

Inhaltsverzeichnis

Aufgabe 1)	3
Aufgabe 2)	6
Aufgabe 3)	9
Aufgabe 4)	11
Aufgabe 5)	16
Aufgabe 6)	17
Aufgabe 7)	18
Aufgabe 8)	19
Aufgabe 9)	21
Aufgabe 10)	21
Aufgabe 11)	21
Aufgabe 12)	24
Aufgabe 13)	26
Aufgabe 14)	28
Aufgabe 15)	30
Aufgabe 16)	31
Aufgabe 17)	32
Aufgabe 18)	33

Strategisches Logistikmanagement

Aufgabe 1)

Gegenstand: Zwei Ordnungsverfahren zur Klassifizierung einer großen Anzahl von Daten, die nach vorgegebenen Klassen eingeteilt sind:

ABC-Analyse (Aufgabe 1a, 1b)

XYZ-Analyse (Aufgabe 1c)

a)

Die LM Vorlesung/Übung bezieht sich auf empirische Untersuchungen, die folgende Klassifizierungen vornehmen:

Relativ wenige Werkstoffarten verursachen einen relativ hohen Anteil an Werkstoffkosten, während zahlenmäßig viele Werkstoffarten nur einen verhältnismäßig geringen Anteil der Kosten verursachen.

Demnach gilt:

	Materialarten	verursachte Kosten
A	5% - 15%	60% - 80%
B	20% - 40%	20% - 30%
C	50% - 75%	5% - 10%

Schrittfolge der ABC-Analyse:

1. Zusammenfassung einer Vielzahl von Werkstoffarten zu einer geringen Anzahl von Werkstoffgruppen
 2. Multiplikation des Werkstoffverbrauches r , in FE/PZE, und des Durchschnittspreises q , in GE/FE je Werkstoffgruppe zum Erhalt der Werkstoffkosten
 3. Ordnung der Werkstoffgruppen nach fallenden Werkstoffkosten
 4. Kumulierung der Anteile der Werkstoffarten / bzw. -kosten je Werkstoffgruppe an allen Werkstoffarten bzw. den gesamten Werkstoffkosten gem. (3)
 5. Zuordnung der Werkstoffgruppen zu den Klassen A, B, C
- ✚ Da die A-Materialien einen hohen wertmäßigen Verbrauch verursachen, sollte der Bedarf möglichst genau geplant werden.
 - ✚ Bei C-Materialien genügt i. d. R. die Bestimmung des Werkstoffbedarfes anhand der Daten aus der Vergangenheit, die man fortschreibt.

b)

Faktorpreis q_4 ist gesucht! [GE/ME]

$$100.000 = 20 * 200 + 5 * 1.800 + 1.000 * 4 + 3q_4 + 15 * 40 + 750 * 80 + 22 * 50 + 42 * 500 = 99.700 + 3q_4$$

$$q_4 = 100 \quad \text{Der Faktorpreis von Werkstoffart 4 beträgt } 100[\text{GE/ME}]$$

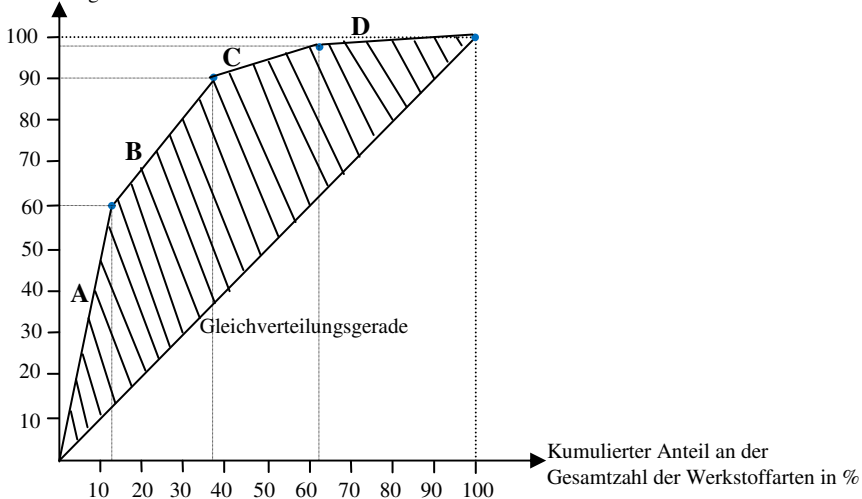
Werkstoffart	Werkstoffgruppe	Werkstoffkosten je Gruppe	Rangplatz
1, 3	I	8.000 ($20 * 200 = 4.000$ / $1.000 * 4 = 4.000$)	3
2, 8	II	30.000 ($5 * 1.800 = 9.000$ / $42 * 500 = 21.000$)	2
4, 5, 7	III	2.000 ($3 * 100 = 300$ / $15 * 40 = 600$ / $22 * 50 = 1.100$)	4
6	IV	60.000 ($750 * 80 = 60.000$)	1

$$\sum 100.000$$

Rang	Werkstoffgruppe j	Anzahl Werkstoffarten			Werkstoffkosten		Klasse
		Menge	% Anteil	Kumuliert	%	Kumuliert	
1	IV	1	12,5	12,5	60	60	A
2	II	2	25	37,5	30	90	B
3	I	2	25	62,5	8	98	C
4	III	3	37,5	100	2	100	

Graphische Darstellung durch Lorenzkurve

Kumulierter Anteil am gesamten wertmäßigen Verbrauch in %



Ermittlung des Gini-Koeffizienten

$$\text{Gini-Koeffizient} = \frac{\text{Fläche zwischen Diagonale und LK}}{\text{fläche zwischen Diagonale und Wertanteilsachse}}$$

- GK ist nur im Zusammenhang mit der Lorenzkurve zu sehen und stellt eine Abweichung von der Gleichverteilung dar.
- Die LK gilt demnach die Ungleichverteilung der Materialkosten in Bezug auf Materialarten an.

$$GK = \frac{0,5 - (0,16875)}{0,5} = 1 - 0,3375 \approx 66,25\%$$

Zähler:

$$\frac{1}{2} * 12,5 * 60 = 0,0375$$

$$12,5 * 30 + \frac{1}{2} * 30 * 25 = 0,075$$

$$37,5 * 8 + \frac{1}{2} * 8 * 25 = 0,04$$

$$62,5 * 2 + \frac{1}{2} * 2 * 37,5 = 0,01625$$

$$\Sigma 0,16875$$

Antwort:

Je höher der Koeffizient ausfällt, desto mehr Werkstoffkosten konzentrieren sich auf umso weniger Werkstoffarten bzw. desto höherer Wertanteil konzentriert sich auf geringeren Mengenanteil

Werkstoffart 5 gehörte zur Gruppe III und wurde als C-Gut klassifiziert

Werkstoffart 6 gehörte zur Gruppe IV und wurde als A-Gut klassifiziert

Konsequenzen aus der ABC-Analyse

Beschaffungsfunktion	A-Gut	C-Gut
Disposition	programmorientierte Bedarfsermittlung	verbrauchsorientierte Bedarfsermittlung
	niedrige Sicherheitsbestände	hohe Sicherheitsbestände
	häufiger niedrige Mengen bestellen	seltener hohe Mengen bestellen

c1)

Die XYZ (bzw. RSU) –Analyse ist ein Klassifizierungsverfahren analog zur ABC-Analyse.

Gruppenzuordnung	Verbrauch	Vorhersagbarkeit
X	regelmäßig	hoch (SP < 0,5)
Y	saisonal	mittel (SP > 0,5)
Z	unregelmäßig	gering (Anteil Nullperiode > 30%)

c2)

laut Vorlesung gilt:

$$SP = \frac{MAD}{\mu} \text{ mit } \mu = \frac{1}{5} * (15 + 40 + 0 + 25 + 20) = 20 \text{ und mit}$$

$$MAD = \frac{1}{5} * (|15 - 20| + |40 - 20| + |0 - 20| + |25 - 20| + |20 - 20|) = 10$$

$$SP = \frac{MAD}{\mu} = \frac{10}{20} = 0,5 \quad \sim \rightarrow \text{ konstanter Verbrauch, also X-Gut}$$

Werkstoffart 5 wird als CX-Gut klassifiziert.

- Ableiten des Bedarfs anhand von Vergangenheitswerten
- IT-gestützte Bestellabwicklung empfehlenswert
- vereinfachte Beschaffung, Disposition und Kontrolle

c3)

x_5 ist unsicher (sinkt!) $0 \leq x_5 < 20$

$\sim \rightarrow$ Y-Gut, wenn $SP > 0,5!$

$$\mu = \frac{1}{5} * (80 + x_5) = 16 + 0,2x_5$$

$$MAD = \frac{1}{5} (|-1 - 0,2x_5| + |24 - 0,2x_5| + |-16 - 0,2x_5| + |9 - 0,2x_5| + |x_5 - 16 - 0,2x_5|)$$

$$= \frac{1}{5} (66 - 0,8x_5) = 13,2 - 0,16x_5$$

$$SP = \frac{MAD}{\mu} = \frac{13,2 - 0,16x_5}{16 + 0,2x_5} > 0,5 \quad \Leftrightarrow \quad 13,2 - 0,16x_5 > 8 + 0,1x_5 \quad \Leftrightarrow \quad x_5 < 20$$

Z-Gut, wenn Anteil der Nullperioden $\geq 30\%$

$$0,3 * 5 \text{ Perioden} = \lceil 1,5 \rceil \text{ Perioden} \rightarrow 2 \text{ Perioden}$$

Ergebnis:

Y-Gut: $x_5 \in [1; 20[$ / Z-Gut: $x_5 = 0$

Wenn x_5 um 1 Einheit sinkt, liegt bereits ein schwankender Verbrauch vor. Wird $x_5 = 0$, liegt ein unregelmäßiger Verbrauch vor.

Aufgabe 2)

Mischproblem:

I. Symbole

Variablen:

r_j Menge der Materialart j , die zur Erzeugung einer Produkteinheit eingesetzt wird in [FE]/[PE], $j=1(1)J$, (z. B. [g] Cappuccinopulverart j pro [g] Pulvermischung)

Parameter:

b_{ij} : Beitrag der Materialart j zur Eigenschaft i der Produktart, in [FE]/[FE]
(z. B. [g] Zucker pro [g] Cappuccinopulverart j)

B_i^u : Untergrenze für die Eigenschaft i , in [FE]/[PE]
(z. B. [g] Zucker pro [g] Pulvermischung)

B_i^o : Obergrenze für die Eigenschaft i , in [FE]/[PE]

k_j : Kosten je Faktoreinheit der Materialart j , in [GE]/[FE]
(z. B. [Cent] pro [g] Cappuccinopulverart j [GE]/[FE])

II. Restriktionen

a. Mindestrelation

$$\sum_{j=1}^J \underbrace{b_{ij} r_j}_{\substack{\text{[g] Zucker pro [g]} \\ \text{Pulvermischung, stammend aus}}} \geq B_i^u \quad \forall i = 1(1)I$$

b. Höchstrelation

$$\sum_{j=1}^J b_{ij} r_j \leq B_i^o \quad \forall i = 1(1)I$$

c. Materialbilanzgleichung

$$\sum_{j=1}^J \underbrace{\sum_{i=1}^I b_{ij} r_j}_{\substack{\text{[g] Zucker pro [g] Pulvermischung} \\ \text{[g] Pulvermischungsbestandteile pro} \\ \text{[g] Pulvermischung}}} = \underbrace{1}_{\text{[g] Pulvermischung}}$$

d. Nicht-Negativitäts-Bedingung

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

III. Zielfunktion

$$\text{Min } z = k = \sum_{j=1}^J \underbrace{k_j r_j}_{\substack{\text{[Cent] pro [g] Pulvermischung} \\ \text{für Cappuccinopulverart } j \\ \text{[Cent] pro [g] Pulvermischung aus} \\ \text{allen Cappuccinopulverarten}}}$$

a)

FORMULIERUNG DES LINEAREN MODELLS

Variablen:

r_j : Cappuccinopulver der Sorte j in [g]/Pulvermischung in [g]

Mindestrelation

$$\text{BK: } \underbrace{0,05r_1 + 0,05r_2 + 0,3r_3 + 0,3r_4}_{\substack{\text{aus Cappuccinopulverart } j=1 \text{ stammender,} \\ \text{löstlicher Bohnenkaffe in [g] je [g] Pulvermischung} \\ \text{aus allen Cappuccinopulverarten stammender Bohnenkaffe in [g] je [g] Pulvermischung}}} \geq \underbrace{0,15}_{\substack{\text{[g] Bohnenkaffe in [g]} \\ \text{Pulvermischung}}}$$

$$\text{ME: } \underbrace{0,2r_1 + 0,2r_2 + 0,1r_3 + 0,3r_4}_{\substack{\text{aus allen Cappuccinopulverarten stammender} \\ \text{Milcheinweißanteil in [g] je [g] Pulvermischung}} \geq 0,25$$

$$\text{SMP: } 0,3r_1 + 0,2r_2 + 0,1r_3 + 0r_4 \geq 0,125$$

$$\text{MMP: } 0,4r_1 + 0,2r_2 + 0r_3 + 0,1r_4 \geq 0,25$$

Bemerkung: Die Bedingung zum Magermilchpulver ist als Gleichung zu erfüllen, so dass sie in einem System von Mindest- und Höchstrelationen als zwei bis auf das Ungleichheitszeichen identische Ungleichungen zu formulieren ist. (~> siehe Höchstrelation)

Höchstrelation

$$\text{MZ: } 0,05r_1 + 0,2r_2 + 0,3r_3 + 0,3r_4 \leq \underbrace{0,2}_{\substack{[\text{g}] \text{ Milchzucker je} \\ [\text{g}] \text{ Pulvermischung}}}$$

$$\text{SMP: } 0,3r_1 + 0,2r_2 + 0,1r_3 + 0r_4 \leq 0,25$$

$$\text{MMP: } 0,4r_1 + 0,2r_2 + 0r_3 + 0,1r_4 \leq 0,25$$

Materialbilanzgleichung

$$\underbrace{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}_{\substack{\text{Summe aller Pulvermischungsbestandteile} \\ \text{aus allen Cappuccinopulverarten in [g] je [g]} \\ \text{Pulvermischung insgesamt}}} = \underbrace{1}_{\substack{[\text{g}] \text{ Pulvermischungsbestandteile} \\ \text{je [g] Pulvermischung}}}$$

Nicht-Negativitäts-Bedingung

$$r_j \geq 0 \quad \forall j = 1(1)4$$

Zielfunktion

$$\text{Min } k = 2,5r_1 + 2,1r_2 + 2,8r_3 + 1,5r_4$$

b)

Mindestrelationen

$$\text{BK: } 0,05 * 0,5 + 0,3 * 0,5 = 0,175 > 0,15 \quad \checkmark$$

$$\text{ME: } 0,2 * 0,5 + 0,3 * 0,5 = 0,25 = 0,25 \quad \checkmark$$

$$\text{SMP: } 0,3 * 0,5 + 0 * 0,5 = 0,15 > 0,125 \quad \checkmark$$

$$\text{MMP: } 0,4 * 0,5 + 0,1 * 0,5 = 0,25 = 0,25 \quad \checkmark$$

Höchstrelationen

$$\text{MZ: } 0,05 * 0,5 + 0,3 * 0,5 = 0,175 < 0,2 \quad \checkmark$$

$$\text{SMP: } 0,3 * 0,5 + 0 * 0,5 = 0,15 < 0,25 \quad \checkmark$$

$$\text{MMP: } 0,4 * 0,5 + 0,1 * 0,5 = 0,25 = 0,25 \quad \checkmark$$

Materialbilanzgleichung

$$1 * 0,5 + 1 * 0,5 = 1 = 1 \quad \checkmark$$

Nicht-Negativitäts-Bedingung

$$r_1 = 0,5 > 0 \quad \text{und} \quad r_4 = 0,5 > 0 \quad \checkmark$$

$$r_2 = 0 = 0 \quad \text{und} \quad r_3 = 0 = 0 \quad \checkmark$$

Zielfunktion

$$k = 2,5 * 0,5 + 1,5 * 0,5 = 2$$

c)

$j = 2$ und $j = 3$ nicht verfügbar!

FORMULIERUNG DES LINEAREN MODELLS

Mindestrelation

$$\text{BK: } 0,05r_1 + 0,3r_4 \geq 0,15$$

$$\text{ME: } 0,2r_1 + 0,3r_4 \geq 0,25$$

$$\text{SMP: } 0,3r_1 + 0r_4 \geq 0,125$$

$$\text{MMP: } 0,4r_1 + 0,1r_4 \geq 0,25$$

Höchstrelation

$$\text{MZ: } 0,05r_1 + 0,3r_4 \leq 0,2$$

$$\text{SMP: } 0,3r_1 + 0r_4 \leq 0,25$$

$$\text{MMP: } 0,4r_1 + 0,1r_4 \leq 0,25$$

Materialbilanzgleichung

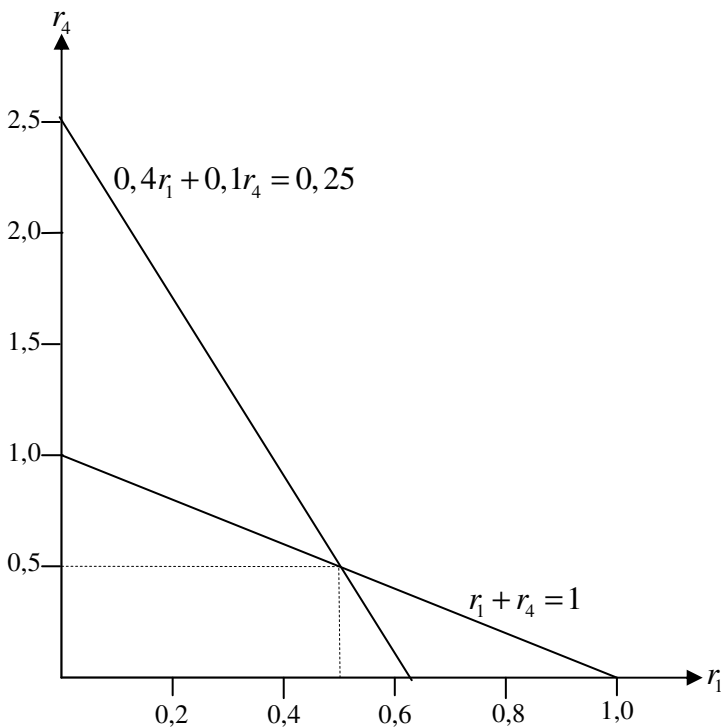
$$r_1 + r_4 = 1$$

Zielfunktion

$$\text{Min } k = 2,5r_1 + 1,5r_4$$

Da das vorliegende lineare Programm genau zwei Gleichungen enthält, umfasst der Zulässigkeitsbereich höchstens genau einen Punkt. (Wenn andere Nebenbedingungen von diesem Schnittpunkt der beiden Geraden verletzt werden, ist die Lösungsmenge leer.)

Es wird daher hier empfohlen, besagten Schnittpunkt zunächst graphisch zu ermitteln. Unter Umständen (etwa bei $r_1^* < 0$ und / oder $r_4^* < 0$) erübrigt sich eine Suche nach der optimalen Lösung.



Als einziger zulässiger Punkt ergibt sich:

$$r_1^* = 0,5 \text{ und } r_4^* = 0,5$$

Da für diesen Punkt in Teilaufgabe (b) die Zulässigkeit (i. S. v. Erfüllung der übrigen Nebenbedingungen) bereits überprüft wurde genügt hier der Hinweis $k^* = 2[\text{Cent}]/[\text{g}]$

Aufgabe 3)

a)

Optimal ist diejenige Leistungstiefe, die den Kapitalwert maximal werden lässt (s. Skript S. 16 – 19)

Ausgewählte Annahmen:

1. Einzahlungen sind für die Entscheidung, ob auf Stufe m eigen- oder fremdgefertigt wird, irrelevant
2. Berücksichtigung von ertragssteuersenkenden Wirkungen der Auszahlungen
3. Lineare Abschreibung $AB = \frac{I_0 - L_T}{T}$
4. Konstante Auszahlungen im Planungszeitraum
~> $A_{vt} = A_v$ bzw. $A_{ft} = A_f$
5. Vernachlässigung von Liquidationserlösen
6. Investitionsauszahlungen I_0 fällt in $t=0$; Betriebskosten (z. B. Personalkosten) fallen erst ab $t=1, \dots, T$ an

Formel 1:

für Auszahlungskapitalwert bei Eigenfertigung (~> min)

$$C_{0E} = I_0 + \underbrace{\left[\underbrace{A_{vE}}_{\substack{\text{var. Betriebskosten} \\ \text{bei EF}}} + \underbrace{A_{fE}}_{\substack{\text{fixe BK} \\ \text{bei EF}}} - \underbrace{s(AB + A_{vE} + A_{fE})}_{\substack{\text{Ertragssteuerersparnisse} \\ \text{~> Ausz. wird durch Steuer gesenkt}}} \right]}_{\text{konstant für } \forall t=1(1)T} * \underbrace{\sum_{t=1}^T q^{-t}}_{\text{Diskontierungsfaktor}}$$

Formel 2:

für Auszahlungskapitalwert bei Fremdfertigung (~> min)

$$C_{0F} = (1-s) \left(\underbrace{A_{vF}}_{\substack{\text{var. Ausz.} \\ \text{bei FF}}} + \underbrace{A_{fF}}_{\substack{\text{fixe Ausz.} \\ \text{bei FF}}} \right) \sum_{t=1}^T q^{-t}$$

Folglich lohnt sich EF, falls $C_{0E} < C_{0F}$ (~> Ausz. KW ~> min)

b)

Der Kapitalwert (KW) einer Standortalternative s lässt sich allgemein formulieren:

$$C_{s0} = \sum_{t=0}^T \left(\underbrace{E_{st} - A_{st}}_{\substack{\text{Ein- bzw. Auszahlungen in Periode} \\ t \text{ bei Investitionen in dem Standort s}}} \right) (1+i)^{-t} + RW * (1+i)^{-T}$$

Für die Wahl des Kalkulationszinses i ist die Zielsetzung unter die der jeweilige Kapitalwert ermittelt wird, entscheidend.

- I. Anteilseignerbezogene Zielsetzung (~> Sicht der Aktionäre):
Als Zins ist die Alternativrendite für Anteilseigner anzusetzen (z. B. Zinssatz für langfristige WP-Anlagen) $i = i_E$
- II. Firmenbezogene Zielsetzung (~> Sicht des Vorstandes):
Als Zins ist der für das Eigen- und Fremdkapital zu zahlende Kostensatz anzusetzen (Mischzins)
 $i = (1-\lambda)i_E + \lambda*i_F \rightarrow i = i_E + \lambda(i_F - i_E)$ mit:
 λ : Anteil des Fremdkapitals am Gesamtkapital

i_E : vom Anteilseigner geforderte Rendite

i_F : vom FK-Geber geforderte Rendite

c1)

Aus anteileignerbezogener Sicht gilt ($i_E = 10\%$):

$$C_{0A} = -4 + 1,2 * 1,1^{-1} + 1,5 * 1,1^{-2} + 1,8 * 1,1^{-3} + 0,8 * 1,1^{-4} = 0,229356 \rightarrow 229.356\text{€}$$

$$C_{0B} = -8 + 2,5 * 1,1^{-1} + 3,0 * 1,1^{-2} + 3,2 * 1,1^{-3} + 1,5 * 1,1^{-4} = 0,180794 \rightarrow 180.794\text{€}$$

$$C_{0C} = -6 + 2,1 * 1,1^{-1} + 2,4 * 1,1^{-2} + 2,2 * 1,1^{-3} + 1,0 * 1,1^{-4} = 0,228468 \rightarrow 228.468\text{€}$$

Antwort:

Standort A ist wegen des positiven maximalen KW von 229.356€ (max!) sowohl absolut als auch relativ vorteilhaft!

c2)

Für die firmenbezogene Sicht ist zunächst der Kalkulationszins zu ermitteln:

$$i = (1 - \lambda) i_E + \lambda * i_F = (1 - 0,4) * 0,1 + 0,4 * 0,15 = 0,06 + 0,06 = 0,12$$

Absolut vorteilhaft ist derjenige Standort, der zu einem nicht negativen KW führt.

Relativ vorteilhaft ist derjenige Standort, der zum maximalen KW führt.

$$\tilde{C}_{0A} = -4 + 1,2 * 1,12^{-1} + 1,5 * 1,12^{-2} + 1,8 * 1,12^{-3} + 0,8 * 1,12^{-4} = 0,056838$$

$$\tilde{C}_{0B} = \dots \text{ mit } i = 12\% \rightarrow -0,145302$$

$$\tilde{C}_{0C} = \dots \text{ mit } i = 12\% \rightarrow -0,0103$$

Antwort:

Standort A ist wegen $\tilde{C}_{0A} > 0$ absolut vorteilhaft. Die Standorte B und C sind wegen $\tilde{C}_{0B} < 0$ und $\tilde{C}_{0C} < 0$ absolut nicht vorteilhaft. Relativ vorteilhaft ist Standort A, weil \tilde{C}_{0A} im Vergleich zu \tilde{C}_{0B} bzw. \tilde{C}_{0C} maximal ist.

c3)

Standort A

Für $i=10\%$ beträgt C_{0A} ca. 230.000€, für $i=12\%$ etwa 57.000€. Für $i=13\%$ dürfte der KW somit erstmals schwach negativ werden. Eine genaue Berechnung ergibt für: $C_{0A}(i=13\%) = -25.188\text{€}$

Die ganzzahlige Schätzung lautet daher: $i_A^* = 13\%$

Standort B

Für $i=10\%$ beträgt C_{0B} ca. 180.000€, für $i=12\%$ ca. -145.000€. Somit dürfte der interne Zinssatz ziemlich genau zwischen 10% und 12% liegen. Konkret für $i=11\% \rightarrow C_{0B}(i=11\%) = 15.028\text{€}$

Die ganzzahlige Schätzung lautet daher: $i_B^* = 11\%$

Standort C

$$C_{0C}(i=10\%) = 228.468\text{€}, C_{0C}(i=12\%) = -10.300\text{€}$$

Somit dürfte der interne Zinssatz geringfügig unter 12% liegen. Eine konkrete Berechnung für $i=11\%$ ergibt: $C_{0C}(i=11\%) = 107.138\text{€}$

Die ganzzahlige Schätzung lautet daher: $i_C^* = 12\%$

c4)

Gesuch ist RW_{4A} ($< 0,8\text{Mio €}$) mit $C_{0A} \geq 0$!

$$C_{0A} (i = 10\%) = -4 + 1,2 * 1,1^{-1} + 1,5 * 1,1^{-2} + 1,8 * 1,1^{-3} + RW * 1,1^{-4} \stackrel{!}{=} 0$$

$$RW_{4A} = 464.200\text{€}$$

Wenn dieser RW als reiner Erfolgswert (lt. Aufgabe) angesetzt wird, dann lautet die Bestimmungsgleichung:

$$RW_{4A} = EW_{4A} \stackrel{\text{Def.}}{=} \frac{GW_A}{i} \quad (\text{s. Skript S. 35})$$

mit $i=10\%$ erhält man dann als pro Periode gleich hohen, zukünftig vom potenziellen Erwerber zu erwirtschafteten Gewinn: $GW_A = i * EW_{4A} = 0,1 * 464.200 = 46.420\text{€}$

Dieser Gewinn muss vom potenziellen Erwerber nach $T = 4$ pro Periode erwirtschaftet werden, damit sich der Kauf für ihn lohnt.

d)

NEIN!

Beim Gewinn handelt es sich um eine Erfolgsgröße, die die Erträge und Aufwendungen gegenüberstellt. Bei Erträgen und Aufwendungen handelt es sich um nach gesetzlichen Regeln bewertete Outputs bzw. Inputs an Gütern und Dienstleistungen.

Der CF hingegen ist eine Zahlungsgröße, die die Ein- und Auszahlungen gegenüberstellt. Bei den Ein- und Auszahlungen handelt es sich um die Zu- bzw. Abnahme des Bestandes an liquiden Mitteln.

Aufgabe 4)

a)

Verfahren zur Bestimmung eines transportkostenminimalen Standortes zwischen beliebig vielen Orten.

1. auf einer Geraden
2. in einer Fläche

zu 1)

- Es ist der Standort S zwischen R gegebenen Absatz- und Beschaffungsorten O_r , $r = 1(1)R$ auf einer Gerade zu bestimmen, für den die gesamten Transportkosten einer Planungszeiteinheit minimal werden.
- Der Transportkostensatz k , in $[\text{GE}]/([\text{ME}][\text{EE}])$, ist unabhängig davon, ob von Beschaffungsorten weg oder zu Absatzorten hin transportiert wird, immer gleich.
- X_r stellt die zwischen Ort O_r und Standort S zu transportierende Menge, in $[\text{ME}]/[\text{PZE}]$, dar.
- Die Entfernung zwischen dem gesuchten Standort S und einem gegebenen Ort O_r beträgt $|y_s - y_r|$ Entfernungseinheiten.
- Die gesamten Transportkosten, die bei Wahl des Standortes S entstehen lauten:

$$K_S = k \sum_{r=1}^R X_r |y_s - y_r|$$

- Optimal ist dann derjenige Standort S^* , für den gilt:

$$K_{S^*} = \min_{S=1}^R \{K_S\} = \min_{S=1}^R \left\{ k \sum_{r=1}^R X_r |y_s - y_r| \right\}$$

- 2 Wege
 - Enumerativ
 $S = O_1, O_2, O_3, \dots, O_R \rightarrow$ jeweils Gesamtkosten berechnen!
 - Kumulativ
 Ort, in dem zum ersten Mal die kumulative Transportmenge größer oder gleich der Hälfte des gesamten Transportvolumens ist.

Formel zur Ermittlung des transportkostenminimalen Standortes S^* :

$$\sum_{r=1}^{S^*-1} X_r < 0,50 * \sum_{r=1}^R X_r \quad \text{und} \quad \sum_{r=1}^{S^*} X_r \geq 0,50 * \sum_{r=1}^R X_r$$

zu 2)

- Es ist derjenige Standort S für einen Betrieb in einem Punkt einer Fläche zu bestimmen, für den die zwischen diesem Ort und den R Absatz- und Beschaffungsorten insgesamt anfallenden Transportkosten minimal werden.
- Der Transportkostensatz k ist immer gleich.
- X_r stellt die zwischen Ort O_r und dem Standort S zu transportierende Menge, in [ME]/[PZE], dar.
- Die Entfernung zwischen dem gesuchten Standort S und einem gegebenen Ort O_r lässt sich wie folgt ermitteln:

$$y_{r,S} = \sqrt{(\bar{y}_{1,S} - \bar{y}_{1,r})^2 + (\bar{y}_{2,S} - \bar{y}_{2,r})^2}$$

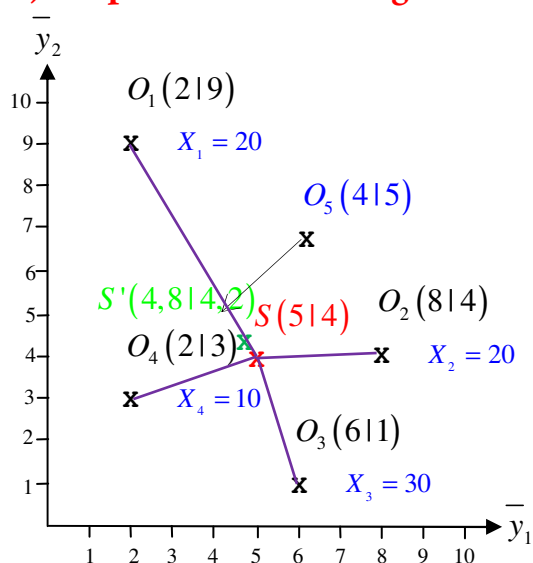
- Die gesamten Transportkosten, die bei Wahl des Standortes S entstehen lauten:

$$K_S = k \sum_{r=1}^R X_r * y_{r,S}$$

- Koordinaten des transportkostenminimalen Standortes gesucht!
- Die Schwerpunktformel stellt ein Verfahren dar, welches eine zulässige Lösung nahe des Optimums liefert.

$$\bar{y}_{1,S} = \frac{\sum_{r=1}^R X_r * \bar{y}_{1,r}}{\sum_{r=1}^R X_r} \quad \text{und} \quad \bar{y}_{2,S} = \frac{\sum_{r=1}^R X_r * \bar{y}_{2,r}}{\sum_{r=1}^R X_r}$$

b) Graphische Darstellung des Problems



Zulässige Lösung, die im Allg. zwar nicht optimal, oder oft bereits in der Nähe des Optimums liegt, erhält man, wenn man die **Schwerpunktmetode** einsetzt.

$$\bar{y}_{1,\bar{s}} = \frac{\sum_{r=1}^R X_r * \bar{y}_{1,r}}{\sum_{r=1}^R X_r} = \frac{20*2 + 20*8 + 30*6 + 10*2}{20 + 20 + 30 + 10} = 5$$

$$\bar{y}_{2,\bar{s}} = \frac{\sum_{r=1}^R X_r * \bar{y}_{2,r}}{\sum_{r=1}^R X_r} = \frac{20*9 + 20*4 + 30*1 + 10*3}{20 + 20 + 30 + 10} = 4$$

Ermittlung der Transportkosten:

$$y_{r,s} = \sqrt{(\bar{y}_{1,s} - \bar{y}_{1,r})^2 + (\bar{y}_{2,s} - \bar{y}_{2,r})^2}$$

$$y_{1,s} = \sqrt{(5-2)^2 + (4-9)^2} \approx 5,8 \quad y_{3,s} = \sqrt{10} \approx 3,2$$

$$y_{2,s} = \sqrt{(5-8)^2 + (4-4)^2} = 3 \quad y_{4,s} = \sqrt{10} \approx 3,2$$

$$K_S = k \sum_{r=1}^R X_r * y_{r,s} = 10(20*5,8 + 20*3 + 30*3,2 + 10*3,2) = 3.040[GE]/[PZE]$$

Genauer: 3031,10[GE]/[PZE]

c)

Absatzrückgang i. H. v. 20% $\forall r = 1(1)R$

$$C_r = 0,2 \quad \forall r = 1(1)R \rightarrow C = 0,2$$

$$\bar{y}_{1,\bar{s}} = \frac{(1-c) \sum_{r=1}^R X_r * \bar{y}_{1,r}}{(1-c) \sum_{r=1}^R X_r} = \frac{(1-0,2)(20*2 + 20*8 + 30*6 + 10*2)}{(1-0,2)(20 + 20 + 30 + 10)} = 5, \quad \bar{y}_{2,\bar{s}} = 4$$

Bei einem Absatzrückgang von 20% für alle R-Orte, $\forall r = 1(1)4$, verändert sich der Schwerpunkt nicht.

d)

Gegeben: $S = (4, 4/5)$

Gesucht: X_1 - Erhöhung

$$\bar{y}_{1,\bar{s}} = \frac{\sum_{r=1}^R X_r * y_{1,r}}{\sum_{r=1}^R X_r} = \frac{(20+x)*2 + 20*8 + 30*6 + 10*2}{(20+x) + 20 + 30 + 10} = 4,4$$

$$\Leftrightarrow \frac{400 + 2x}{80 + 2x} = 4,4 \quad \Leftrightarrow \quad 400 + 2x = 352 + 4,4x \quad \Leftrightarrow \quad x = 20$$

$$\bar{y}_{2,\bar{s}} = \frac{\sum_{r=1}^4 X_r * y_{2,r}}{\sum_{r=1}^4 X_r} = \frac{(20+x)*9 + 20*4 + 30*1 + 10*3}{(20+x) + 20 + 30 + 10} = 5 \rightarrow x = 20$$

Ein zulässiger Schwerpunkt $S = (4, 4/5)$ wird durch eine Erhöhung der Absatzmenge an Kunde 1 um 20[ME] erreicht! $\rightarrow NEU : X_1 = 40$

e)

Fünfter Kunde mit $O_5(4/5)$ und $X_5 = 20$

$$\bar{y}_{1,\bar{s}} = \frac{\sum_{r=1}^5 X_r * y_{1,r}}{\sum_{r=1}^5 X_r} = \frac{20*2 + 20*8 + 30*6 + 10*2 + 20*4}{20 + 20 + 30 + 10 + 20} = 4,8 \quad \bar{y}_{2,\bar{s}} = 4,2$$

Der neue Schwerpunkt nimmt unter Berücksichtigung eines fünften Kunden die Koordinaten $S = (4,8 | 4,2)$ an.

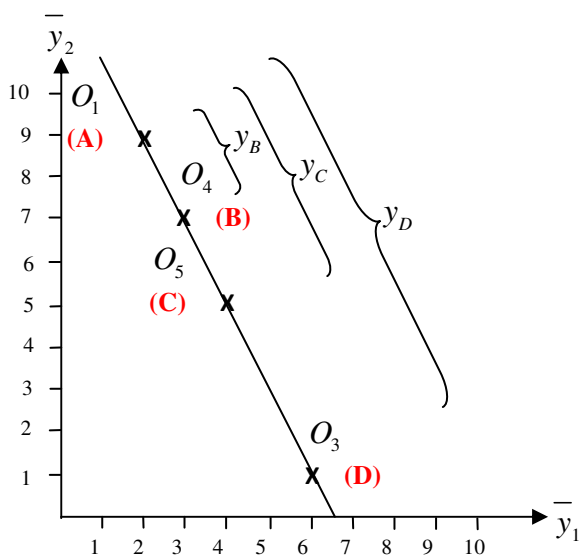
f)

4 Absatzorte

r	y_1, y_2	X_r
1 (A)	(2/9)	20
3 (D)	(6/1)	30
4 (B)	(3/7)	10
5 (C)	(4/5)	20

$$y_{1,s} \approx 4,7516 \quad y_{3,s} \approx 4,1926 \quad y_{4,s} \approx 2,5156 \quad y_{5,s} \approx 0,2795$$

$$K_{S^*} = k \sum_{r=1}^R X_r y_{r,s} \approx 2.515,58$$



Formel zu Ermittlung des transportkostenminimalen Standortes S^* auf einer Geraden:

$$\sum_{r=1}^{S^*-1} X_r < 0,50 * \sum_{r=1}^R X_r \quad \text{und} \quad \sum_{r=1}^{S^*} X_r \geq 0,50 * \sum_{r=1}^R X_r$$

O_r	O_1 (A)	O_4 (B)	O_5 (C)	O_3 (D)
y_r	0	2,24	4,47	8,94
X_r	20	10	20	30
$\sum_{S=1}^R X_r$	20	30	50	80

$$y_B = \sqrt{(\bar{y}_{1,A} - \bar{y}_{1,B})^2 + (\bar{y}_{2,A} - \bar{y}_{2,B})^2} = \sqrt{(2-3)^2 + (9-7)^2} = 2,24$$

$$y_C = \sqrt{(\bar{y}_{1,A} - \bar{y}_{1,C})^2 + (\bar{y}_{2,A} - \bar{y}_{2,C})^2} = \sqrt{(2-4)^2 + (9-5)^2} = 4,47$$

$$y_D = \sqrt{(\bar{y}_{1,A} - \bar{y}_{1,D})^2 + (\bar{y}_{2,A} - \bar{y}_{2,D})^2} = 8,94$$

Mit $R = D$ ergibt sich $\sum_{r=A}^D X_r = 80$, so dass sich $S^* = O_C$ einstellt, denn es gilt:

$$\sum_{r=A}^{S^*-1} X_r = 30 < 40 < \sum_{r=A}^{S^*} X_r = 50$$

Minimale Transportkosten

$$K_{S^*} = k \sum_{r=A}^D X_r |y_{S^*} - y_r|$$

$$= 10(20|4,47 - 0| + 10|4,47 - 2,24| + 20|4,47 - 4,47| + 30|4,47 - 8,94|) = 2461[GE]/[PZE]$$

Genauer: 2.459,67[GE]/[PZE]

Taktisches Logistikmanagement

Aufgabe 5)

a)

Produktionsstruktur I: einfache lineare PS

Produktionsstruktur II: einfache nicht-lineare PS

Formale Ermittlung des quantitativen Materialbedarfs:

Gesamtbedarf = Primärbedarf + Sekundärbedarf / $x_i = x_{i0} + a_{i,i+1}x_{i+1}$

PS I:

$$x_5 = 100 + 0 = 100$$

$$x_4 = 20 + 5 * 100 = 520$$

$$x_3 = 0 + 2 * 520 = 1.040$$

$$x_2 = 5 + 7 * 1.040 = 7.285$$

$$x_1 = 10 + 3 * 7.285 = 21.865$$

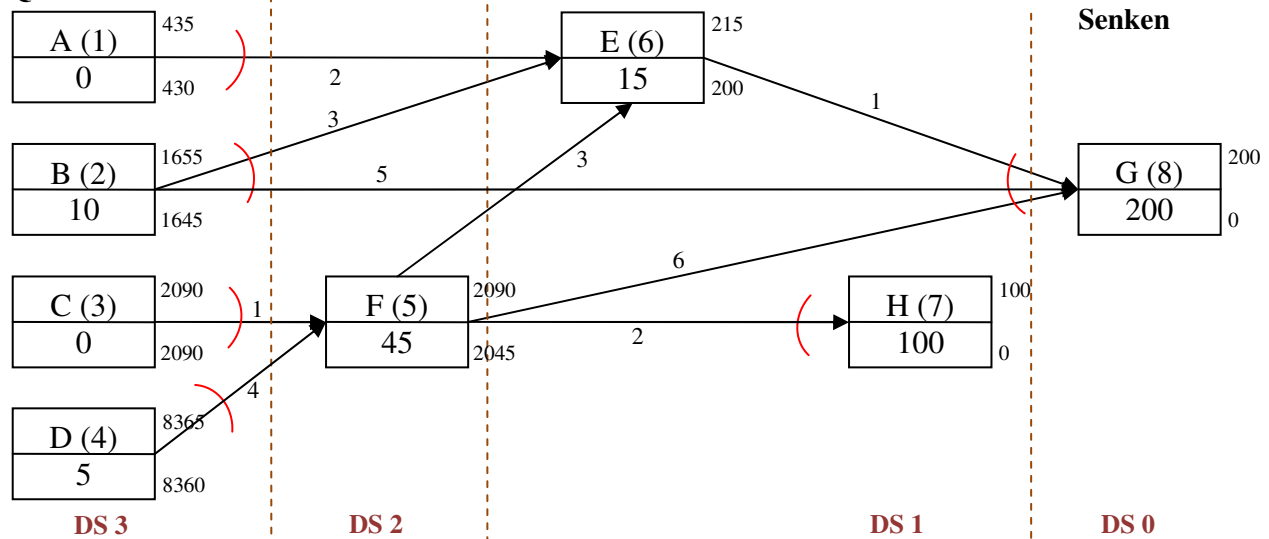
PS II:

~> Bestimmung der Dispositionsstufen „topologische Sortierung“

Allgemeine Bestimmungsgleichung bei einfach, nicht-linearen Produktionsstrukturen:

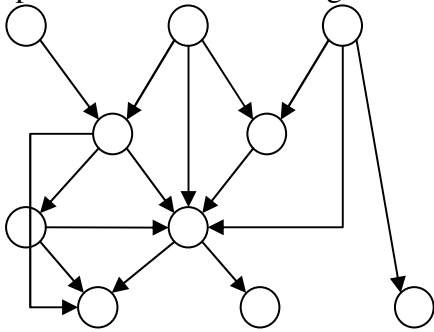
$$x_i = \underbrace{x_{i0}}_{\text{Primärbedarf}} + \underbrace{\sum_{n=1}^N a_{in} x_n}_{\text{Sekundärbedarf}}$$

Quellen



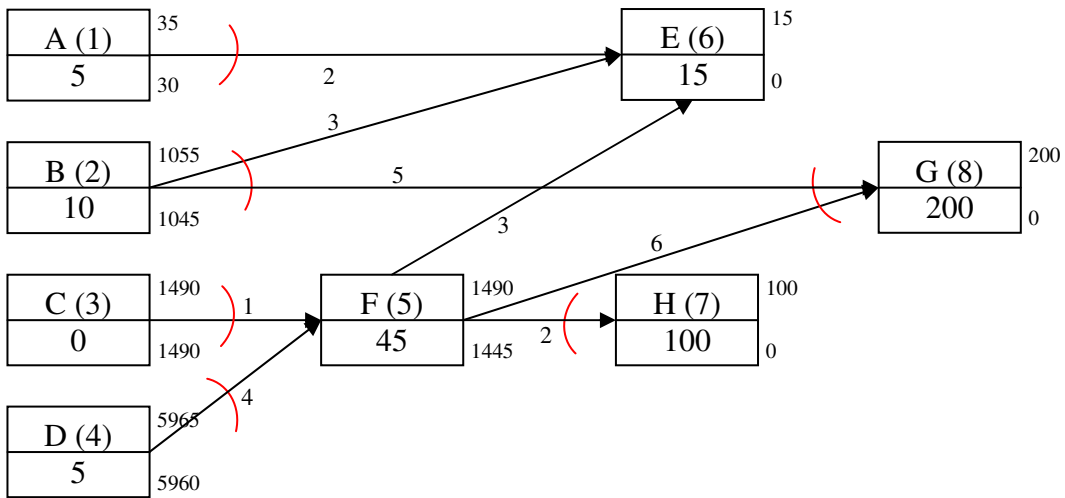
Bsp.:

Dispositionsstufenermittlung



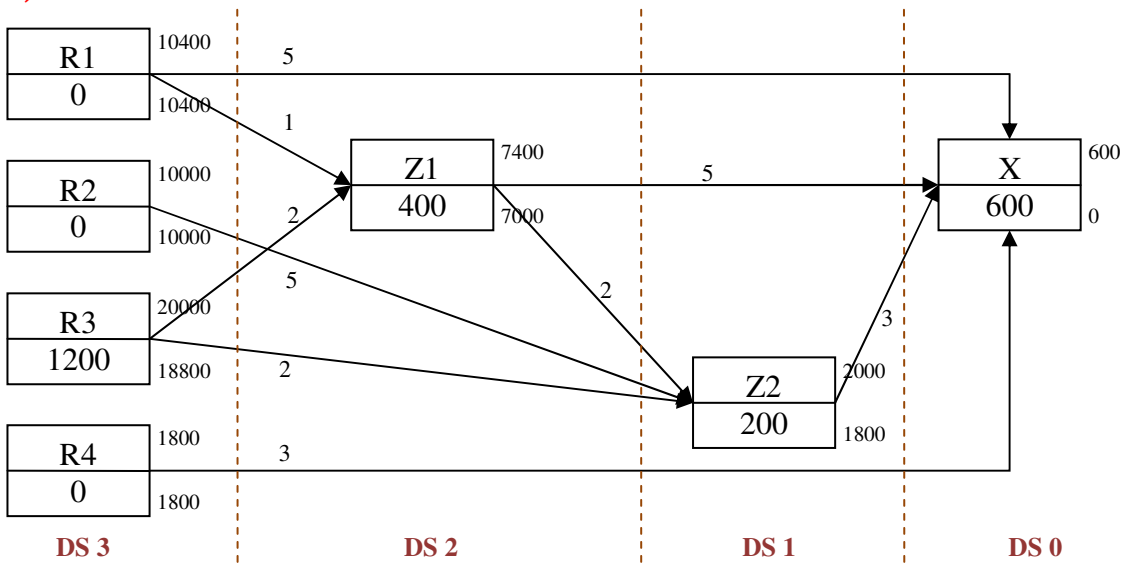
b)

PS II



Aufgabe 6)

a)



$$x_i - \sum_{n=1}^N a_{in} x_n = x_{i0} \quad \forall i = 1(1)I$$

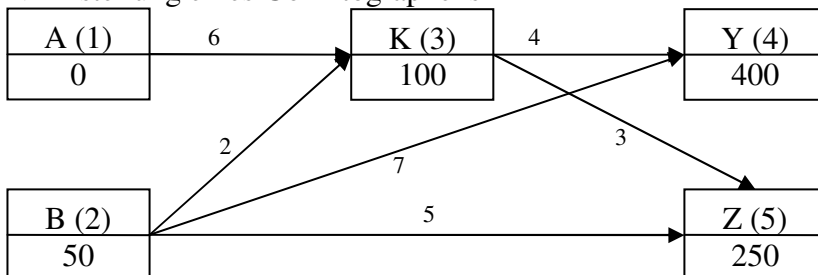
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	Z ₁	Z ₂	X	
R ₁	x_1				$-x_5$		$-5x_7$	= 0
R ₂		x_2				$-5x_6$		= 0
R ₃			x_3		$-2x_5$	$-2x_6$		= 1.200
R ₄				x_4			$-3x_7$	= 0
Z ₁					x_5	$-2x_6$	$-5x_7$	= 400
Z ₂						x_6	$-3x_7$	= 200
X							x_7	= 600

	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	R	
1	1	0	0	0	-1	0	-5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2		1	0	0	0	-5	0		1	0	0	0	0	0	0	0
3			1	0	-2	-2	0			1	0	0	0	0	0	1200
4				1	0	0	-3				1	0	0	0	0	0
5					1	-2	-5					1	0	0	0	400
6						1	-3						1	0	0	200
7							1							1	0	600
1	1	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	3000
2		1	0	0	0	-5	0		1	0	0	0	0	0	0	0
3			1	0	-2	-2	0			1	0	0	0	0	0	1200
4				1	0	0	0				1	0	0	3	0	1800
5					1	-2	0					1	0	5	0	3400
6						1	0						1	3	0	2000
7							1							1	0	600
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	16	0	10400
2		1	0	0	0	0	0		1	0	0	0	5	15	0	10000
3			1	0	0	0	0			1	0	2	6	28	0	20000
4				1	0	0	0				1	0	0	3	0	1800
5					1	0	0					1	2	11	0	7400
6						1	0						1	3	0	2000
7							1							1	0	600

Aufgabe 7)

a)

~> Erstellung eines Gozintographens



	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	RS
1	1	0	-6	0	0	1					14700
2		1	-2	-7	-5		1				9000
3			1	-4	-3			1			2450
4				1	0				1		400
5					1					1	250

↓ ERGEBNIS ↓

	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	RS
1	1					1	0	6	24	18	14700
2		1					1	2	15	11	9000
3			1					1	4	3	2450
4				1					1	0	400
5					1					1	250

b) siehe Skript S. 62

Aufgabe 8)

a)

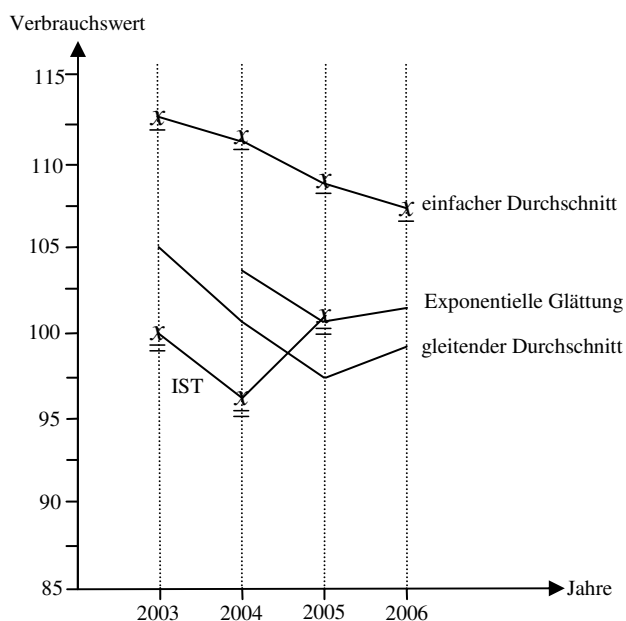
- Einfacher Durchschnitt / Mittelwert (alle Vergangenheitswerte gehen gleichgewichtet ein)

$$= \frac{1}{T} \sum_{\tau=-(T-1)}^0 x_{\tau} \quad \tau_0 = \text{jüngster Vergangenheitswert}$$

- Gleitender Durchschnitt

$$= \sum_{\tau=-(T-1)}^0 c_{\tau} x_{\tau}$$

	2003	2004	2005	2006
Mittelwert	$1/4 * (138 + 119 + 98 + 97) = 113$	$1/5 * (138 + 119 + 98 + 97 + 100) = 110,4$	108	107
gleitender Durchschnitt	$0,4 * 97 + 0,3 * 98 + 0,2 * 119 + 0,1 * 138 = 105,8$	$0,4 * 100 + 0,3 * 97 + 0,2 * 98 + 0,1 * 119 = 100,6$	97,6	98,9



Beurteilung:

Bei der Methode der einfachen Durchschnitte ist der Prognosefehler im Vergleich zu dem der gleitenden Durchschnitte signifikant größer.

~> hier: Schätzung nach der Methode der gleitenden ist genauer!

b)

Methode der exponentiellen Glättung

Allgemein: $\hat{x}_1 = \alpha x_0 + (1 - \alpha) \hat{x}_0$

Für 2004: $\hat{x}_{04,EG} = 0,4x_{03} + (1 - 0,4)\hat{x}_{03,GD} = 0,4 * 100 + 0,6 * 105,8 = 103,48$

Für 2005: $\hat{x}_{05,EG} = 0,4 * 96 + (1 - 0,4) * 103,48 = 100,488$

Für 2006: $\hat{x}_{06,EG} = 0,4 * 101 + (1 - 0,4) * 100,488 = 100,6928$

Beurteilung der Methode:

Mit Blick auf die Prognosegenauigkeit lässt sich bei gegebener Datenkonstellation eine Dominanz der Methode der gleitenden Durchschnitte u. der exponentiellen Glättung über die Methode der einfachen Durchschnitte feststellen. Eine eindeutige Aussage über die relative Vorteilhaftigkeit der beiden erst genannten Methoden ist nicht möglich!

c)

Benötigte Daten:

- Tatsächliche Verbräuche:
2004: 96
2005: 101
- Geschätzte Verbräuche (gleitender Durchschnitt)
2004: 100,6
2005: 97,6
- Geschätzte Verbräuche (exponentielle Glättung)
2004: $\alpha x_{03} + (1 - \alpha) \hat{x}_{03}$
2005: $\alpha x_{04} + (1 - \alpha) \hat{x}_{04}$

Dann muss gelten:

$$(1) \alpha x_{03} + (1 - \alpha) \hat{x}_{03} > 100,6$$

$$(2) \alpha x_{04} + (1 - \alpha) \hat{x}_{04} < 97,6$$

Setzte (1) in (2) ein!

$$96\alpha + (1 - \alpha)[100\alpha + (1 - \alpha) * 105,8] < 97,6$$

$$\alpha^2 - \frac{156}{58} + \frac{82}{58} = 0$$

$$\alpha_{1,2} = \frac{78}{58} \pm \sqrt{\left(\frac{78}{58}\right)^2 - \frac{82}{58}}, \quad \alpha_1 = 0,7165, \quad (\alpha_2 = 1,9731)$$

da α zwischen 0 und 1 definiert ist, fällt 1,9731 als mögliche Lösung weg!

Setzte für α Werte $>$ und $<$ 0,7165 ein um herauszufinden, wann Gleichung (2) erfüllt ist:

$$\alpha = 0,8 \quad \sim \rightarrow \quad 0,8 * 96 + 0,2(0,8 * 100 + 0,2 * 105,8) < 97,6 \quad \sim \rightarrow \quad 97,032 < 97,6 \quad \checkmark$$

$$\alpha = 0,7 \quad \sim \rightarrow \quad 0,7 * 96 + 0,3(0,7 * 100 + 0,3 * 105,8) < 97,6 \quad \sim \rightarrow \quad 97,722 < 97,6 \quad \boxtimes$$

Gleichung (2) ist für $\alpha > 0,7165$ erfüllt!

Für welche Werte von α ist (1) erfüllt?

$$\alpha x_{03} + (1-\alpha) \hat{x}_{03} > 100,6$$

$$100\alpha + (1-\alpha) * 105,8 > 100,6$$

⋮

$$\alpha < 0,8966$$

Wenn $0,7165 < \alpha < 0,8966$ gilt, dann liefert die Methode der gleitenden Durchschnitte genauere Prognosewerte!

Aufgabe 9)

Bestimmungsgleichung:

$$\hat{x}_1 = \alpha x_0 + (1-\alpha) \hat{x}_0 \quad (1)$$

$$\hat{x}_2 = \alpha x_1 + (1-\alpha) \hat{x}_1 \quad (2)$$

gegeben: $x_0 = 90$, $\hat{x}_0 = 105$, $x_1 = 100$

Für \hat{x}_2 gilt (setze (1) in (2) ein):

$$\hat{x}_2 = \alpha x_1 + (1-\alpha) [\alpha x_0 + (1-\alpha) \hat{x}_0]$$

$$\hat{x}_2 = 100\alpha + (1-\alpha) [90\alpha + (1-\alpha) * 105]$$

$$\hat{x}_2 = 15\alpha^2 - 20\alpha + 105$$

$$\hat{x}_2' = 30\alpha - 20 = 0, \quad \alpha = 2/3$$

$$\hat{x}_2'' = 30 > 0, \quad \text{d. h. hier liegt Minimierung vor!}$$

Fazit:

Für $\alpha = 2/3$ wird der Verbrauch von x_2 am niedrigsten geschätzt!

$$\hat{x}_1 = 2/3 * 90 + 1/3 * 105 = 95$$

$$\hat{x}_2 = 2/3 * 100 + 1/3 * 95 = 98 \frac{1}{3}$$

Aufgabe 10)

Gleichungssystem aufstellen (Jahr 2006 und 2005)

$$\hat{x}_{06} = \alpha x_{05} + (1-\alpha) \hat{x}_{05}$$

$$\hat{x}_{05} = \alpha x_{04} + (1-\alpha) \hat{x}_{04}$$

Interpretation:

$$\hat{x}_{t+1} = \hat{x}_t + \alpha (x_t - \hat{x}_t)$$

60% (bzw. 40%) der Abweichung zwischen geschätztem und realisiertem Verbrauch ist dauerhaft, 40% (bzw. 60%) der Abweichung zwischen geschätztem und realisiertem Verbrauch ist rein zufällig.

Aufgabe 11)

Einordnung Aufgabe 11:

Vor einem mittelfristigen Planungshorizont geht es um die Frage der innerbetrieblichen Standortplanung, wobei die betrieblichen Standorte gegeben sind.

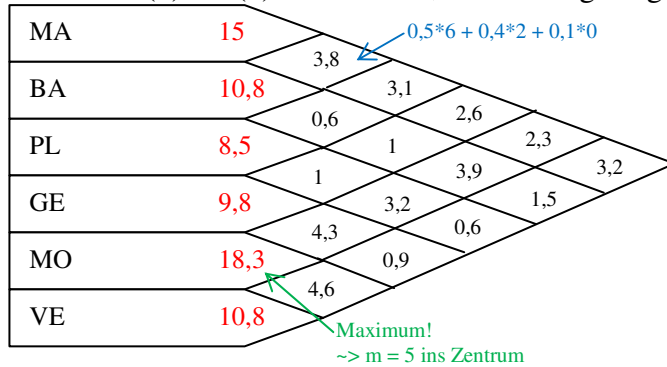
a)

Bestimmung des Layouts

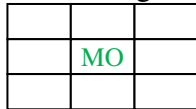
Vorgehen:

- (1) s. VL
- (2) s. VL
- (3) s. VL
- (4) s. VL
- (5) Wertsumme (s. VL)

~> Schritt (3) bis (5) zusammen ψ : Beziehungsdiagramm



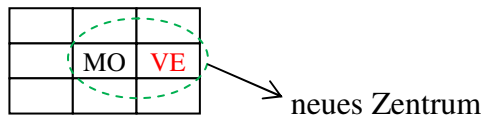
- (6) Anordnung des Elements mit der höchsten Wertsumme im Zentrum (s. Hinweis)



- (7) s. VL

(Anmerkung: bei gleichem Präferenzwert wird das Element mit der höchsten Wertsumme gewählt!)

Beim Vergleich der Präferenzwerte zeigt sich, dass die Verpackung die engste Beziehung aufweist.



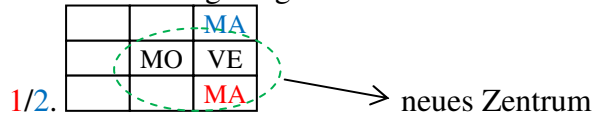
- (8) s. VL

~> Intensität der Beziehung zum Zentrum:

MA: $2,3 + 3,2 = 5,5 <\sim \text{max!}$ PL: $3,2 + 0,6 = 3,8$

BA: $3,9 + 1,5 = 5,4$ GE: $4,3 + 0,9 = 5,2$

~> 2 Anordnungsmöglichkeiten



Beide Anordnungsmöglichkeiten sind zulässig. Hier wird Möglichkeit 1 weiter verfolgt:

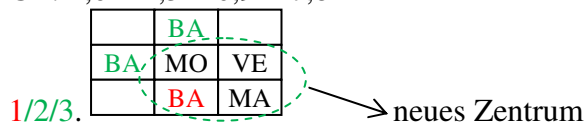
- (9) s. VL

~> Intensität der Beziehung zum Zentrum

BA: $3,8 + 3,9 + 1,5 = 9,2 <\sim \text{max!}$

PL: $3,1 + 3,2 + 0,6 = 6,9$

GE: $2,6 + 4,3 + 0,9 = 7,8$



Anmerkung: es gibt wieder mehrere Anordnungsmöglichkeiten, wobei nur eine zu kürzesten Wegen führt. Möglichkeit 1 hat engste Beziehung zum Zentrum!

~> Intensität der Beziehungen zum Zentrum:

PL: $0,6 + 3,1 + 3,2 + 0,6 = 7,5$

GE: $1 + 2,6 + 4,3 + 0,9 = 8,8 < \sim \text{max!}$

Es gibt wieder mehrere Anordnungsmöglichkeiten die gleichwertig sind.

1/2.

	GE	
GE	MO	VE
	BA	MA

Als letztes anzuordnendes Element bleibt PL übrig. PL ist in unmittelbarer Nachbarschaft zu MO anzuordnen (s. Beziehungsdiagramm).

Alternative 1 wird weiter verfolgt!

	PL	
GE	MO	VE
	BA	MA

<~ nutzenorientierte /-optimale Layout

c)

Gewichtung der Ziele laut Aufgabe

A: 0,5

A: 0,5

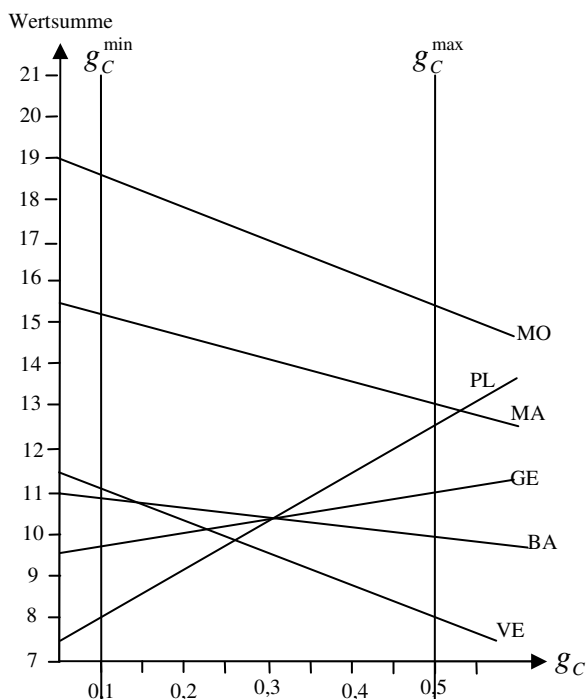
B: 0,4

B: g_B mit $g_B = 1 - 0,5 - g_C = 0,5 - g_C$

C: 0,1

C: g_C und $0,1 < g_C < 0,5$

Ermittlung der Wertsumme in Abhängigkeit von g_C :



$$\begin{aligned} \text{MA: } & 0,5 * (4 + 3 + 4 + 6 + 6) + (0,5 - g_C) * \\ & (3 + 2 + 1 + 0 + 2) + g_C * (0 + 0 + 2 + 1 + 0) \\ & = 15,5 - 5 g_C \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BA: } & 0,5 * (1 + 6 + 0 + 0 + 6) + (0,5 - g_C) * \\ & (2 + 2 + 2 + 1 + 2) + g_C * (2 + 1 + 2 + 2 + 0) \\ & = 11 - 2 g_C \end{aligned}$$

$$\text{PL: } 7,5 + 10 g_C$$

$$\text{GE: } 9,5 + 3 g_C$$

$$\text{MO: } 19 - 7 g_C$$

$$\text{VE: } 11,5 - 7 g_C$$

Antwort:

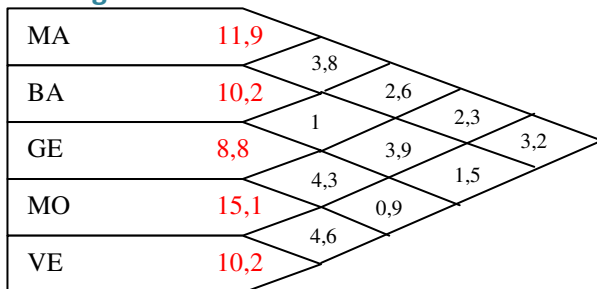
Der Gewichtungsfaktor g_C kann laut Aufgabenstellung zwischen 0,1 und 0,5 gewählt werden. Für alle zulässigen Werte für g_C gilt, ordne zuerst die MO an, weil die Wertsumme für MO in jedem Falle maximal ist!

d)

Auswirkung auf das Beziehungsdiagramm:

	VE			MO			GE			BA			MA		
Ziel	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
MA	4	3	0	3	2	0	4	1	2	6	2	0	-	-	-
BA	1	2	2	6	2	1	0	2	2	-	-	-			
GE	0	2	1	6	3	1	-	-	-						
MO	6	4	0	-	-	-									
VE	-	-	-												

Bildung der Wertsommen



Alternative Anordnungsmöglichkeiten / optimale Layouts

	BA	MA
GE	MO	VE

	BA	MA
	MO	VE
	GE	

GE	MO	VE
	BA	MA

	GE	
	MO	VE
	BA	MA

Aufgabe 12)

Einordnung:

Taktische Produktionslogistik ~> transportkostenminimale Layoutplanung
(Umlaufmethode von Kiehne ~> heuristisches Verfahren zur Lösung des quadratischen Zuordnungsproblem)

(1) Bestimmung desjenigen Elements, von dem und zu dem insgesamt die größte Menge transportiert wird

- | | | | |
|---------------|----------|-----------|----------|
| Materiallager | := m_1 | Montage | := m_4 |
| Walzen | := m_2 | Lackieren | := m_5 |
| Formen | := m_3 | Versand | := m_6 |

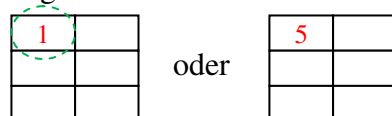
$$m_1 : \sum_{l=1}^6 x_{1l} = 5 + 3 + 4 + 4 + 1 = 17$$

$$m_2 : \sum_{l=1}^6 x_{2l} = 14, m_3 : \sum_{l=1}^6 x_{3l} = 11, m_4 : \sum_{l=1}^6 x_{4l} = 10, m_5 : \sum_{l=1}^6 x_{5l} = 17, m_6 : \sum_{l=1}^6 x_{6l} = 11$$

2 Alternativen sind jetzt möglich.

(2) Anordnung dieses Elements (m_1 bzw. m_5) als Kern des Layouts in der Mitte der Standortfläche.

→ Da vom und zum Materiallager (m_1) bzw. vom und zum Lackieren (m_5) insgesamt je 17 [ME]/[PLE] zu transportieren sind, kann im Kern des Layouts (~> auf I) alternativ m_1 bzw. m_5 angeordnet werden.



Wir verfolgen A!

- (3) Bestimmung desjenigen Elementes unter den noch nicht angeordneten Elementen, zwischen dem und dem bisherigen Kern die umfangreichsten Mengen zu transportieren sind.

~> Walzen!

- (4) Anordnung von Element m_2 auf Hallenplatz II.

→ neuer Kern

1	2

- (5) Solange der Kern insgesamt noch nicht vier Elemente umfasst, ist Schritt (3) und anschließend Schritt (4) zu wiederholen.

Transportbeziehung zum Kern

$$m_3: 4 + 3 = 7 \quad <\sim \text{MAX!}$$

$$m_4: 2 + 4 = 6$$

$$m_5: 2 + 4 = 6$$

$$m_6: 1 + 1 = 2$$

→ neuer Kern

1	2
	3

Transportbeziehung zum Kern

$$m_4: 4 + 2 + 0 = 6$$

$$m_5: 2 + 2 + 4 = 8 \quad <\sim \text{MAX!}$$

$$m_6: 2 + 1 + 1 = 4$$

→ neuer Kern

1	2
5	3

- (6) Wenn der Kern vier oder mehr Elemente umfasst, ist das zuletzt angeordnete Element zu vertauschen, wenn sich hierdurch verringerte Transportkosten ergeben:

$$\Delta K_{5,1} = k(+x_{12} + x_{53} - x_{13} - x_{25}) = k(5 + 2 - 3 - 2) = 2$$

k irrelevant, weil Proportionalität unterstellt wird ~> "k" wird weggelassen

Der Tausch von m_5 mit m_1 führt zu einer Transportkostenerhöhung!

$$\Delta K_{5,3} = +x_{32} + x_{51} - x_{25} - x_{13} = 4 + 4 - 2 - 3 = 3$$

- (7) → Vertauschungen sind nicht zu empfehlen!

- (8) Solange noch nicht alle Elemente angeordnet sind, ist wieder mit Schritt (2) zu beginnen
Transportbeziehungen zum Kern

$$m_4: 4 + 2 + 0 + 3 = 9$$

$$m_6: 1 + 1 + 2 + 6 = 10 \quad <\sim \text{MAX!}$$

→ neuer Kern

1	2
5	3
6	

Prüfe Tausch!

$$\Delta K_{6,5} = +x_{51} + x_{52} + x_{53} - x_{61} - x_{62} - x_{63} = 4 + 2 + 2 - 1 - 1 - 2 = 4$$

kein weiterer Tausch mit Nachbarn möglich.

Das letzte Element ist auf den noch letzten freien Platz der Werkshalle anzuordnen, wobei Schritt (6) zu beachten ist.

→ neuer Kern:

1	2
5	3
6	4

Prüfe Tausch!

$$\Delta K_{4,6} = 2 + 0 + 1 + 6 - 4 - 3 - 1 - 2 = -1$$

$$\Delta K_{4,3} = 1 + 3 + 4 + 2 - 4 - 2 - 3 - 2 = -1$$

In beiden Fällen führt eine Vertauschung zu einer Reduzierung der Transportkosten um $-1 \cdot k$

→ 2 Anordnungsmöglichkeiten:

1	2
5	3
4	6

1	2
5	4
6	3

Wähle diejenige Alternative, die zu einer maximalen Transportkostenminimierung führt (hier: indifferent!)

Alternative Anordnungsmöglichkeiten

1	2
5	3
4	6

1	2
5	4
6	3

5	6
1	2
4	3

5	6
1	4
2	3

Aufgabe 13)

a)

siehe Skript S. 83 – 85

b)

Ermittlung eines transportkostenminimalen Layouts mit Hilfe des CRAFT-Algorithmus:

(1) Bestimme alle Elemente, die für einen Austausch in Betracht kommen:

m_1 und m_2

m_1 und m_4

m_2 und m_4

(2) Bestimme für alle Elemente den Mittelpunkt sowie die rechtwinklige Entfernung zwischen den Mittelpunkten:

$m = 1, \bar{y}_{11} = 1$ (x -Koordinate)

$\bar{y}_{21} = 1$ (y -Koordinate)

$m = 2, \dots$ (2;3)

$m = 3, \dots$ (4;1)

$m = 4, \dots$ (5;3)

Bestimmung der Entfernungen zwischen den Mittelpunkten:

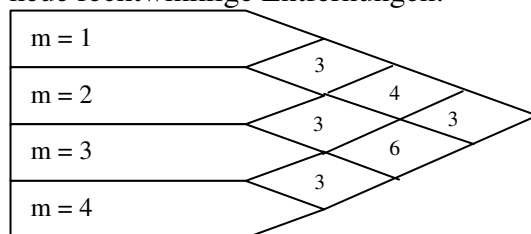
$$\text{z. B. } y_{12} = |\bar{y}_{11} - \bar{y}_{12}| + |\bar{y}_{21} - \bar{y}_{22}| = 1 + 2 = 3, y_{13} = 3, y_{14} = 6, y_{23} = 4, y_{24} = 3, y_{34} = 3$$

- (3) Berechnung der gesamten Transportkosten der Ausgangslösung:
 Durch Gewichtung der Transportkosten (Tab. 2) mit den Entfernungen ergibt sich:
 $K = 3 \cdot 4 + 2 \cdot 3 + 3 \cdot 6 + 6 \cdot 4 + 5 \cdot 3 + 2 \cdot 3 = 81 [\text{GE}]/[\text{PZE}]$

- (4) siehe VL:

Wichtig: Dabei wird unterstellt, dass der jeweilige Elementetausch durch einen Tausch der entsprechenden Mittelpunkte vollzogen werden kann.

- Bei einem Tausch von m_1 und m_2
 neue rechteckige Entfernungen:



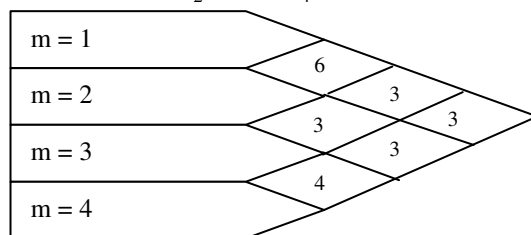
- Daraus resultierende Transportkostenänderung

$$\tilde{\Delta}K_{1,2} = 83 - 81 = 2 \quad \text{wird wie oben ermittelt! nur: neue Entfernung}$$

- Tausch von m_1 und m_4 :

Für diesen Tausch ist keine Berechnung erforderlich, da alle Entfernungen und damit auch alle Koten gleich bleiben.

- Tausch von m_2 und m_4 :



$$\tilde{\Delta}K_{2,4} = 80 - 81 = -1$$

- (5) Zu einer Reduzierung der Transportkosten führt der Tausch von m_2 und m_4

- (6) Vertausche die in (5) ausgewiesenen Elemente. Dabei sind m_2 und m_4 so zu tauschen, dass das Element 4 auf denjenigen Rastereinheiten von Element 2 angeordnet wird, die am meisten vom alten Mittelpunkt des Elements 4 entfernt liegen.

Operatives Logistikmanagement

Aufgabe 14)

a) Optimale Bestellmenge

Ziel: Minimierung der gesamten Kosten, bestehend aus Material-, bestellfixen und Lagerhaltungskosten

$$K_G = qR + k_B \frac{R}{r} + k_L * \frac{1}{2} r$$

Das Minimum dieser Gleichung erhält man mit Hilfe der Differentialrechnung.

Notwendige Bedingung

$$K_G' = 0 \quad K_G' = -k_B \frac{R}{r^2} + k_L * \frac{1}{2} = 0 \Leftrightarrow r = \sqrt{\frac{2k_B R}{k_L}}$$

Hinreichende Bedingung

$$K_G'' > 0 \rightarrow \text{Min}$$

Gleichung der minimalen Gesamtkosten:

$$K_G^* = -k_B \frac{R}{r^*} + k_L * \frac{1}{2} r^* = qR + k_B \frac{R}{\sqrt{\frac{2k_B R}{k_L}}} + k_L * \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2k_B R}{k_L}} = qR + 2\sqrt{\frac{k_B k_L R}{2}} = qR + \sqrt{2k_B k_L R}$$

b) Gegeben Daten

$$q = 8\text{€/Stück}$$

$$R: 15.000\text{Stück/Jahr}$$

$$k_B: 56,25\text{€/Bestellung}$$

$$k_L: 0,25\text{€/Stück*Monat} = 3\text{€/Stück*Jahr}$$

q : Faktorpreis, in [GE]/[FE]

Optimale Bestellmenge

$$r^* = \sqrt{\frac{2k_B R}{k_L}} = \sqrt{\frac{2 * 56,25 * 15.000}{3}} = 750\text{Stück / Bestellung}$$

Optimale Bestellhäufigkeit

$$n^* = \frac{R}{r^*} = \frac{15.000}{750} = 20\text{Bestellungen / Jahr}$$

Im Optimum anfallende

➤ Bestellfixe Kosten: $k_B^* = k_B \frac{R}{r^*} = 56,25 * 20 = 1.125\text{€ / Jahr}$

müssen gleich sein
(nur im Optimum)

➤ Lagerkosten: $k_L^* = k_L * \frac{1}{2} r^* = 3 * \frac{1}{2} * 750 = 1.125\text{€ / Jahr}$

c) Minimale Gesamtkosten

$$K_G = 8 * 15.000 + \sqrt{2 * 56,25 * 3 * 15.000} = 120.000 + 2.250 = 122.250\text{€ / Jahr}$$

Im Falle nicht linearer Funktionsverläufe lassen sich Änderungen der Funktionswerte mit Hilfe von Tangenten näherungsweise schätzen.

Ermittlung der Tangentengleichung über die 1. Ableitung

$$K_G^* = qR + \sqrt{2k_B k_L R}$$

$$\frac{\partial K_G^*}{\partial R} = q + \frac{1}{2} \sqrt{2k_B k_L} * R^{-1/2} = q + \frac{\sqrt{2k_B k_L}}{2\sqrt{R}} = q + \sqrt{\frac{k_B k_L}{2R}}$$

Steigung an der Stelle $R = 15.000$:

$$K_G^* '(R = 15.000) = 8 + \sqrt{\frac{56,25 * 3}{2 * 15.000}} = 8,075$$

Je Änderung der jährlichen Beschaffungsmenge um eine Einheit, verändern sich die minimalen Gesamtkosten demnach um näherungsweise 8,075€.

Eine 10% Erhöhung/Reduzierung ($\hat{=}$ 1.500 Einheiten der jährlichen Beschaffungsmenge) führt zu folgender näherungsweise Veränderung: $8,075 \pm 1.500 = \pm 12.112,50€ / \text{Jahr}$

Vergleich mit den tatsächlichen Kostenänderungen

Erhöhung +10%

$$K_G^*(R = 16.500) - K_G^*(R = 15.000) = 8 * 16.500 + \sqrt{2 * 56,25 * 3 * 16.500} - 122.250$$

$$= 134.359,82 - 122.250 = 12.109,82€ / \text{Jahr}$$

Reduzierung -10%

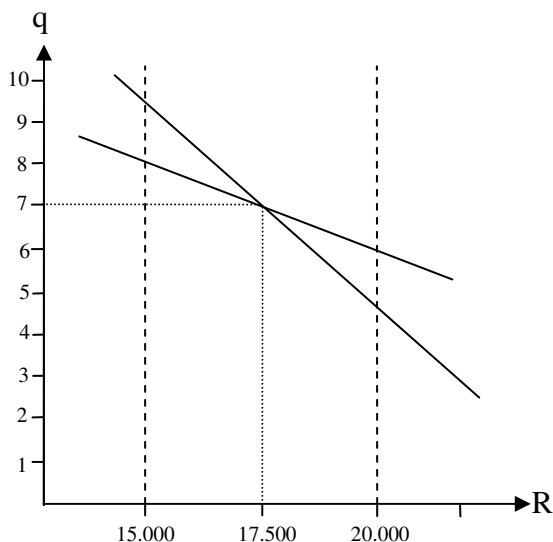
$$K_G^*(R = 15.000) - K_G^*(R = 13.500) = 122.250 - (8 * 13.500 + \sqrt{2 * 56,25 * 3 * 13.500})$$

$$= 122.250 - 110.134,54 = 12.115,46€ / \text{Jahr}$$

d1)

Die Entscheidung, welcher Lieferant in welchem Intervall bevorzugt werden sollte, lässt sich auf zwei Weisen treffen.

1. Über den Verlauf der Angebotskurven



Der Lieferant D sollte aufgrund des geringeren Beschaffungspreises bis 17.500 Einheiten bevorzugt werden, darüber hinaus der Lieferant N.

2. Über den Schnittpunkt der Angebotskurven

$$14 - 1 / 2.500 * R = 24,5 - 1 / 1.000 * R$$

$$3 / 5.000 * R = 10,5 \quad \leftrightarrow \quad R = 17.500$$

d2) Zu erwartender Beschaffungspreis

Wenn die Wahrscheinlichkeiten der Beschaffungsmengen im angegebenen Intervall gleich verteilt sind, ist der Erwartungswert der Beschaffungsmenge das arithmetische Mittel: $\mu = 17.500$

Eingesetzt in die Angebotsfunktion ergeben sich:

$$q_D = 14 - \frac{17.500}{2.500} = 7, \quad q_N = 24,5 - \frac{17.500}{1.000} = 7$$

Aufgabe 15)

Vorbemerkung:

Im Modell der optimalen Bestellmenge wird angenommen, dass sich die Lagerkosten proportional zum durchschnittlichen mengen- und wertmäßigen Lagerbestand verhalten. Der Lagerhaltungskostensatz k_L setzt sich daher aus zwei Komponenten zusammen.

$$k_L = \underbrace{l \cdot q}_{\substack{\text{Kapitalbindungskosten} \\ \text{des im Lagerbestand} \\ \text{gebundenen Kapitals}}} + \underbrace{m}_{\substack{\text{Kosten für} \\ \text{die logistische} \\ \text{Handhabung}}}$$

Da im Grundmodell die Größen l , q und m konstant sind, ergibt sich auch für k_L ein einziger, konstanter Wert. Dieses ändert sich, wenn der Beschaffungspreis q nicht mehr konstant ist. Sondern aufgrund von Mengenrabatten variieren kann.

$$k_{L_0} = lq_0 + m$$

$$k_{L_1} = lq_1 + m$$

Je nach Rabattklasse ergibt sich die optimale Bestellmenge dann durch:

$$r_n^* = \sqrt{\frac{2k_B R}{k_{L_n}}}$$

a)

$$R = 10.000 \text{ kg / Jahr}$$

$$k_B = 200 \text{ € / Bestellung}$$

$$l = 0,20$$

$$m = 0,30 \text{ € / kg * Jahr}$$

Vorgehen:

(1) Es ist zu prüfen, ob bei Annahme des günstigsten Preises ein Kostenminimum für die Summe aus Lagerhaltungs- und Bestellkosten vorliegt.

$$r_3^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 200 \cdot 10.000}{0,20 \cdot 2,42 + 0,30}} \approx 2.258,77 \text{ kg / Bestellung}$$

Diese Menge ist für den angenommenen Stückpreis nicht zulässig (min. 8.000kg), so dass Gleiches für die nächste Rabattklasse zu prüfen ist.

(2) Bestimmung von r^* der zweithöchsten Rabattklasse

$$r_2^* = \sqrt{\frac{2 \cdot 200 \cdot 10.000}{0,20 \cdot 2,45 + 0,30}} \approx 2.250,18 \text{ kg / Bestellung}$$

~> Die ermittelte Menge ist zulässig

(3) Das gesuchte Kostenminimum liegt nun entweder an der Stelle r_2^* oder an einer der höheren Rabattgrenzen (hier: existiert nur eine höhere Grenze bei $r = 8.000 \text{ kg / Bestellung}$)

$$K^*(r_2^*) = 10.000 * 2,45 + 200 * 10.000 / 2.250,18 + (0,20 * 2,45 + 0,30) * 1/2 * 2.250,18$$

$$\approx 26.277,64\text{€} / \text{Jahr}$$

$$K(r_3 = 8.000\text{kg} / \text{Best.}) = 10.000 * 2,42 + 200 * 10.000 / 8.000 + (0,20 * 2,42 + 0,30) * 1/2 * 8.000 \sim >$$

$$= 27.586\text{€} / \text{Jahr}$$

Somit liegen die minimalen Gesamtkosten hier bei $r_2^* = 2.250,18\text{kg} / \text{Bestellung}$

b)

Es gibt zwei Möglichkeiten, die zu einer optimalen Bestellmenge von $r = 8.000\text{kg} / \text{Bestellung}$ führen.

(1) Der neue Beschaffungspreis q_3 führt genau zu $r_3^* = 8.000$

$$r_3^* = \sqrt{\frac{2 * 200 * 10.000}{0,20 * q + 0,30}} = 8.000$$

$$\Leftrightarrow \frac{4.000.000}{0,20q_3 + 0,3} = 8.000^2 \Leftrightarrow 0,0625 = 0,20q_3 + 0,3 \Leftrightarrow -0,2375 = 0,20q_3$$

~> Nur bei einem negativen Wert für q_3 liegt das Kostenminimum bei $r_3^* = 8.000$

(2) q_3 führt dazu, dass die Gesamtkosten bei einer Bestellung von $r_3^* = 8.000\text{kg} / \text{Bestellung}$ geringer ausfallen als bei $r_2^* \approx 2.250,18\text{kg} / \text{Bestellung}$

$$K(r_3 = 8.000) < K(r_2^*)$$

$$\Leftrightarrow 10.000q_3 + 200 * 10.000 / 8.000 + (0,20q_3 + 0,30) * 1/2 * 8.000 < 26.277,64\text{€} / \text{Jahr}$$

$$\Leftrightarrow 10.800q_3 + 1.450 < 26.277,64 \Leftrightarrow 10.800q_3 < 24.827,64 \Leftrightarrow q_3 < 2,298\dots$$

Bei einer Reduktion von q_3 auf 2,29€/kg wäre eine Bestellmenge von $r_3 = 8.000\text{kg} / \text{Best.}$ gesamtkostenminimal.

Aufgabe 16)

Aufgabe der Lösungsverfahren ist es, einen möglichst kostenminimalen Transportplan unter Beachtung der Restriktionen zu entwickeln.

Minimale-Kosten-Regel

Die Belegung der Felder der Transportmengenmatrix erfolgt nach aufsteigenden Transportkostensätzen

	A ₁		A ₂		A ₃		A ₄		A ₅		A ₆		V _s	
P ₁	39	0	14	0	11	200	13	0	16	0	8	1000	1200	200 0
P ₂	27	0	9	1200	12	300	10	400	26	0	17	0	1900	700 300 0
P ₃	24	900	14	0	17	100	14	0	28	1100	20	0	2100	2000 1100 0
B _r	900 0	1200 0	600	400 100 0	400 0	1100 0	1000 0	5200						

Transportkosten MKR:

$$K = 200 * 11 + 1000 * 8 + 1200 * 9 + 300 * 12 + 400 * 10 + 900 * 24 + 100 * 17 + 1100 * 28 = 82.700\text{€} / \text{Jahr}$$

Vogel'sche Approximationsmethode

Bei der Vogel'schen Approximationsmethode wird immer das Feld als nächstes belegt, bei dem der Abstand vom geringsten zum nächstgrößeren Transportkostensatz (je Zeile bzw. Spalte) am größten ist.

	A_1	A_2		A_3		A_4		A_5		A_6		A_r	
P_1	39	0	14	0	11	0	13	0	16	1100	8	100	1200 100 0
P_2	27	0	9	1200	12	600	10	100	26	0	17	0	1900 700 100 0
P_3	24	900	14	0	17	0	14	300	28	0	20	900	2100 1800 900 0
B_r	900 0	1200 0		600 0		400 300 0		1100 0		1000 900 0		5200	

$$\Delta_{A_5} = 10, \Delta_{A_6} = 9, \Delta_{A_2} = 5, \Delta_{A_3} = 5, \Delta_{P_2} = 7$$

Transportkosten VA:

$$K = 1100 \cdot 16 + 100 \cdot 8 + 1200 \cdot 9 + 600 \cdot 12 + 100 \cdot 10 + 900 \cdot 24 + 300 \cdot 14 + 900 \cdot 20 = 81.200 \text{ €/Jahr}$$

Aufgabe 17)

Stepping-Stone-Methode

➤ Spezialform des Simplexalgorithmus

Hierbei werden alle nichtbelegten Felder einer Ausgangslösung daraufhin überprüft, inwieweit eine Berücksichtigung dieser Transportmöglichkeit zu einer Transportkostensenkung führt.

	K_1	K_2	K_3	K_4	V_s
W_1	0 (+1)	0	3.000	0 (-1)	3.000
W_2	0	8000 (-1)	0	10.000 (+1)	18.000
W_3	6.000 (-1)	0 (+1)	2000	1.000 (+1) (-1)	9.000
B_r	6.000	8.000	5.000	11.000	

Kostenwirkung der Zyklen:

$$\Delta k_{11} = 12 - 8 + 11 - 8 = 7$$

$$\Delta k_{12} = 10 - 8 + 11 - 13 + 14 - 10 = 4$$

$$\Delta k_{14} = 11 - 13 + 11 - 8 = 1$$

$$\Delta k_{21} = 12 - 14 + 13 - 8 = 3$$

$$\Delta k_{23} = 14 - 14 + 13 - 11 = 2$$

$$\Delta k_{32} = 8 - 13 + 14 - 10 = -1 \text{ Kostensenkung}$$

Pro transportierter Einheit über $W_3 K_2$ spart das Unternehmen Transportkosten von 1€. Sinnvoll ist es daher, die maximale Mengenverschiebung von 1.000 ME vorzunehmen ($\hat{=}$ Ersparnis von 1.000€)

Neuer Transportplan:

	K_1	K_2	K_3	K_4	V_s
W_1	0	0	3.000	0	3.000
W_2	0	7.000	0	11.000	18.000
W_3	6.000	1.000	2.000	0	9.000
B_r	6.000	8.000	5.000	11.000	

2. Iteration: Überprüfung auf weitere Kostensenkungspotenziale

$$\Delta k_{11} = 7$$

$$\Delta k_{12} = 10 - 8 + 11 - 8 = 5$$

$$\Delta k_{14} = 11 - 14 + 10 - 8 + 11 - 8 = 2$$

$$\Delta k_{21} = 12 - 10 + 8 - 8 = 2$$

$$\Delta k_{23} = 14 - 10 + 8 - 11 = 1$$

$$\Delta k_{34} = 13 - 8 + 10 - 14 = 1$$

→ Es kann kein weiterer Zyklus identifiziert werden, der zu einer Transportkostensenkung führt
Optimum gefunden!

Transportkosten SSM:

$$K = 3.000 \cdot 8 + 7.000 \cdot 10 + 11.000 \cdot 14 + 6.000 \cdot 8 + 1.000 \cdot 8 + 2.000 \cdot 11 = 326.000 \text{€}$$

Aufgabe 18)

a)

Die Bestimmung der kürzesten Rundreise erfolgt schrittweise, in dem nacheinander die einzelnen Teilstrecken der Rundreise ermittelt werden.

I. Ermittlung der 1. Strecke

1. Zeilen- und Spaltenreduktion

~> Von jedem Zeilenelement der Entfernungsmatrix wird das jeweilige Zeilenminimum subtrahiert. Anschließend erfolgt Gleiches je Spalte.

nach \ von	0	1	2	3	4	Min
0	X	3	–	7	–	3
1	3	X	5	10	8	3
2	–	2	X	14	9	2
3	7	–	–	X	4	4
4	6	8	6	4	X	4

nach \ von	0	1	2	3	4	Min
0	X	0 (4+0)	–	4	–	0
1	0 (0+2)	X	2 0 (0+0)	7	5	0
2	–	0 (7+0)	X	12	7	0
3	3	–	–	X	0 (3+5)	0
4	2	4	2 0 (0+0)	0 (0+4)	X	0
Min	0	0	2 0	0	0	

Anmerkungen:

Nach der Zeilenreduktion liegt folgende Situation vor – Die Minima liegen auf den Strecken:

- 0 → 1
- 1 → 0
- 2 → 1
- 3 → 4
- 4 → 3

Problem 1: Keine zulässige Lösung möglich, da Kurzzyklen vorhanden sind

0 → 1; 1 → 0

3 → 4; 4 → 3

Problem 2: Die Filiale 2 wird bislang noch gar nicht angefahren. Eine Strecke nach 2 ($x \rightarrow 2$) fehlt
 ~> **Spaltenreduktion vornehmen!**

Zwischenfazit: Problem 1 bleibt zunächst bestehen.

2. Bewertung der mit Null belegten Felder

Die Nullen werden durch Addition des kleinsten zugehörigen Zeilen- und Spaltenelements bewertet. Die Bewertung drückt den Mehrweg aus, der entsteht, wenn die bewertete Null nicht gewählt wird.

3. Auswahl der am höchsten bewerteten Null

~> Um möglichst große Weglängenzuwächse zu vermeiden, wird die Null im Feld 34 gewählt.

4. Streichen der Zeile und Spalte des ausgewählten Nullelements

5. Streichung des Elements, das einen Kurzzyklus verursachen würde.

Auswahl: $3 \rightarrow 4 \Rightarrow$ Streichung $4 \rightarrow 3$

\Rightarrow Die Strecke $3 \rightarrow 4$ wird folglich in die Rundreise aufgenommen.

II. Ermittlung der 2. Strecke

1. Zeilen- und Spaltenreduktion

von \ nach	0	1	2	3	Min
0	X	0 (0+0)	-	4 0 (0+3)	0
1	0 (0+2)	X	0 (0+0)	7 3	0
2	-	0 (8+0)	X	12 8	0
4	2	4	0 (2+0)	-	0
Min	0	0	0	4 0	

2. Bewertung der mit Null belegten Felder

3. Auswahl der am höchsten bewerteten Null ~> Feld 21

4. Streichung Zeile / Spalte der ausgewählten Null

5. Streichung des Elements, das einen Kurzzyklus verursachen würde ~> Feld 12

III. Ermittlung der 3. Strecke

von \ nach	0	2	3	Min
0	X	-	0 ($\infty+3$)	0
1	0 (3+2)	-	3	0
4	2	0 (2+ ∞)	-	0
Min	0	0	0	

2. Bewertung der mit Null belegten Felder

~> sind in einer Zeile / Spalte neben einer Null nur gestrichene Strecken, so wird diese Null mit unendlich (∞) bewertet. Hierdurch erreicht man die zwangsweise Einplanung der Strecke.

Hier: Von 0 muss noch zu einem Kunden gefahren werden

- nach 0 geht sowieso nicht und nach 2 auch nicht ~> einzige Möglichkeit $0 \rightarrow 3$

Gleiches gilt für die Strecke $4 \rightarrow 2$

3. Auswahl der am höchsten bewerteten Nullen

$0 \rightarrow 3$; $4 \rightarrow 2$

4. Streichung Zeile / Spalte der ausgewählten Nullen

5. Streichung der Elemente, die Kurzzyklen verursachen würden ~> nicht erforderlich

Durch die Einplanungen der Strecken $0 \rightarrow 3$ und $4 \rightarrow 2$ verbleibt als letzte Strecke der Rundreise nur noch die Strecke $1 \rightarrow 0$.

Somit lautet die Rundreise:

$0 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 0$

Länge: $7 + 4 + 6 + 2 + 3 = 22\text{km}$

22km pro Tour ~> 66km pro Tag

b)

Rundreise:

$0 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 0$

Länge: $3 + 2 + 5 + 4 + 6 = 20\text{km}$