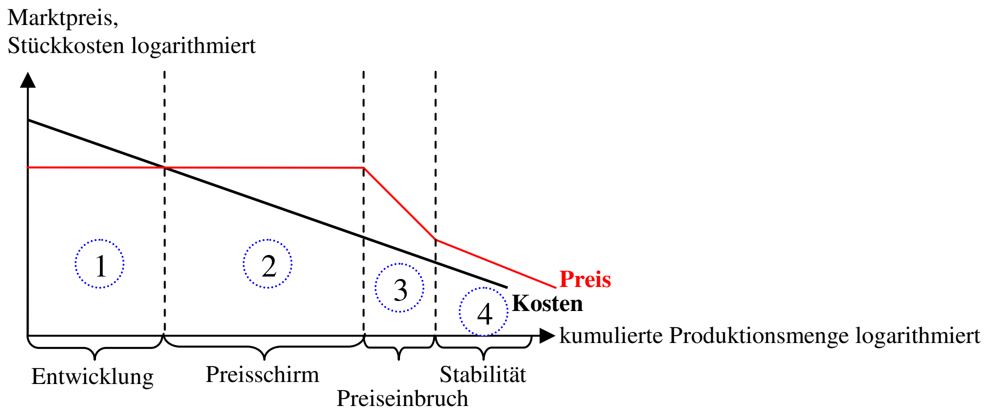
$$\underbrace{\log k(x)}_{\text{log Stückkosten}} = \underbrace{\log k(1)}_{\text{log Achsenabschnitt}} \underbrace{-b}_{\text{Steigung}} \underbrace{\log x}_{\text{kum. PM}}$$

$$p(x_t) = p(x_{t-1}) * (x_t / x_{t-1})$$

Logarithmierung wie oben!

$$\log p(x_t) = \log p(x_{t-1}) - b * (\log x_t - \log x_{t-1})$$

Penetrationsstrategie



1 Der Einführungsprozess wird zunächst zur Marktdurchdringung unterhalb der Grenzkosten gewählt ~> Verlust durch Niedrigpreispolitik

2 Obwohl die Verluste sinken, wird das Preisniveau konstant gehalten um die entstandenen Verluste auszugleichen.

3 Wegen der zunehmenden Gewinnspanne dringen neue Anbieter auf den Markt. Der verschärfte Wettbewerb führt zu einem Preisbruch.

4 Phase 3 bildet die Krisenperiode der Branche, mit der ein Konzentrationsprozess einhergeht. Schließlich wird wieder eine konstante Kosten-Preis-Relation erreicht. Der Preis entwickelt sich parallel zu den Kosten des Marktführers.

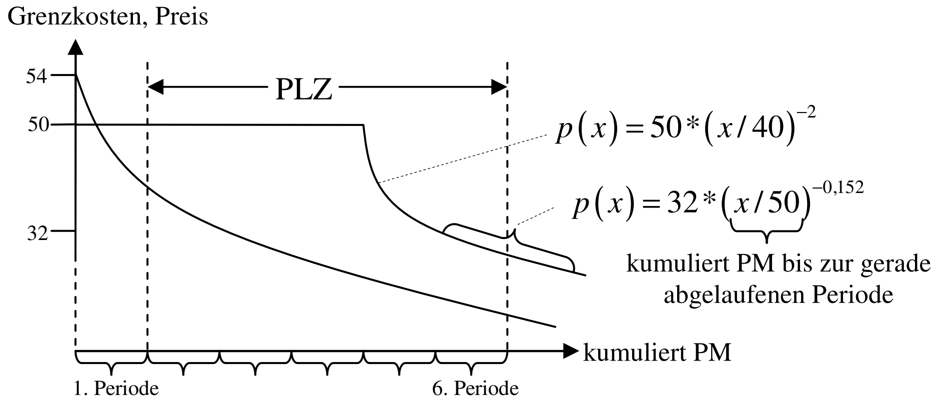
Fälle, in denen Niedrigpreispolitik vorzuziehen ist:

- wenn Kunden sensibel auf Preis reagieren
- wenn möglichst schnell große Abatzmengen erzielt werden sollen
- bei geringer Markenüberlegenheit
- wenn die Konkurrenz durch niedrige Preise abgeschreckt werden kann / soll

Aber:

- i. d. R. längere Amortisationsdauer als bei Skimming-Strategie
- geplante spätere Durchsetzung höherer Preise oft nicht möglich, da sich Kunden auf das niedrige Preisniveau eingestellt haben

Aufgabe 6)



$$E_p = 30*50 + \int_{40}^{50} 50*(x/40)^{-2}\,dx + \int_{50}^{60} 32*(x/50)^{-0,152}\,dx$$

$$= 1500 + \frac{\left(\frac{50}{40^{-2}}\right)}{-2+1} * \left(50^{-1} - 40^{-1}\right) + \frac{\left(\frac{32}{50^{-0,152}}\right)}{0,848} * \left(60^{0,848} - 50^{0,848}\right)$$

$$= 1500 + 400 + 315,47 = 2215,47$$

$$K_{ges} = \int_{10}^{60} 54 * x^{-0,152} dx = \frac{54}{0,848}\left(60^{0,848} - 10^{0,848}\right) = 63,68 * 25,15 = 1601,81$$

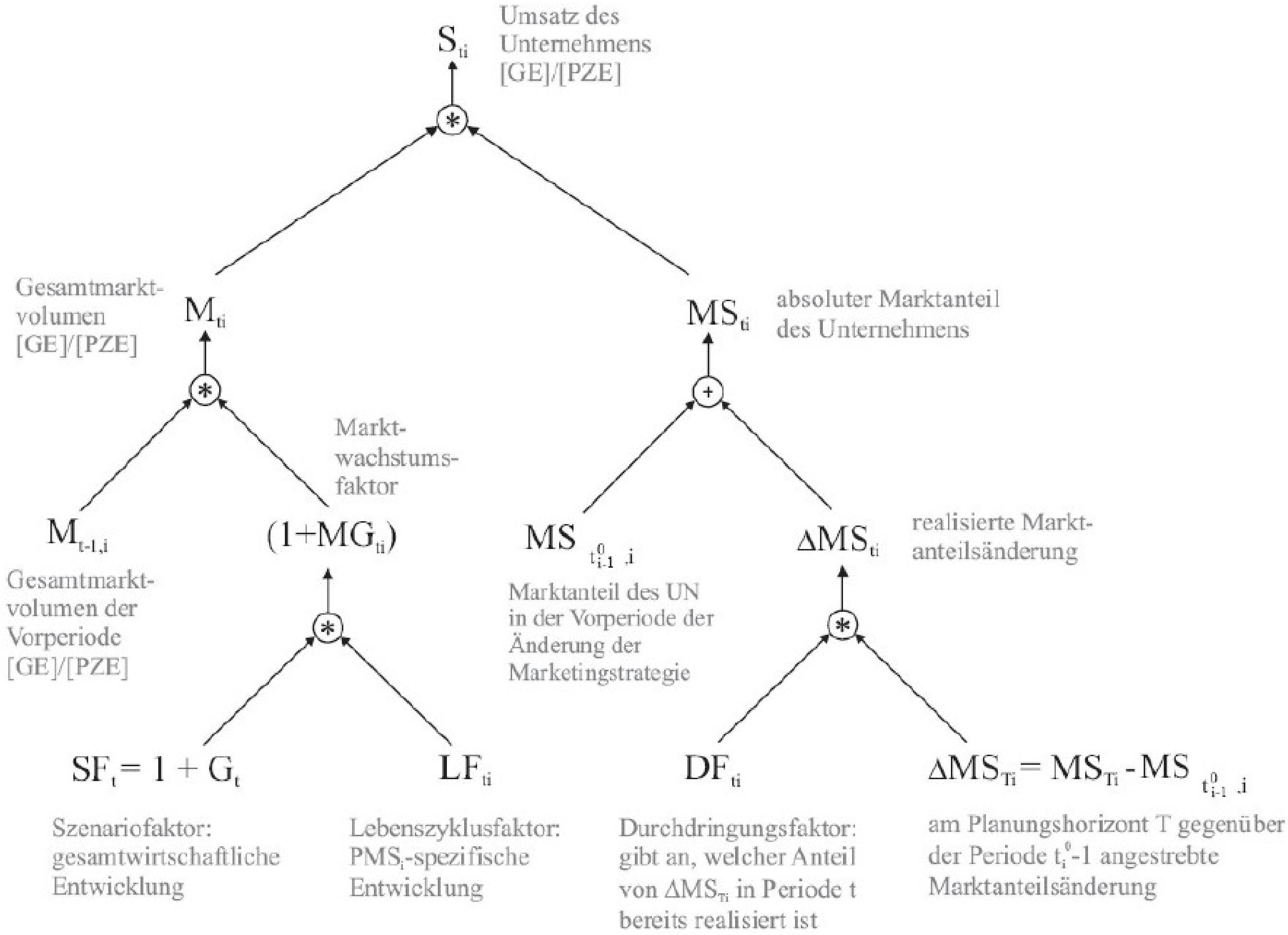
$$E_S = \int_{10}^{60} 50 * \underbrace{(x/10)}_{\substack{kum.PM \\ \text{in } t\text{-}1}}^{-0,152} dx = \frac{50/10^{-0,152}}{-0,152+1} x^{-0,152+1}\Big|_{10}^{60} = 2104,68$$

Der Erlös bei Verfolgung der Penetrations-Strategie ist höher als bei der Skimming-Strategie, deshalb sollte die Niedrigpreispolitik verfolgt werden.

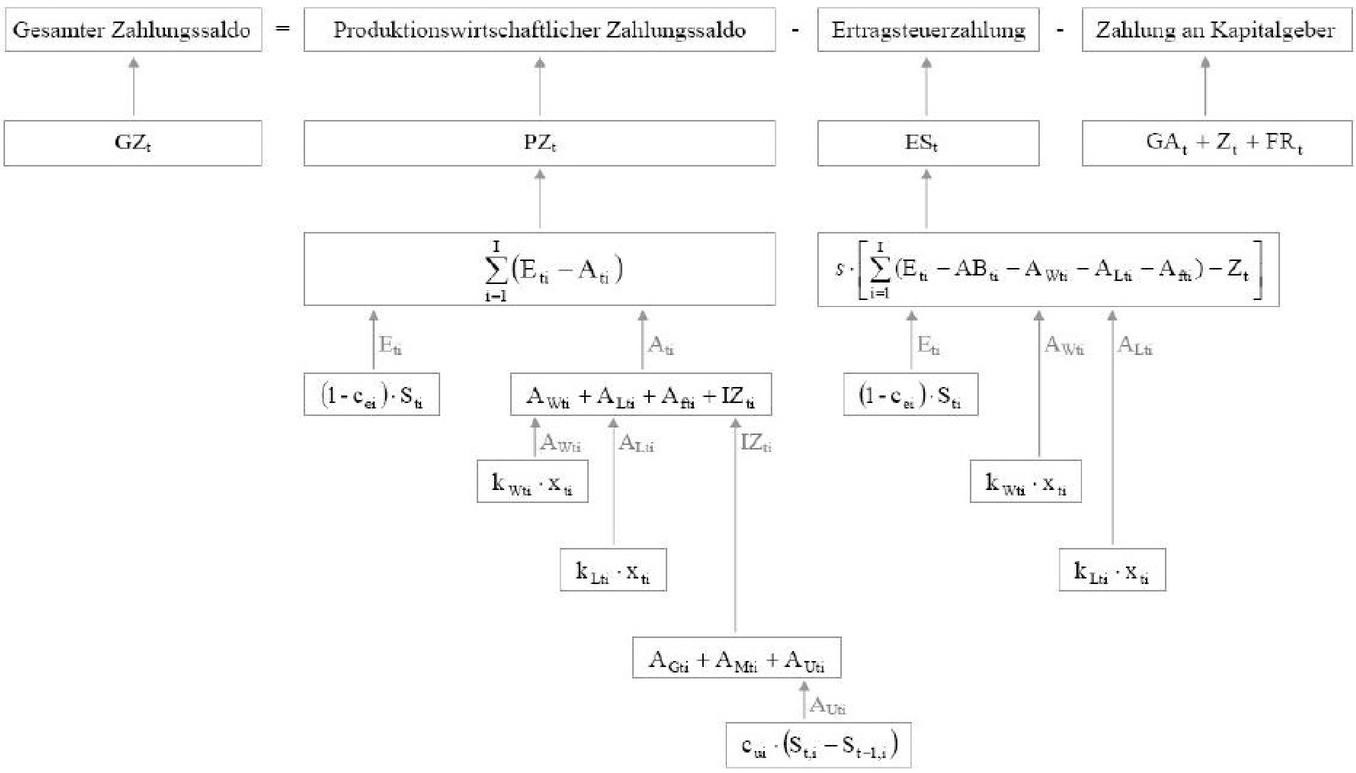
Aufgabe 7)

28.11.2006

Ansatz von Hax/Majluf zur Erstellung von Umsatzplänen



Ermittlung des gesamten Zahlungssaldos



Ziel der Aufgabe:
Überprüfung einer strategischen Ausrichtung in einem Produktfeld-Markt-Segment (PMS)

Abgabe konkreter Handlungsempfehlungen:
- Maßnahme auf PMS ist zu befürworten, gerade noch vorteilhaft oder abzulehnen.

Entscheidungskriterium: Bestimmung des Kapitalwerts *(Skript S. 34-35)*

$$C_0 = \sum (E_t - A_t - ES_t + FK_t - FR_t - Z_t) * (1+i)^{-t} + R_t * (1+i)^{-T}$$

Die Lösung der Aufgabe erfolgt über die schrittweise Ermittlung der KW-Bestandteile:

a) Ermittlung von Umsätzen / Einzahlungen für das betrachtete PMS i

Das Modell von Hax/Majluf ist ein Ansatz zur Planung von Umsätzen. Es dient hier als Grundlage für die Abschätzung von Einzahlungen. *(Skript S. 25)*

Umsatzplanung nach Hax/Majluf

$$S_{ti} = M_{ti} * MS_{ti}$$

1) Gesamtmarktvolumen M_{ti}:

gegeben: Berechnung über Szenario- und Lebenszyklusfaktor ist nicht erforderlich!

$$\boxed{M_{ti} = M_{t-1,i} * (1 + MG_{ti})}$$

$$M_{0i} = 7.000.000€$$

$$M_{1i} = 7.000.000 * (1 + MG_{1i}) = 7.000.000 * 1{,}1 = 7.700.000€$$

$$M_{2i} = 7.700.000 * 1{,}11 = 8.547.000€$$

$$M_{3i} = 8.547.000 * 1{,}12 = 9.572.640€$$

$$M_{4i} = 9.572.640 * 1{,}13 = 10.817.083{,}20€$$

2) absoluter Marktanteil MS_{ti}:

gegeben: Die Berechnung über Durchdringungsfaktor nicht notwendig!
linearer Abstieg von $t_0 = 17\%$ *auf* $t_4 = 21\%$

$\boxed{MS_0 = 17\%}$ $MS_1 = 18\%$ $MS_2 = 19\%$ $MS_3 = 20\%$ $\boxed{MS_4 = 21\%}$

3. Umsatz $S_{ti} = M_{ti} * MS_{ti}$ $\rightarrow$ *1) * 2)*

$$S_{0i} = 7.000.000 * 0{,}17 = 1.190.000€$$

$$S_{1i} = 7.700.000 * 0{,}18 = 1.386.000€$$

$$S_{2i} = 8.547.000 * 0{,}19 = 1.623.930€$$

$$S_{3i} = 9.572.640 * 0{,}20 = 1.914.528€$$

$$S_{4i} = 10.817.083{,}20 * 0{,}21 = 2.271.587{,}47€$$

4. Einzahlungen E_{ti}:

Für die KW-Ermittlung relevante Größe

$$E_{ti} = (1 - c_{eti}) * S_{ti}$$

c_{eti}: Erlösschmälerung *(Skript S. 30)*

$c_{e1i} = 3\%$ $c_{e2i} = 3{,}5\%$ $c_{e3i} = 4\%$ $c_{e4i} = 4{,}5\%$

linearer Anstieg über $t_3 = 4\%$

$E_{1i} = (1-0,030)*1.386.000 = 1.344.420€$

$E_{2i} = (1-0,035)*1.623.930 = 1.567.092,45€$

$E_{3i} = (1-0,040)*1.912.528 = 1.837.946,88€$

$E_{4i} = (1-0,045)*2.271.587,47 = 2.169.366,03€$

b) Ermitteln Sie die Summe der Investitionsauszahlungen pro Jahr und den produktionswirtschaftlichen Zahlungssaldo

1. Ermittlung der jährlichen Investitionsauszahlungen IZ_{ti}:

$IZ_{ti} = A_{Gti} + A_{Mti} + A_{Uti}$

(a) A_{Gti}: gegeben!

$A_{G1i} = 500.000€$

$A_{G2i} = 150.000€$

(b) A_{Mti}: gegeben!

$A_{M1i} = 200.000€$

$A_{M2i} = 150.000€$

(c) A_{Uti}: Besonderheit

Das „U" steht hier für Umlaufvermögen, das sich vereinfacht in Werkstoffvermögen (Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe) und Forderungsvermögen aufspalten lässt.
Allerdings setzt sich A_{Uti} nicht aus der Höhe der Auszahlungen für Werkstoffe (~> A_{Wti}) und der Höhe der Forderungen in t zusammen. Vielmehr soll hier die Veränderung des im KV gebundenen Kapitals in Periode t erfasst und berücksichtigt werden. Erhöht sich der Bestand an Werkstoffen bzw. Forderungen, so kann das darin gebundene Kapital nicht für alternative Investitionen verwendet werden.

$A_{Uti} = c_{Ui} * \left(S_{ti} - S_{t-1,i}\right)$

c_{Ui}: *Verhältnis des Umlaufvermögens zu den Umsätzen*

$A_{U1i} = 0,22*(1.386.000 - 1.190.000) = 43.120€$

$A_{U2i} = 0,22*(1.623.930 - 1.386.000) = 52.344,60€$

$A_{U3i} = 0,22*(1.914.528 - 1.623.930) = 63.931,56€$

$A_{U4i} = 0,22*(2.271.587,47 - 1.914.528) = 78.553,08€$

(d)

$IZ_{1i} = 500.000 + 200.000 + 43.120,00 = 743.120,00€$

$IZ_{2i} = 150.000 + 150.000 + 52.344,60 = 352.344,60€$

$IZ_{3i} = 0 + 0 + 63.931,56 = 63.931,56€$

$IZ_{4i} = 0 + 0 + 78.553,08 = 78.553,08€$

2 Ermittlung des produktionswirtschaftlichen Zahlungssaldos PZ_{ti}:

Ermittlung des gesamten Zahlungssaldos $PZ_{ti} = E_{ti} - A_{Wti} - A_{Lti} - A_{fti} - IZ_{ti}$ *(Graphik)*

	t_1	t_2	t_3	t_4
E_{ti}	1.344.420	1.567.092,45	1.837.946,88	2.169.366,04
$-A_{Wti}$	500.000	500.000	500.000	500.000
$-A_{Lti}$	750.000	500.000	375.000	650.000
$-A_{fti}$	100.000	100.000	100.000	100.000
$-IZ_{ti}$	743.120	352.344,60	63.931,56	78.553,08
$=PZ_{ti}$	**-748.700**	**114.747,85**	**799.015,32**	**840.812,95**

c) Bestimmung des gesamten Zahlungssaldos sowie des Kapitalwertes

1. Gesamter Zahlungssaldo GZ_{ti} :

Ertragssteuerzahlungen ES_{ti} :

hier: $ES_{ti} = s*\left(E_{ti} - AB_{ti} - A_{Wti} - A_{Lti} - A_{fti}\right)$

Vergleich mit produktionswirtschaflichen Zahlungssaldo:

$ES_{ti} = s*\left(PZ_{ti} + IZ_{ti} - AB_{ti}\right)$

a) Berechnung der Abschreibungshöhen AB_{ti} :

Gebäude: keine AB zu berücksichtigen!
Maschinen:

- Nutzungsdauer: 4Jahre
- Inv. in Maschinen: $t_1 = 200.000€ \quad t_2 = 150.000€$

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
Inv. aus t_1 200.000/4=50.000	50.000	50.000	50.000	50.000	
Inv. aus t_2 150.000/4=37.500		37.500	37.500	37.500	~~37.500~~
$= AB_{ti}$	**50.000**	**87.500**	**87.500**	**87.500**	

(b) Berechnung der Ertragssteuerzahlungen ES_{ti} :

$ES_{1i} = 0,4*\left(-748.700 + 743.120 - 50.000\right) = 0,4*-55.580 = -22.232€!$

Da in dieser Periode ein Verlust gemacht wird (SBG ≙ Gewinn/Verlust), wird dieser Verlust als Reduktion der nächstjährigen SBG mitgenommen (Verlustvortrag).

$ES_{1i} = 0 \rightarrow Verlustvortrag\ von\ 55.580€$

$ES_{2i} = 0,4*\left(114.747,85 + 352.344,60 - 87.500 - 55.580\right) = 129.604,98€$

$ES_{3i} = 0,4*\left(799.015,32 + 63.931,56 - 87.500\right) = 310.178,75€$

$ES_{4i} = 0,4*\left(840.812,95 + 78.553,08 - 87.500\right) = 332.746,41€$

(c) Gesamter Zahlungssaldo GZ_{ti} :

$GZ_{ti} = PZ_{ti} - ES_{ti}$

	t_1	t_2	t_3	t_4
PZ_{ti}	-748.700	114.747,85	799.015,32	840.812,95
$-ES_{ti}$	0	129.604,98	310.178,75	332.746,41
$=GZ_{ti}$	**-748.700**	**-14.857,13**	**488.836,57**	**508.066,54**

2. Kapitalwert C_0 :

$C_0 = GZ_{1i}*1,1^{-1} + GZ_{2i}*1,1^{-2} + GZ_{3i}*1,1^{-3} + GZ_{4i}*1,1^{-4} = 21.371,45€$

Die geplante Wachstumsstrategie ist zu befürworten!

(d) Verlustvortrag / Verlustausgleich

Verlustvortrag: Die SBG (Steuerbemessungsgrundlage) mindert sich im Folgejahr des Verlustjahres in Höhe des Verlustes!

Sofortiger Verlustausgleich: Anrechnung einer Minderung der Steuerlast einer Tochtergesellschaft in Höhe des Ertragsteuerbetrags sofort im Jahr des Verlustes

Vergleich

$$C_o^{VV} = \frac{-748.780}{1,1} + \frac{-14.857,13}{1,1^2} + ... = 21.371,45$$

$$C_o^{VA} = \frac{-748.780 + 22.232}{1,1} + \frac{-14.857,13 - 22.232}{1,1^2} + ... = 23.208,80€$$

Ein sofortiger Verlustausgleich führt immer zu einem höheren und damit relativ vorteilhafterem KW!
Grund: Der Verlustausgleich wirkt unmittelbar in der betrachteten Periode. Der Verlustvortrag wird dagegen erst eine Periode später wirksam. Durch die Diskontierung des Zahlungsstroms verursacht eine früher wirksame positive Zahlung einen positiven Zinseffekt.

Aufgabe 8)
Def: *flexible Planung*
Eine Planung, die die zu Beginn des PZR zu unternehmenden Handlungen endgültig und die während des PZR zu ergreifenden Aktionen nur bedingt festlegt, bezeichnet man als flexible Planung.

Die flexible Planung (Neuproduktplanung) berücksichtigt die Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmter Umweltzustände. Darstellung kann mithilfe eines Entscheidungsbaums getroffen werden.

zu a)
1) Welche Entscheidungen stehen an?
- Glühweinverkauf allein
- zusätzliche Arbeitskraft (AK) einstellen
    - für zwei Wochen ~> 700GE/Woche
    - nur für die erste Woche ~> 620GE/Woche
    - nur für die zweite Woche ~> 800GE/Woche ~> (a)
    - für die erste Woche mit Entscheidung am Ende der ersten Woche, ob für die zweite Woche auch eine AK beschäftigt werden soll ~>(b) Punkt 2 einordnen

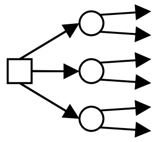
Entscheidungsknoten:
Ursprung von Pfeilen unterschiedlich möglicher Handlungsalternativen (beeinflussbar)

2) Welche möglichen Umweltzustände müssen beachtet werden?
(a) erste Woche: Wetter gut (schlecht): 60% (40%)
(b) zweite Woche: Wetter gut (schlecht): 40% (60%)
Zufallsknoten: Ursprung von Pfeilen unterschiedlich möglicher Umweltzustände (nicht beeinflussbar)

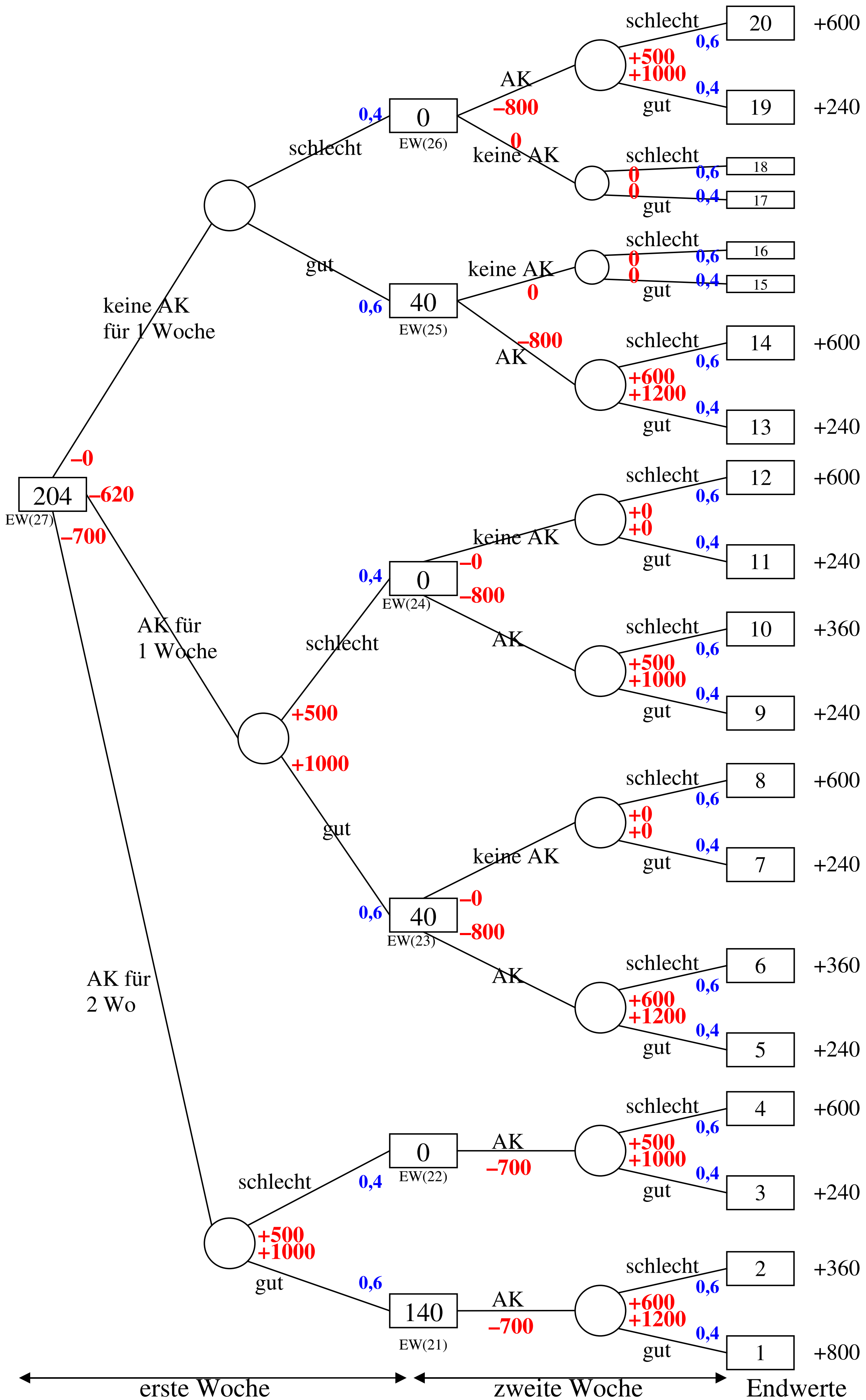
3) Welche Zahlungen sind in welchen Fall zu erwarten?
(a) Gehaltszahlungen siehe 1)
(b) Zuwachs des Einzahlungsüberschuss (EÜ) durch zusätzliche AK
- 1. Woche: Wetter gut (schlecht) 1000 (500) GE/Woche
- 2. Woche: Wetter gut (schlecht) 1200 (600) GE/Woche aber nur dann, falls gutes Wetter in 1. Woche, sonst siehe EÜ 1. Woche

4) Startpunkt: Entscheidung, ob in der ersten Woche
- keine zusätzliche AK eingestellt wird
- eine zusätzliche AK eingestellt wird
- für zwei Wochen eine zusätzliche AK eingestellt wird

5) Berücksichtigung der Umwelteinflüsse
- Die Pfeile der Handlungsalternativen münden in Zufallsknoten. Aus diesen Gründen gehen jeweils zwei Pfeile der möglichen Wetterbedingungen hervor.
- nicht beeinflussbar; es sind Eintrittswahrscheinlichkeiten gegeben.



6) Entscheidungen für die zweite Woche treffen und Umwelteinflüsse berücksichtigen.



schlecht
20
+600
0,6
+500
+1000
AK
0,4
19
+240
gut
0,4
0
–800
EW(26)
schlecht
0
keine AK
schlecht
18
0,6
0
0
0,4
17
gut
schlecht
16
0,6
keine AK
0
0,4
15
gut
0,6
40
0
EW(25)
–800
schlecht
14
+600
AK
0,6
keine AK
für 1 Woche
+600
+1200
0,4
13
+240
gut
–0
schlecht
12
+600
204
–620
0,6
EW(27)
+0
+0
–700
keine AK
0,4
11
+240
gut
0,4
–0
0
–800
EW(24)
schlecht
10
+360
AK für
1 Woche
AK
0,6
schlecht
+500
+1000
0,4
9
+240
gut
+500
+1000
schlecht
8
+600
0,6
gut
+0
+0
keine AK
0,4
7
+240
gut
–0
0,6
40
–800
EW(23)
schlecht
6
+360
AK
AK für
2 Wo
0,6
+600
+1200
0,4
5
+240
gut
schlecht
4
+600
AK
0
0,6
–700
+500
+1000
schlecht
0,4
EW(22)
0,4
3
+240
gut
+500
+1000
schlecht
2
+360
0,6
gut
0,6
AK
140
+600
+1200
–700
0,4
EW(21)
1
+800
gut
erste Woche
zweite Woche
Endwerte

zu b)
Um die opt. Politik im Rahmen einer flexiblen Planung bestimmen zu können, benötigt man die max Erwartungswerte (EW) der Entscheidungsknoten 21 bzw. 27.

$$EW(21) = 0,6*600 + 0,4*1200 - 700 = 140$$

$$EW(22) = 0,6*500 + 0,4*1000 - 700 = 0$$

$$EW(23) = \max\{[0,6*600 + 0,4*1200 - 800];[0,6*0 + 0,4*0 - 0]\} = \max\{[40;0]\} = 40$$

$$EW(24) = \max\{[0,6*500 + 0,4*1000 - 800];0\} = \max\{[-100;0]\} = 0$$

$$EW(25) = \max\{[0,6*600 + 0,4*1200 - 800];0\} = \max\{[40;0]\} = 40$$

$$EW(26) = \max\{[0,6*500 + 0,4*1000 - 800];0\} = \max\{[-100;0]\} = 0$$

$$EW(27) = \max\{[(1000+140)*0,6 + (0+500)*0,4 - 700];[1000*0,6 + 500*0,4 - 620];[40*0,6 + 0]\}$$

$$= \max\{[184;204;24]\} = 204$$

Die opt. Politik lautet demnach:

(1) Zu Beginn der ersten Weihnachtswoche lautet die Unbedingte Entscheidung:

- Einstellung einer zusätzlichen AK nur für die erste Woche

(2) Für die zweite Woche existieren damit lediglich bedingte Entscheidungen. Diese hängen von der Ausprägung der Zufallsvariablen („Wetter") ab.

- $EW(23) = \max\{[40;0]\}$: Wenn das Wetter in der ersten Woche gut war, sollte für die zweite Woche wiederum eine Person beschäftigt werden.
- $EW(24) = \max\{[-100;0]\}$: Wenn das Wetter in der ersten Woche schlecht war, sollte für die Weihnachtswoche keine Zusatzkraft mehr eingestellt werden.

zu c)
Wenn für die erste (zweite) Woche schlechtes (gutes) Wetter als sicher angesehen werden kann, sind zur Ermittlung der optimalen Politik bei starrer Planung lediglich Entscheidungsknoten 3, 9, 11, 17 und 19 hinsichtlich ihrer EÜ zu vergleichen.

$$EÜ(3) = -700 + 500 - 700 + 1000 = 100$$

$$EÜ(9) = -620 + 500 - 800 + 1000 = 80$$

$$EÜ(11) = -620 + 500 - 0 + 0 = -120$$

$$EÜ(17) = 0 - 800 + 1000 = 200$$

$$EÜ(19) = 0$$

Die opt. Politik besteht also darin, in der ersten Woche keine zusätzliche AK einzustellen und in der zweiten Woche eine AK zu beschäftigen.
Also 1. Woche: keine AK und 2. Woche: AK

Aufgabe 9)

Es lassen sich zwei Grundtypen von Anordnungsbeziehungen unterscheiden. (Skript S. 60)
Vorgang i: Schokolade erhitzen
Vorgang j: heiße Schokolade mit Pinsel (auf Plätzchen) auftragen

Verzögerungsschritt: Schokoladenzustand Fest ~> Flüssig ~> Fest

$$\left.\begin{array}{l}\text{zeitlicher Mindestabstand (Grundtyp I)}\\ t_j \geq t_i + \tau_1\end{array}\right\} (1)$$

$t_j :=$ Beginn des Auftragens

$t_i :=$ Beginn des Erhitzens

$\tau_1 :=$ Zeit von fest ~> flüssig

$$\left.\begin{array}{l}\text{zeitlicher Mindestabstand (Grundtyp II)}\\ t_j \leq t_i + \tau_1 + \tau_2\end{array}\right\} (2)$$

$\tau_1 + \tau_2 := \tau_{ges}$

$\tau_2 :=$ Zeit von flüssig zu fest

Überführung in die Standardform dem Linearen Ungleichung liefert: „$\geq$"

zu 1) $\Leftrightarrow t_j - t_i \geq \tau_1 =: c_{ij}$

zu 2) $\Leftrightarrow t_i - t_j \geq -(\tau_1 + \tau_2)$

zeitliche Abhängigkeiten: Ergänzungen zur Vorlesung.

A) Jeder Vorgang i kann frühestens unmittelbar nach Projektbeginn starten ~> (stets!)

$t_i - t_q \geq 0 \quad \forall i = 1(1)I$

B) Das Projektende kann frühestens dann erfolgen, wenn alle Vorgänge beendet sind ~> (immer!)

$t_S - t_q \geq d_i \quad \forall i = 1(1)I$

zu Aufgabe 9a)
Formale Darstellungen der Abstandsbeziehungen
Symbole: "$\geq$" kann frühestens; "$\leq$" muss spätestens

a) Die Kraftstromleitungen können frühestens nach Beginn des Projekts verlegt werden

$t_1 \geq t_0 \Leftrightarrow \boxed{t_1 - t_0 \geq 0}$

b) Mit Verlegen der Leitungen t_2 kann frühestens, … wenn t_1 abgeschlossen

$t_2 \geq t_1 + 3 \Leftrightarrow \boxed{t_2 - t_1 \geq 3}$

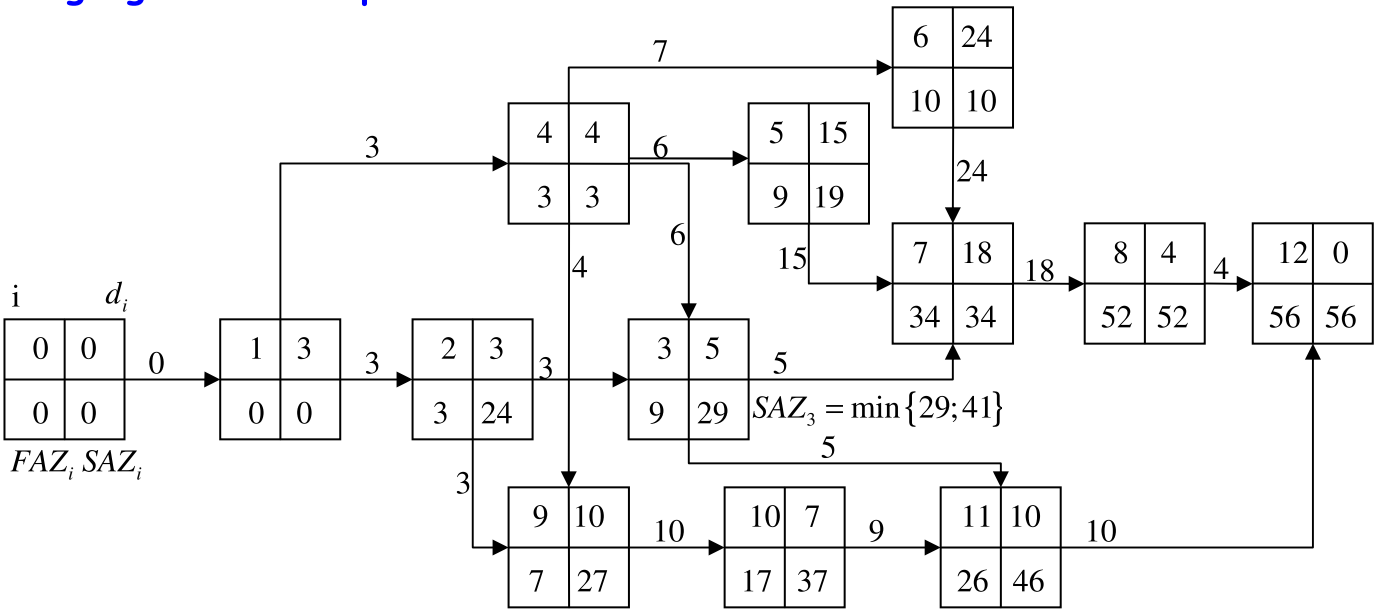
Die beiden nicht im Text enthaltenen Ungleichungen gewährleisten, dass das Projektende nicht erfolgen kann, bevor nicht die Vorgänge 8 und 11 abgeschlossen sind!

Zur Ermittlung der FAZ_i und SAZ_i gelten:

I) Vorwärtsrechnung: $FAZ_i = \max\ h \in \Gamma^{-1}(i)\{FAZ_i + c_{hi}\}\ mit\ FAZ_q = 0$

II) Rückwärtsrechnung: $SAZ_i = \min\ j \in \Gamma(i)\{SAZ_j + c_{ij}\}\ mit\ SAZ_S = T\ und\ c_{ij} \geq 0$

Vorgangsknotennetzplan



Abstandsbeziehungen

t_i: Anfangszeitpunkt des Vorgangs i (mit t_0: Projektbeginn; t_{12}: Projektende)

$$
\begin{array}{rcl@{\qquad}rcl}
t_1 \geq t_0 & \Leftrightarrow & t_1 - t_0 \geq 0 & t_5 \geq t_4 + 4 + 2 & \Leftrightarrow & t_5 - t_4 \geq 6 \\
t_2 \geq t_1 + 3 & \Leftrightarrow & t_2 - t_1 \geq 3 & t_7 \geq t_6 + 24 & \Leftrightarrow & t_7 - t_6 \geq 24 \\
t_2 + 3 \leq t_9 & \Leftrightarrow & t_9 - t_2 \geq 3 & t_7 \geq t_3 + 5 & \Leftrightarrow & t_7 - t_3 \geq 5 \\
t_3 \geq t_2 + 3 & \Leftrightarrow & t_3 - t_2 \geq 3 & t_7 \geq t_5 + 15 & \Leftrightarrow & t_7 - t_5 \geq 15 \\
t_3 \geq t_4 + 4 + 2 & \Leftrightarrow & t_3 - t_4 \geq 6 & t_8 \geq t_7 + 18 & \Leftrightarrow & t_8 - t_7 \geq 18 \\
t_{11} \geq t_3 + 5 & \Leftrightarrow & t_{11} - t_3 \geq 5 & t_9 \geq t_4 + 4 & \Leftrightarrow & t_9 - t_4 \geq 4 \\
t_4 \geq t_1 + 3 & \Leftrightarrow & t_4 - t_1 \geq 3 & t_{10} \geq t_9 + 10 & \Leftrightarrow & t_{10} - t_9 \geq 10 \\
t_4 + 4 \leq t_6 - 3 & \Leftrightarrow & t_6 - t_4 \geq 7 & t_{11} \geq t_{10} + 7 + 2 & \Leftrightarrow & t_{11} - t_{10} \geq 9
\end{array}
$$

Allg. gilt: $\underbrace{GP_i}_{\text{stets pos.}} \geq \underbrace{FP_i}_{\text{stets pos.}} \geq \underbrace{UP_i}_{\text{ggf neg.}}$

Für kritische Vorgänge gilt $AP_i = 0$

Es gilt:
wenn $GP_i = 0,\ dann\ FP_i = 0$
wenn $GP_i = 0,\ dann\ UP_i = 0$

Es gilt nicht:
wenn $FP_i = 0,\ dann\ UP_i = 0$

b) Bestimmung der Pufferzeiten

Pufferzeiten werden nur für echte Vorgänge ermittelt, also nicht für die fiktiven Vorgänge

1. Ermittlung der ges. Pufferzeit AP_i

Vorgang i	$GP_i = SAZ_i - FAZ_i$
1	0 – 0 = 0
2	24 – 3 = 21
3	29 – 9 = 20
4	3 – 3 = 0
5	19 – 9 = 10
6	10 – 10 = 0

7	34 – 34 = 0
8	52 – 52 = 0
9	27 – 7 = 20
10	37 – 17 = 20
11	46 – 26 = 20

Hinweis kritischer Weg: 0 – 1 – 4 – 6 – 7 – 8 – 11

2. Ermittlung der FP_i

Vorgang i:

$$FP_i = \min_{j\in\Gamma(i)}\{FAZ_j - c_{ij}\} - FAZ_i$$

1	Wegen $GP_1 = 0$ folgt $FP_1 = 0$
2	$\min\{9-3;7-3\}-3=1$
3	$\min\{34-5;26-5\}-9=12$
4	$\min\{10-7;9-6;9-6\}-3=0$
5	$(34-15)-9=10$
6	$(34-24)-10=0$
7	$(52-18)-34=0$
8	$(56-4)-52=0$
9	$(17-10)-7=0$
10	$(26-9)-17=0$
11	$(56-10)-26=20$

3. Ermittlung der UP_i

Vorgang i:

$$UP_i = \min_{j\in\Gamma(i)}\{FAZ_j - c_{ij}\} - \max_{h\in\Gamma^{-1}(i)}\{SAZ_h + c_{hi}\}$$

1	$GP_1 = 0 \to UP_1 = 0$
2	$4-(0+3)=1$
3	$21-\max\{24+3;3+6\}=-6$
4	$GP_4 = 0 \to UP_4 = 0$
5	$19-(3+6)=10$
6	$GP_6 = 0 \to UP_6 = 0$
7	$GP_7 = 0 \to UP_7 = 0$
8	$GP_8 = 0 \to UP_8 = 0$
9	$7-\max\{24+3;3+4\}=-20$
10	$17-(27+10)=-20$
11	$46-(37+9)=0$

Ergänzungen zu Kapitel 4.2.1

Bestimmung optimaler Losgrößen

Im Rahmen er Losgrößenplanung ist festzulegen wie viele Mengeneinheiten einer Produktart des Los / Serie / Auftrag / Job ohne Unterbrechung durch die Fertigung einer anderen Produktart hintereinander in einem Arbeitssystem herzustellen sind.

Problemstellung
Es ist diejenige Losgröße zu bestimmen, bei der die Summe aus Rüst- und Lagerkosten minimal wird / ist.

Rüstkosten
z. B. Kosten durch Umstellung

Lagerkosten
z. B. Personal- / Mietkosten etc.

Problem besteht darin, das bei umfangreicheren Losgrößen zwar seltener umgerüstet werden muss, wodurch $K_R \downarrow$, der $\varnothing LB$ jedoch steigt, wodurch $K_L \uparrow$ et vice versa (umgekehrt).

Variable:
- gesucht x: Losgröße in [ME/Los]
- Parameter bekannt ~> Skript S. 65

Annahmen:
- offene Produktion
- $V_P > V_A$ wodurch es zur Bildung von Lagerbeständen kommt
- Lagerabgang erfolgt kontinuierlich und linear
- …

1) Lagerhaltungskosten

$$K_L = k_L * \varnothing LB$$

$$LB(t_p) = LZ(t_p) - LA(t_p) = t_p * v_p - t_p * v_A = t_p(v_p - v_A)$$

$$\Rightarrow K_L = k_L * 1/2 t_p (v_p - v_A)$$

will man nun K_L in Abhängigkeit der Losgröße x ausdrücken, so bietet sich an:

$$x = t_p * v_P = t_A * v_A$$

$$K_L = k_L * 1/2 \underbrace{t_p v_p}_{=x} (1 - v_A / v_p) = k_L * 1/2 x (1 - v_A / v_p)$$

Daran sieht man, dass Losgröße x möglichst niedrig gewählt werden sollte, wenn man Lagerkosten gering halten möchte.
~> Niedrige Losgröße ~> häufiges Umrüsten der Maschinen

2) Rüstkosten

$$K_R = k_R * \underbrace{x_H / x}_{=h}$$

Der Rüstkostensatz gibt an, wie viel [GE] eine Maschinenumstellung kosten

3) Gesamte entscheidungsrelevante Kosten

$$K_G(x) = K_L(x) + K_R(x) = k_L * 1/2x(1 - v_A/v_P) + k_R * x_H/x$$

$$Min\ K_G(x)! \quad \Rightarrow \quad K'_G(x)$$

$$\Rightarrow x^* = \sqrt{\frac{2x_H k_R}{(1 - v_A/v_P)k_L}} \quad [\text{ME/Los}] \quad (v_P > v_A) \qquad K''_G > 0$$

Zielkonflikt:

$k_R \uparrow \Rightarrow x^* \uparrow \qquad k_L \uparrow \Rightarrow x^* \downarrow$

Ergänzung zu Kapitel 4.2.3.

Ablaufplanung bei Reihenfertigung

Für die Reihenfertigung ist charakteristisch, dass alle $A_1, A_2, ..., A_N$ Aufträge die vorhandenen $m_1, ..., m_M$ Fertigungsstufen / Maschinen / Stufen in derselben Reihenfolge durchlaufen.

Problem

Gesucht ist für jede Fertigungsstufe m mit m=1(1)M, diejenige Auftragsfolge s_m, für die bei geg. Maschinenfolge q die Zykluszeit $t_{\max}$ minimiert (im Sinne von optimiert) wird.

Bei s_m handelt es sich um einen Vektor, der die Reihenfolge der N Aufträge auf der Maschine m ausgibt. Hat man für M Maschinen die Auftragsfolge s_m ermittelt, so lassen sich diejenigen Zeitpunkte bestimmen, zu denen auf Maschine m die Bearbeitung des Auftrags n abgeschlossen sein wird.

Ablaufplan

$$TP = \underbrace{\begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdots & t_{1N} \\ t_{21} & & & \vdots \\ \vdots & & & \\ t_{M1} & & & t_{MN} \end{pmatrix}}_{Auftrag\ 1} \begin{matrix} \leftarrow \text{Maschine 1} \\ \\ \\ \\ \end{matrix}$$

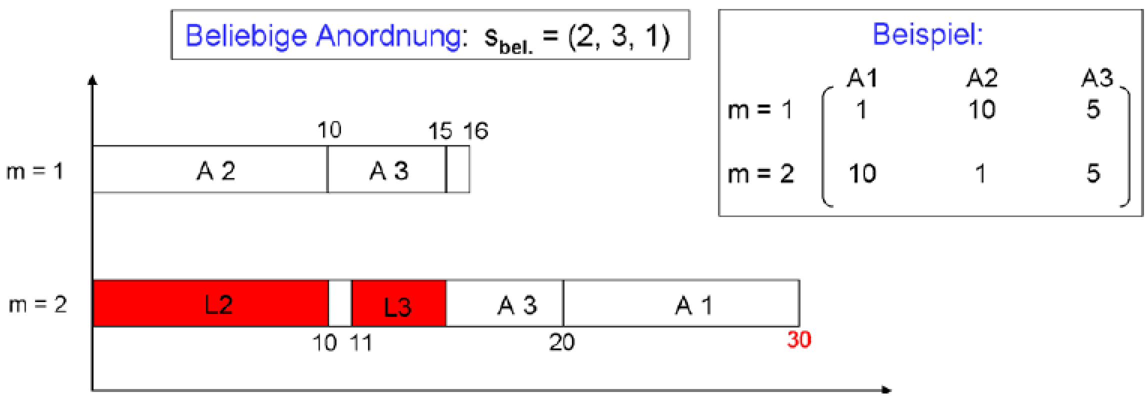
Sei hier

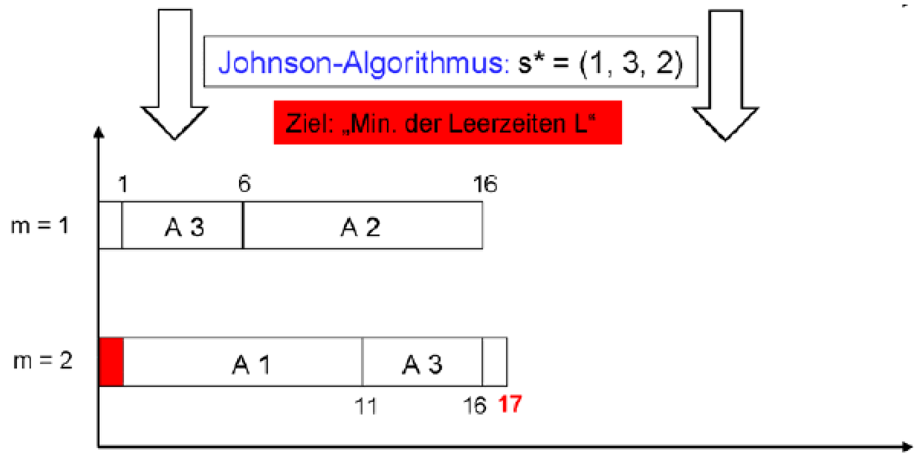
1) $M = 2 \;\hat{=}\;$ zweistufige Fertigung
2) Die gesuchte Auftragsfolge sei auf beiden Maschinen identisch $s_1 = s_2 = s!$

Der Johnson-Algorithmus ~> S. 72

Ausgangsbeispiel

Ziel: möglichst keine Leerzeiten auftreten zu lassen





Problem
besteht darin, die Leerzeiten (L_i) auf Fertigungsstufe m=2 zu minimieren, um dadurch die Zykluszeit insgesamt zu minimieren. Daher kurze Aufträge vorne auf 1. Stufe (s. Handout!).

Aufgabe 10

Für die Matrix der Bearbeitungsdauern gilt:

$$P = \begin{array}{c} \begin{pmatrix} 15 & 13 & 12 & 3 & 7 \\ 12 & 11 & 8 & 9 & 12 \end{pmatrix} \begin{array}{l} \leftarrow M_1 \\ \leftarrow M_2 = p_{2k} + d \end{array} \\ \begin{array}{ccccc} \uparrow A_1 & \uparrow A_2 & \uparrow A_3 & \uparrow A_4 & \uparrow A_5 \end{array} \end{array}$$

Johnsen-Algorithmus

1. Schritt

Bestimme Auftrag n^*, für den gilt $\min\{p_{1n}, p_{2n} \mid n \in 1,2,3,4,5\} = p_{14} = 3 \rightarrow n_1 = 4(Auftrag\ 4)$

2. Schritt

Da die min Bearbeitungsdauer gleich p_{1n}^*, so ist Auftrag D an die kleinste (noch nicht belegte Stelle) der Auftragsfolge VORN zu setzten. $\Rightarrow s^*(D,\bullet,\bullet,\bullet,\bullet)$

3. Schritt

Aus der Liste der noch nicht geordneten Aufträge wird nun der Auftrag D gestrichen. Ausschließlich beginnt man wieder mit Schritt 1, da noch nicht alle Aufträge einsortiert sind

$$P = \begin{pmatrix} 15 & 13 & 12 & 3 & 7 \\ 12 & 11 & 8 & 9 & 12 \end{pmatrix}$$

1. Schritt

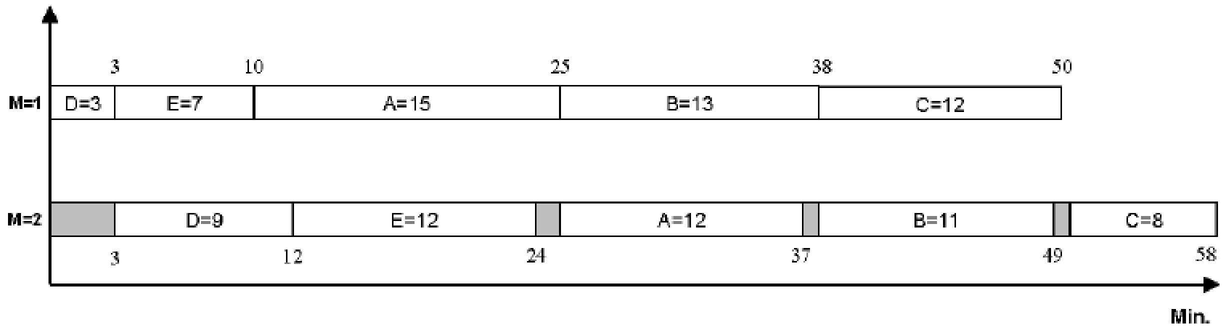
$\min\{p_{1n}, p_{2n} \mid n \in 1,2,3,5\} = p_{15} = 7 \;\Rightarrow\;$ Auftrag $n^* = 5 = E$

$\Rightarrow s^*(D,E,\bullet,\bullet,\bullet)$ usw. $\Rightarrow s^*(D,E,A,B,C)$

Erklärung produktwirtschaftlicher Zusammenhänge
1) Hier Idee Johnson-Algorithmus erklären
2) In dieser Aufgabenstellung liegt eine Besonderheit aufgrund des Lebewesens (statt Produktionsgut) vor. Daher müsste normalerweise des Einfangens des Vogels von 2 Min als Leerzeit auf Stufe M_1 berücksichtigt werden. Dadurch würde A auf M_2 erst bei 27 (statt 25) beginnen und die minimale Zykluszeit sich von 58 auf 60 erhöhen. Diese Diskrepanz braucht aus produktionswirtschaftlicher Sicht aber nicht berücksichtigt zu werden.

b) Für die optimale Auftragfolge $s^*(D,E,A,B,C)$ kann nun der optimale Ablaufplan ermittelt werden

$$TP^* = \begin{pmatrix} 25^{[5]} & 38^{[7]} & 50^{[9]} & 3^{[1]} & 10^{[3]} \\ 37^{[6]} & 49^{[8]} & \underbrace{58^{[10]}}_{\text{min. Zykluszeit}} & 12^{[2]} & 24^{[4]} \end{pmatrix}$$



Das Verfahren von Campbell / Dudek / Smith (Heuristik) ist im Gegensatz zu Johnson-Algorithmus bei drei und mehrstufiger Reihenfertigung anwendbar. Durch Aggregation aufeinander folgender Maschinen wird das drei- und mehrstufige Problem auf ein zweistufiges Problem reduziert!

Aufgabe 11

Bestimmung Bearbeitungsdauer-Matrix

	M_1	M_2	M_3
A=0,331	3 sek/St. * 10.000St. / 60 sek/Min + 30Min = 530[Min]	3*10.000/60+10=510	60
B=0,51	3/60*20.000+30=1030	2010	110
C=11	180	610	25

Nun CDS-Verfahren

Erweiterung des optimalen Johnson-Verfahrens zu einer einfachen schnellen Heuristik (!) für Probleme $M \geq 3$. Dazu werden M-1 künstliche 2-Maschinenprobleme gebildet. Aus diesen Lösungen wird schließlich die beste genommen.

I)

1. Schritt:

fiktive Maschine 1 $(= M_1)$

fiktive Maschine 2 $(= M_2)$

$$P^1 = \begin{array}{c} \begin{pmatrix} 530 & 1030 & 180 \\ 60 & 110 & 25 \end{pmatrix} \end{array} \begin{array}{l} M_1 \\ M_2 \end{array}$$

~> Johnson-Regel

i) $\min p_{2C} = 25 \rightarrow n^* = C$

ii) $s_1^* = (B, A, C)$

$$P = \begin{pmatrix} 530 & 1030 & 180 \\ 510 & 2010 & 610 \\ 60 & 110 & 25 \end{pmatrix} \begin{array}{l} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \end{array}$$

2. Schritt: Ermittle Zykluszeit

$$TP^1 = \begin{pmatrix} 1560^{[4]} & 1030^{[1]} & 1740^{[7]} \\ 3550^{[5]} & 3040^{[2]} & 4160^{[8]} \\ 3610^{[6]} & 3150^{[3]} & \underbrace{4185^{[9]}}_{\substack{\text{Zykluszeit} \\ 4185[\text{Min}]t^1_{\max}}} \end{pmatrix} \begin{matrix} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \end{matrix}$$

II)

fiktive Maschine 1 $(= M_1 + M_2)$

fiktive Maschine 2 $(= M_2 + M_3)$

$$P^2 = \begin{pmatrix} 1040 & 3040 & 790 \\ 570 & 2120 & 635 \end{pmatrix} \begin{matrix} M_1 \\ M_2 \end{matrix}$$

~> Johnson-Regel

i) $\min p_{2A} = 25 \rightarrow n^* = A(wg.\ 570)$

ii) $s_2^* = (B, C, A)$

also Auftragsreihenfolge lautet: B – C – A

$$TP^2 = \begin{pmatrix} 1740^{[7]} & 1030^{[1]} & 1210^{[4]} \\ 4160^{[8]} & 3040^{[2]} & 3650^{[5]} \\ \underbrace{4220^{[9]}}_{\substack{\text{Zykluszeit} \\ t^2_{\max} = 4220[Min]}} & 3150^{[3]} & 3675^{[6]} \end{pmatrix} \begin{matrix} M_1 \\ M_2 \\ M_3 \end{matrix}$$

Insgesamt

Die Auftragsfolge $s_1^*(B, A, C)$ führt zu einer minimalen Zykluszeit, so dass sie als optimal im Rahmen des CDS-Verfahrens angesehen werden kann.

$t^*_{\max} = t^1_{\max} = 4185[Min]$

Aufgabe 12)

Abtaktungsproblem

Wie lassen sich kleinstmögliche Teilvorgänge (sog. Arbeitselemente [AE]) derart zu einer Arbeitsaufgabe (für genau ein Arbeitssystem) Zusammenfassen, dass eine je Arbeitsaufgabe vorgegebene Ausführungszeit nicht überschritten wird.

~> Lösung: heuristische Verfahren (Randwertverfahren [RW])

Grundidee: Gebe jedem AE eine Priorität (Rangwert r_i) und versuche die AE mit hohem RW zuerst zu einer Station zuzuweisen.

Rangwert r_i für AE_i $\forall i \in \{1,\ldots,N\}$ gilt (S. 77)

$$r_i = \begin{cases} d_i; \text{ falls } \Gamma(\mathrm{i}) = \varnothing (\text{kein Nachfolger}) \\ d_i + \sum\limits_{j \in \Gamma(i)} r_j; \text{ falls } \Gamma(\mathrm{i}) \neq \varnothing (\text{Nachfolger}) \end{cases}$$

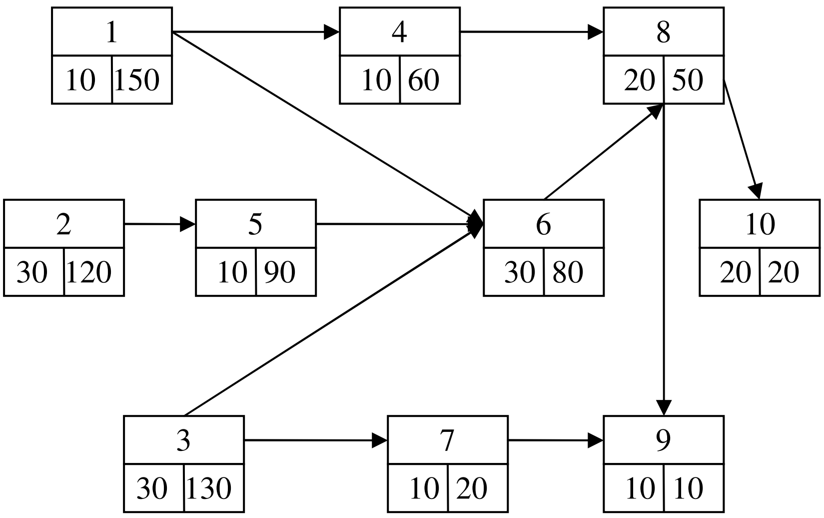
hoher RW ~> viele Nachfolger mit hoher Zeiten ~> besser früh zuweisen

1. Taktzeitbestimmung (S. 74)

$$c = T_B / x_H = \frac{2*(8*60-40)}{880} = \frac{880 Min}{880 St} = 60 Sek / St$$

c := die Zeit, die vergeht, bis das Produkt neu erzeugt wird

2. Berechnung der RW



3. Bildung der Zuordnungsrangfolge der AE

(nach nicht-steigenden RW)

$1 - 3 - 2 - 5 - 6 - 4 - 8 - \boxed{10 - 7} - 9$ wg. $d_{10} > d_7$

4. Kombination des AE zu Bearbeitungsstationen

unter Beachtung

a) der technologischen Reihenfolgebeziehung
b) der Taktzeit (hier $c = 60 Sek / St$) als zeitliche Obergrenze der Zuordnung einzelner AE zu Stationen

Bearbeitungsstation	Arbeitselemente	Leerzeiten / Restkapazität
1	1, 3, 4, 7	~~60~~, ~~50~~, ~~20~~, ~~10~~, 0
2	2, 5	~~60~~, ~~30~~, **20**
3	6, 8, 9	~~60~~, ~~30~~, ~~10~~, 0
4	10	~~60~~, **40**

5. Beurteilung des Abtaktungsergebnisses

(vgl. M^* *und* M_{mind})

$M^* = 4$ (Bearbeitungsstation [BS])

(1) Minimierung der Anzahl de Bearbeitungsstationen (M)

$$M_{\text{mind}} = \left\lceil \frac{\sum d_i}{c} \right\rceil = \left\lceil \frac{180}{60} \right\rceil = 3$$

(2) Minimierung der Summe der Leerzeiten

$$\min\ L = Mc - \sum_{i=1}^{I} d_i = 4 * 60 - 180 = 60$$

(3) Maximierung des Abstimmungsgrades

$$\max\ AG = \sum_{i=1}^{I} d_i \Big/ Mc * 100\% = 180/240 = 75\%$$

(4) Minimierung des Abstimmungsverlustes

$$\min\ AV = 1 - 0,75 = 25\%$$

~> RW liefert NICHT die optimale Lösung!

Aufgabe 13)

Quantitative Kapazitätsbestimmung eines Arbeitssystems

a) Allgemein:
Die quantitative Kapazität eines AS lässt sich aus den Leistungsvermögen der im betrachteten AS kombinierten Potenzialfaktoren ermitteln

Vorgehen

1) Bestimmung der im AS kombinierten Potenzialfaktoren
2) Ermittlung des Leistungsvermögens jedes einzelnen Faktors durch:
   a. Anzahl durchführbarer Arbeitsgänge d
   b. Summe der zur Verfügung stehenden Einsatzzeit t
3) Berechnung des Arbeitszeitfonds durch:

$$A_j = \min\{d_{AK}; d_{BM}\} * \min\{t_{AK}; t_{BM}\} * \mu_j$$

$$\mu_j = Nutzungsgrand\ des\ AS_j$$

zu 2a) Anzahl durchführbarer Arbeitsgänge d

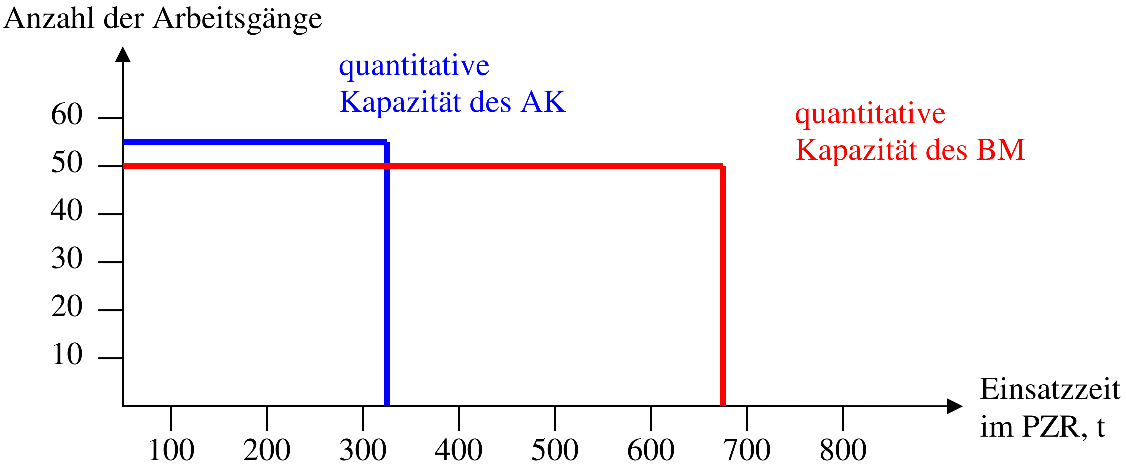
- AK: $d_{AK} = 440[\mathit{Arbeitsgänge / Schicht}] / 8 = 55[\mathit{Arbeitsgänge / Std}]$
- BM: $d_{BM} = 50[\mathit{Arbeitsgänge / Std}]$

zu 2b) Verfügung stehende Einsatzzeit t

- AK: $t_{AK} = 8[\mathit{Std / Schicht}] * 2[\mathit{Schichten / Tag}] * 5[\mathit{Tag / Woche}] * 4[\mathit{Wochen / PZR}] = 320[\mathit{Std / PZR}]$
- BM: $t_{BM} = 8[\mathit{Stück / Schicht}] * 3[\mathit{Schichten / Tag}] * 7[\mathit{Tag / Woche}] * 4[\mathit{Wochen / PZR}] = 672[\mathit{Std / PZR}]$

zu 3) Arbeitsfonds

$$\min\{d_{AK}; d_{BM}\} * \{t_{AK}; t_{BM}\} * \mu_j = \min\{55; 50\} * \min\{320; 672\} * 0,9 = 14400$$



b)
Dia Kapazität der FS_1 lässt sich wie folgt berechnen:

$$A_{FS_1} = \sum_{j=1}^{3} A_j * z_j$$

$z_j :=$ *Anzahl der Einheiten des betrachteten* AS_j

1.
$$A_1 = 12.000\left[Arbeitsgänge / Woche * Einheit\right] * 4 = 48.000\left[Arbeitsgänge / PZR * Einheit\right]$$
$$z_1 = 1\ Einheit$$

2.
$$A_2 = 14.400\left[Arbeitsgänge / PZR * Einheit\right]$$
$$z_2 = 2\ Einheiten$$

3.
$$A_3 = 9.800\left[Arbeitsgänge / Woche * Einheit\right] * 4 = 39.200\left[Arbeitsgänge / PZR * Einheit\right]$$
$$z_3 = 3\ Einheiten$$

$$A_{FS_1} = 48.000 * 1 + 14.400 * 2 + 39.200 * 3 = 194.400\left[Arbeitsgänge / PZR\right]$$

Nicht Klausurrelevant: Kapitel 3.1

Aufgabe 14)

Die Abstimmung von Kapazitätsfonds und –bedarf kann grundsätzlich erreicht werden durch:
(1) konstante Einsatzzeit t – variierende Intensität d ~> rein mengenmäßige Anpassung
(2) konstante Intensität d – variierende Einsatzzeit t ~> rein zeitliche Anpassung
(3) variierende Einsatzzeit und variierende Intensität ~> kombinierte zeitlich-intensitätsmäßige Anpassung

a) Fall (2): zeitliche Anpassung
Variable: t
Parameter: d ~> stückkostenminimale Intensität d^*

Die Funktion $K(d)$ lässt sich durch Division durch d in die Stückkostenfunktion überführen:

$$k(d) = \frac{K(d)}{d} = \frac{GE / Std}{ME / Std} = \frac{GE}{ME} = 34 - 3d + 0,25d^2$$

Min $k(d)$:

$k'(d) = -3 + 0{,}5d \stackrel{!}{=} 0 \quad \Leftrightarrow \quad d^* = 6$

$k''(d) = 0{,}5 \geq 0 \quad \Rightarrow Min!$

Die minimalen Stückkosten betragen:
$k^*(d^*) = 34 - 3*6 + 0{,}25*6^2 = 25GE/ME$

Wenn zeitliche mit kostenminimaler Intensität angepasst werden soll, dann ist folgender Output pro Tag möglich:

t: zwischen 0 und 8 Std

$0Std/Tag * 6ME/Std$ bis $8Std/Tag * 6ME/Std$

$0ME/Tag$ bis $48ME/Tag$

b)

(1) $\overline{x_1} = 30ME/Tag$

~> es sollte zeitlich bei kostenminimaler Intensität angepasst werden.

$$t_1^* = \frac{\overline{x_1}}{d^*} = \frac{30ME/Tag}{6ME/Std} = 5Std/Tag$$

Die Gesamtkosten betragen dann:
$K_1(\overline{x_1} = 30) = 25GE/ME * 30ME/Tag = 750GE/Tag$

(2) $\overline{x_2} = 60ME/Tag$

$d^* = 6 \quad / \quad t_{\max} = 8 \quad / \quad d_{\max} = 10$

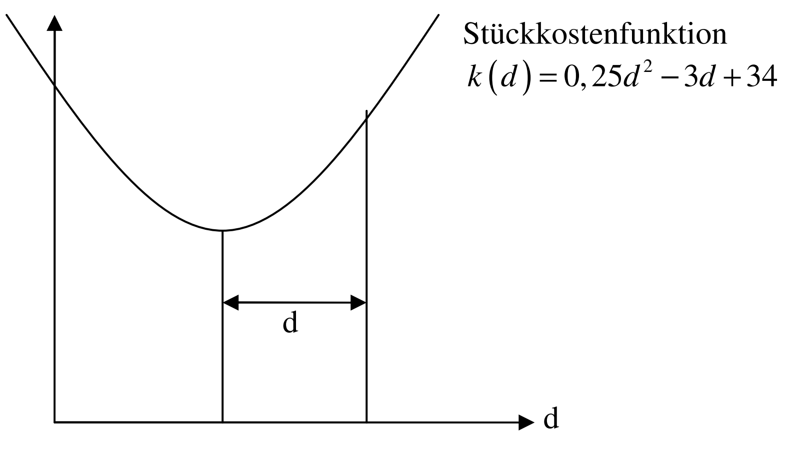
Die gewünschte Produktionsmenge ist zwar herstellbar $(60 \leq t_{\max} * d_{\max} = 80)$, aber nicht mit kostenminimaler Intensität $d^* = 6 \ (d^* * t_{\max} = 48)$

Will man 60ME/Tag herstellen, ist als Intensität erforderlich

$$d_2 = \frac{\overline{x_2}}{t_{\max}} = \frac{60ME/Tag}{8Std/Tag} = 7{,}5ME/Std$$

Dazugehörige Stückkosten:
$k(d_2) = 34 - 3*7{,}5 + 0{,}25*7{,}5^2 = 25{,}5625GE/ME$

Das führt zu Gesamtkosten von:
$K_2(\overline{x_2} = 60) = 25{,}5625*60 = 1.533{,}75GE/Tag$



Aufgabe 15)

a) Für den Gesamtprozess ist diejenige Intensität optimal, die stückkostenminimal ist.

Stückkostenfunktion: $k(d)=\sum_{m=1}^{5} q_m * a_m(d)$

$$k(d)=3*\left(0{,}01d^2-0{,}5d+2{,}7\overline{6}\right)+2*\left(0{,}01d^2-0{,}05d+3{,}5\right)+0{,}5*\left(0{,}08d^2-0{,}4d+13\right)$$
$$+1*\left(0{,}01d^2-0{,}6d+8{,}2\right)+5*2=\left(0{,}03d^2-1{,}5d+8{,}3\right)+\left(0{,}02d^2-0{,}1d+7\right)+\left(0{,}04d^2-0{,}2d+6{,}5\right)$$
$$+\left(0{,}01d^2-0{,}6d+8{,}2\right)+10=0{,}1d^2-2{,}4d+40$$

Notwendige Bedingung für ein Minimum

$$k'(d)\overset{!}{=}0$$
$$k'(d)=0{,}2d^*-2{,}4\overset{!}{=}0$$
$$0{,}2d^*=2{,}4 \quad \rightarrow \quad d^*=12ME/Std.$$

Hinreichende Bedingung

$$k''(d)\geq 0$$
$$k''(d)\geq 0{,}2>0 \;\; (\rightarrow \text{Min})$$

Da $d^*=12$ innerhalb des Definitionsbereichs von $d\in[4;16]$ liegt, handelt es sich um die gesuchte stückkostenminimale Intensität für den Gesamtprozess.

b)

I) Rein zeitliche Anpassung

- in diesem Fall ist die Intensität d eine fest vorgegebene Größe ist, d. h. d ist konstant ~> für d wählt man zweckmäßigerweise d^* (stückkostenminimale Intensität)
- um den Output zu variieren, kann somit nur die Einsatzzeit t angepasst werden

Bei optimaler Intensität belaufen sich die Stückkosten auf:

$$k(d^*)=0{,}1*12^2-2{,}4*12+40=25{,}6€/ME$$

Die Fixkosten in Höhe von 25.000€/Mon betragen die Gesamtkosten eines Monats somit:

$$K(x)=25{,}6x+25.000$$

II) Rein intensitätsmäßige Anpassung

- jetzt ist die Einsatzzeit t fest vorgegeben und die Intensität d variabel
- Als fest vorgegebene Einsatzzeit t wird die Kapazität bei Normalarbeitszeit gewählt

$$t=t_{\max}=500Std/Mon$$

Wegen $x=d*t$ gilt: $d=x/500$

$$k(d=x/500)=0{,}1*(x/500)^2-2{,}4*(x/500)+40=\frac{x^2}{2.500.000}-\frac{3x}{625}+40$$

Die Gesamtkosten betragen somit:

$$K(x)=\left(\frac{x^2}{2.500.000}-\frac{3x}{625}+40\right)*x+25.000=\frac{x^3}{2.500.000}-\frac{3x^2}{625}+40x+25.000$$

III) Kombiniert zeitlich- intensitätsmäßige Anpassung

Bei variabler Produktionsmenge ist es optimal i. S. v. gesamtkostenminimal, rein zeitliche und rein intensitätsmäßige Anpassungen zu kombinieren.

1. Zunächst sollte eine zeitliche Anpassung bei stückkostenminimaler Intensität d^* solange erfolgen, bis die maximale Einsatzzeit $t_{\max}$ erreicht ist.
2. Möchte man eine größere Produktionsmenge als $x = d^* * t_{\max}$ herstellen, sollte intensitätsmäßig bei maximaler Einsatzzeit angepasst werden.

zu 1) Maximaler Output bei d^*

$$x = d^* * t_{\max} = 12 * 500 = 6.000$$

zu 2) Maximaler Output bei $d_{\max}$ und $t_{\max}$

$$x = d_{\max} * t_{\max} = 16 * 500 = 8.000$$

$$K(x) = \begin{cases} 25,6x + 25.000 \; für \;\; 0 \le x \le 6.000 \\ \dfrac{x^3}{2.500.000} - \dfrac{3x^2}{625} + 40x + 25.000 \; für \;\; 6.000 \le x \le 8.000 \end{cases}$$

c) Gemäß II aus Teilaufgabe b) ergibt sich für die gesamten variablen Kosten

$$K_v(x) = \frac{x^3}{2.500.000} - \frac{3x^2}{625} + 40x \qquad mit \;\; x = 3.000 ME / Mon$$

$$K_v(x = 3.000) = \frac{3.000^3}{2.500.000} - \frac{3 * 3.000^2}{625} + 40 * 3.000 = 87.600€ / Mon$$

Für die Intensität d gilt dabei:

$$x_1 = d_1 * t_{\max} \;\; \Leftrightarrow \;\; 3.000 = d_1 * 500 \;\; \Leftrightarrow \;\; d_1 = 6 ME / Std$$

~> Als stückkostenminimale Intensität wurde in a) $d^* = 12$ ermittelt. Obige Produktionsweise ist folglich nicht optimal.
Vergleich: $25,6 * 3.000 = 76.800€ / Mon$

d)

Wenn auf einer Fertigungsstufe nur diskret variiert werden kann, benötigt man zunächst die Stückkostenbeiträge k_j jeder Intensitätsstufe.

Zur Verfügung stehende Intensitätsstufen:

$$j = 1 \;\; \rightarrow \;\; \bar{d}_{j=1} = 4 ME / Std$$
$$j = 2 \;\; \rightarrow \;\; \bar{d}_{j=2} = 8 ME / Std$$
$$j = 3 \;\; \rightarrow \;\; \bar{d}_{j=3} = 12 ME / Std$$
$$j = 4 \;\; \rightarrow \;\; \bar{d}_{j=4} = 16 ME / Std$$

Stückkosten:

$$k_1(\bar{d}_1 = 4) = 0,1\bar{d}_1^2 - 2,4\bar{d}_1 + 40 = 0,1*16 - 2,4*4 + 40 = 32€ / ME$$
$$k_2(\bar{d}_2 = 8) = 0,1*64 - 2,4*8 + 40 = 27,2$$
$$k_3(\bar{d}_3 = 12) = 25,60$$
$$k_4(\bar{d}_4 = 16) = 0,1*256 - 2,4*16 + 40 = 27,2$$

Als Parameter des Modells sind damit gegeben:

$\bar{d}_1 = 4 \quad k_1 = 32 \quad \bar{x} = 3.000(fest)$
$\bar{d}_2 = 8 \quad k_2 = 27,2 \quad T = 500$
$\bar{d}_3 = 12 \quad k_3 = 25,6$
$\bar{d}_4 = 16 \quad k_4 = 27,2$

Variablen des Modells

t_1, t_2, t_3, t_4
Einsatzzeit, wie lange die betrachtete Fertigungsstufe mit der Intensität j gefahren wird.

Modellformulierung

I. Zielfunktion

$$Min\ K = \sum_{j=1}^{J} k_j * \bar{d}_j * t_j$$

$$Min\ K = k_1 * \bar{d}_1 * t_1 + ... + k_4 * \bar{d}_4 * t_4 = 32 * 4 * t_1 + 27,2 * 8 * t_2 + 25,6 * 12 * t_3 + 27,2 * 16 * t_4$$
$$= 128t_1 + 217,6t_2 + 307,2t_3 + 435,2t_4$$

II. Produktionsbedingung

$$\sum_{j=1}^{J} \bar{d}_j * t_j = \bar{x} \quad \rightarrow \quad \bar{d}_1 * t_1 + ... + \bar{d}_4 * t_4 = \bar{x} \quad \rightarrow \quad 4t_1 + 8t_2 + 12t_3 + 16t_4 = \bar{x}$$

III. Kapazitätsbedingung

$$\sum_{j=1}^{J} t_j \leq T$$
$$\rightarrow t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \leq 500$$

IV. Nicht-Negativitätsbedingung

$$t_j \geq 0 \quad \forall j = 1(1)J$$

e)

Zusätzliche Variablen

$t_{ü}$:	einzusetzende Mehrarbeitszeit in Form von Überstunden, in Std/Mon
$T_{ü} = 100$	Maximalkapazität an einzusetzender Mehrarbeitszeit in Std/Mon
$k_{ü} = 4$	Mehrkosten durch Mehrarbeitszeit, in €/Std.

Gegenüber d) ändert sich im Modell:

I. Zielfunktion

$$Min\ K = 128t_1 + 217,6t_2 + 307,2t_3 + 435,2t_4 + k_{ü} * t_{ü} = 128t_1 + 217,6t_2 + 307,2t_3 + 435,2t_4 + 4t_{ü}$$

II. Produktionsbedingung

bleibt unverändert

III. Kapazitätsbedingung

$$t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \leq 500 + t_{ü}$$
$$t_{ü} \leq 100$$

IV. Nicht-Negativitätsbedingung

$$t_j \geq 0 \quad \forall j = 1(1)J$$

Aufgabe 16)

a) Deckungsbeitragsmaximales Produktionsprogramm

1) Engpassprüfung

(A) Welch Produktarten haben einen positiven DB?

$DB_A = 80,00 - 45,00 = 35,00$
$DB_B = 55,55 - 46,80 = 8,75$
$DB_C = 78,90 - 53,90 = 25,00$
$DB_D = 66,00 - 50,80 = 15,20$
$DB_E = 30,40 - 45,50 = -15,10$

~> A – D sind in die Engpassprüfung einzubeziehen.

(B) Anzahl der Engpässe

$$M_1 = 1*8.700 + 3*14.500 + 2*20.300 \overset{<}{\underset{>}{=}} 1.600*60 \quad \Leftrightarrow \quad \underset{(Kapazitätsbedarf)}{92.800} \underset{<}{<} \underset{(Kapazitätsfonds)}{96.000} \quad kein\ Engpass$$

$$M_2 = 8*8.700 + 3,5*25.000 + 5,5*20.300 \overset{<}{\underset{>}{=}} 4.000*60 \quad \Leftrightarrow \quad 268.750 > 240.000 \quad \sim> Engpass$$

$$M_3 = 4*8.700 + 5*14.500 + 1,5*20.300 \overset{<}{\underset{>}{=}} 3.200*60 \quad \Leftrightarrow \quad 137.750 < 192.000 \quad \sim> kein\ Engpass$$

~> Es liegt folglich ein Engpass vor!

2. Bestimmung des optimalen Produktionsprogramms

(A) Ermittlung der Einplanungsreihenfolge

~> Entscheidungskriterium: relative DB auf der Engpassstufe

$$DB_A^r = \frac{DB_A}{a_{2A}} = \frac{35}{8} = 4,375 \qquad \left(\frac{€ / St}{Min / St} = \frac{€}{Min}\right)$$

$$DB_B^r = \frac{8,75}{3,5} = 2,5$$

$DB_C^r =$ keine Nutzung der Engpassstufe ~> kann in Absatzhöchstmenge produziert werden!!!

$$DB_D^r = \frac{15,20}{5,5} = 2,764$$

Einplanungsreihenfolge der Produktart (PA) auf der Engpassstufe

(C) – A – D – B

(B) Kapazitätsbelastungsrechnung

PA_n	Absatzhöchstmenge	Kapazitätsbedarf	Kapazitätsfonds	X_n^*	Kapazitätsrest
C	14.500	–	240.000	14.500	240.000
A	8.700	69.600 (8.700*8)	240.000	8.700	170.400 (240.000-69.600)
D	20.300	111.650 (20.300*5,5)	170.400	20.300	58.750 (170.400-111.650)
B	25.000	87.500 (25.000*3,5)	58.750	16.785 (58.750/3,5)	2,5 (58.750-16.785*3,5)

Optimales Produktionsprogramm

$X_A^* = 8.700$
$X_B^* = 16.785$
$X_C^* = 14.500 \leftarrow Absatzhöchstmenge$
$X_D^* = 20.300$

3) Berechnung des Gewinnmaximums

$8.700*35 + 16.785*8,75 + 14.500*25 + 20.300*15,2 - K_{fix}$

=1.122.428,75 – 222.428,75 = 900.000€/Jahr

b) Lineares Planungsmodell

I) Variablen

x_A : von der PA_A herzustellende Menge

x_C : von der PA_C herzustellende Menge

Anmerkung

x_E : wäre eigentlich auch eine Variable des Modells. Da aber der $DB_E < 0$ ist, wird PA_E nur in Höhe der vorgegebenen Mindestmengen von 10.000St/Jahr produziert.

II) Modell

(1) Kapazitätsbedingungen

~> die Kapazitäten der Maschinen (veränderte) können aus der Graphik entnommen werden

M_1 :

$$\underset{(Aufgabenstellung)}{1*x_A+3*x_C} \le \underset{(Graphik)}{A_1} \quad\rightarrow\quad 1*0+3*10.000=30.000 \quad\rightarrow\quad x_A+3x_C \le 30.000$$

M_2 :

$$8x_A+3x_E \le A_2 \quad\rightarrow\quad 8x_A+3*10.000 \le A_2 \quad\rightarrow\quad 8x_A \le A_2-30.000$$

aus Graphik: $8*20.000+30.000=A_2 \quad\rightarrow\quad A_2=190.000 \quad\rightarrow\quad 8x_A+30.000 \le 190.000$

M_3 :

$$4x_A+5x_C+4,5x_E \le A_3 \quad\rightarrow\quad 4x_A+5x_C+45.000 \le A_3$$
$$4*0+5*16.000+45.000 \le 125.000 \quad\rightarrow\quad 4x_A+5x_C+45.000 \le 125.000$$

2) Absatzbedingungen

$x_A \le 8.700 \ \wedge\ x_A \ge 5.000 \qquad x_C \le 14.500 \qquad (x_E=12.000)$

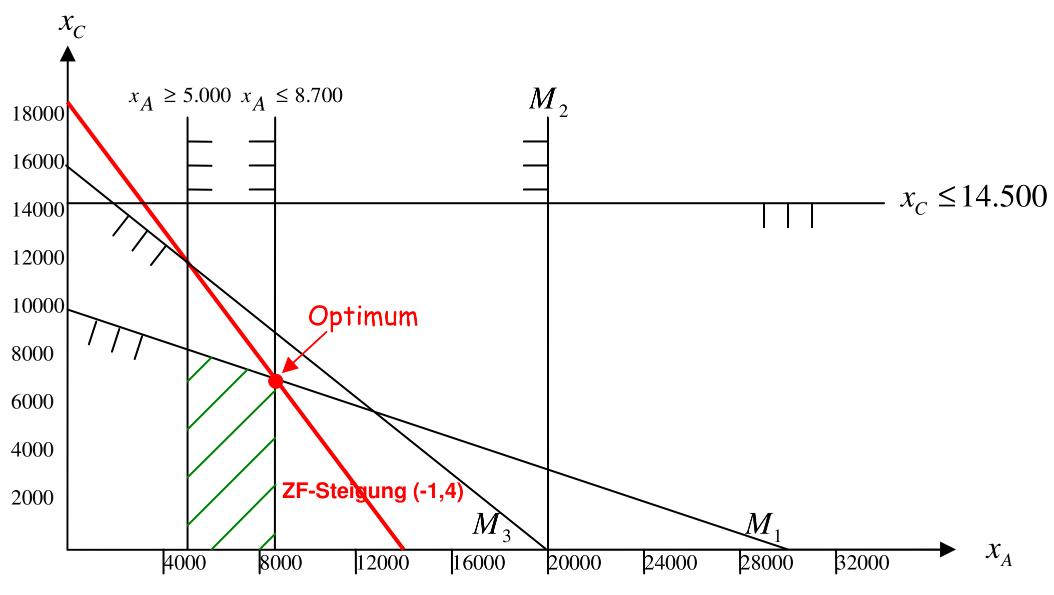
3) Nicht-Negativitätsbedingung

$x_A, x_C \ge 0$

4) Zielfunktion

Max $GDB = 35x_A+25x_C-15,10*10.000 = 35x_A+25x_C-151.000$

$$\left(x_C=-\frac{35}{25}x_A+\frac{151.000}{25}+\frac{GDB}{25}\right)$$



Berechnung des Optimums

Schnittpunkt: $x_A = 8.700 \; und \; x_A + 3x_C = 30.000$

$8.700 + 3x_C = 30.000 \quad \rightarrow \quad x_C = 7.100$

Optimum

$x_A^* = 8.700$
$x_C^* = 7.100$

Ermittlung des Gewinnmaximums

$35 * 8.700 + 25 * 7.100 - 15{,}1 * 10.000 - K_{fix}$
$\Leftrightarrow 331.000 - 222.428{,}75 = 108.571{,}25$

c)

Kapazitätsrestriktion M_3

$M_3^{alt}: \quad 4x_A \quad +5x_C \quad +45.000 \leq 125.000$
$M_3^{neu}: \quad 4px_A + 5px_C + 45.000 \leq 125.000$

$x_C \leq -4/5x_A + 16.000/p$

Durch die Erhöhung der Bearbeitungszeiten um einen für beide PA identischen Prozentsatz, verschiebt sich die Gerade M_3^{neu} parallel nach links. (Parallel, weil die Steigung der Geraden ausgedrückt durch das Verhältnis der beiden Bearbeitungszeiten, konstant bleibt)

$\Rightarrow \frac{4\cancel{p}x_A}{5\cancel{p}}$

Verschiebung bis zur Grenze

$x_A^* = 8.700$
$x_C^* = 7.100$

Durch Einsetzen von x_A^* und x_C^* in:

$x_C \leq -4/5x_A + 16.000/p$

$7.100 = -4/5 * 8.700 + 16.000/p$
$14.060 = 16.000/p$
$p = 1{,}13798...$

Die beiden Bearbeitungszeiten dürfen um maximal 13,798% zunehmen, ohne dass sich die Zusammensetzung des optimalen Produktionsprogramms ändert.

Aufgabe 17)

a) Kurzzusammenfassung

- Ein Engpass auf Fertigungsstufe Schleifen
- Einplanungsreihenfolge: R, U, T, E
- optimales Produktionsprogramm:
  $x_R^* = 8000 \qquad x_U^* = 9000 \qquad x_T^* = 6000 \qquad x_E^* = 3454$
- Gewinnmaximum: $GDB - K_{fix} = 313.816 - 50.000 = 263.816$

b)

Das optimale Produktionsprogramm bleibt unverändert, wenn sich die Einplanungsreihenfolge nicht ändert. ~> R muss auf dem ersten Platz der Einplanung bleiben

Dazu muss gelten:

$$DB_R^{r,\,neu} \geq DB_U^r$$
$$\Leftrightarrow \frac{75p - 60}{0{,}8} \geq 11{,}\overline{6}$$
$$\Leftrightarrow 75p - 60 \geq 9{,}\overline{3}$$
$$\Leftrightarrow p \geq 0{,}92\overline{4}$$

Der Verkaufspreis könnte nun maximal 7,55% fallen, ohne dass sich das optimale Produktionsprogramm ändert.

c1) Engpasssituation: Ein Kapazitätsengpass auf der Fertigungsstufe Schleifen

Kapazitätsrestriktion S:

$$S^{alt}: \quad 1*6.000 + 1{,}2*9.000 + 1{,}1*7.000 + 0{,}8*8.000 > 27.000$$
$$S^{neu}: \quad 1p*6.000 + 1{,}2p*9.000 + 1{,}1p*7.000 + 0{,}8p*8.0000 \overset{!}{=} 27.000$$
$$\Leftrightarrow 6.000p + 10.800p + 7.700p + 6.400p = 27.000$$
$$\Leftrightarrow 30.900p = 27.000$$
$$\Leftrightarrow p = 0{,}87378...$$

Die Produktionskoeffizienten auf S müssten einheitlich um 12,62% sinken, damit die vorhandene Kapazität von 27.000Min/Mon ausreicht.

c2) Überprüfung der Fremdvergabe des Engpassarbeitsschrittes „Schleifen" von Karosserieteil U zur Schaffung von Fertigungskapazitäten für andere Karosserieteile

Aufgabe: Vergleich von GDB^{EF} und GDB^{FF}

Alternative EF

GDB (aus a)) = 313.816€/Mon

Alternative FF

Wenn das Schleifen von U fremdvergeben wird, entstehen freie Kapazitäten, die von den verbleibenden Karosserieteilen genutzt werden können.

Bisher

1. R = 8.000
2. U = 9.000
3. T = 6.000
4. E = 3.454

Jetzt	Kapazität
1. R = 8.000	27.000 – 8.000*0,8 = 20.600
2. T = 6.000	20.600 – 6.000*0,1 = 14.600
3. E = 7.000	14.600 – 7.000*1,1 = 6.900

Kein Engpass mehr auf S; R, T und E könnten in Absatzhöchstmengen produziert werden.

GDB(R,T,E) = 8.000*15 + 6.000*9 + 7.000*4 = 202.000€/Mon

Wenn sich eine Fremdvergabe des Schleifens von U lohnen soll, muss mindestens gelten:
GDB(R,T,E) + GDB(U) = GDB^{alt}
202.000 + GDB(U) = 313.816
GDB(U) = 111.816

Die 9.000 fremdgeschliffenen Stück von U müssten also einen DB pro Stück erwirtschaften von:
111.816 / 9.000 = 12,424€/St

Bei einem Preis von 40€/St ergeben sich folgende maximale Stückkosten

$$40 - k_{neu}^{v} = 12,424$$

$$k_{neu}^{v} = 27,576€/St$$

Die Stückkosten von U inkl. Fremdbearbeitungskosten dürften folglich bei maximal 27,57 liegen, damit sich die Fremdvergabe des Schleifens lohnt.

d)

Da die Lizenzgebühr in Abhängigkeit von der Nutzung der Schleifmaschinen anfällt, handelt es sich um direkt zurechenbare Stückkosten.

$$k^{Lizenz} = 240€/Std \quad \hat{=} \quad 4€/Min$$

Pro Karosserieteil fallen (bei Nutzung) an:

$$k_T^{Lizenz} = 4€/Min * 1,0 Min/St = 4,0€/St$$

$$k_U^{Lizenz} = 4€/Min * 1,2 Min/St = 4,8€/St$$

$$k_E^{Lizenz} = 4€/Min * 1,1 Min/St = 4,4€/St$$

$$k_R^{Lizenz} = 4€/Min * 0,8 Min/St = 3,2€/St$$

Überprüfung, ob die DB im Falle einer Fertigung noch positiv sind:

$$DB_T^{neu} = 50 - 41 - 4,0 = +5,0$$

$$DB_U^{neu} = 40 - 26 - 4,8 = +9,2$$

$$DB_E^{neu} = 55 - 51 - 4,4 = -0,4$$

$$DB_R^{neu} = 75 - 60 - 3,2 = +11,8$$

Es lohnt sich nicht mehr E zu produzieren!

Aus a) ist bekannt, dass die Kapazität der Fertigungsstufe S ausreicht, um T, U und R in Absatzhöchstmengen zu fertigen.

Optimales Produktionsprogramm

$x_R^* = 8000$ $\quad$ $x_U^* = 9000$ $\quad$ $x_T^* = 6000$

Gewinn: $8000*11,8 + 9000*9,2 + 6000*5 - 50.000 = 157.200€/Monat$

