



UNIVERSITÄT PADERBORN
Die Universität der Informationsgesellschaft

SS 2008

Strategisches Logistikmanagement



Harry Kran (echo-upb.de)

Prof. Dr. Stephan Betz

Universität Paderborn

SS 2008

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlagen	3
2. Strategische Beschaffungslogistik	4
2.1. Klassifizierung von Materialien	4
2.1.1. Klassifizierung nach dem Verbrauchswert	4
2.1.2. Klassifizierung nach dem Bedarfsverlauf	5
2.2. Planung der Leistungstiefe eines Materialsortiments	7
2.2.1. Transaktionskostenansatz	8
2.2.1.1. Darstellung	8
2.2.1.2. Beurteilung	9
2.2.2. Leistungstiefenentscheidung mittels Investitionsrechnung	9
2.3. Festlegung einzusetzender Materialarten	12
2.3.1. Wertanalyse als Instrument der Materialartauswahl	12
2.3.2. Kostenminimale Materialartkombination	14
3. Strategische Produktionslogistik	16
3.1. Ausscheiden unzulässiger Standorte	16
3.2. Auswahl vorteilhafter Standorte	17
3.3. Bestimmung zieloptimaler Standorte	18
3.3.1. Kapitalwertmaximierung	18
3.3.2. Transportkostenminimierung	21
3.3.2.1. Bestimmung eines transportkostenminimalen Standortes zwischen beliebig vielen Orten auf einer Geraden	21
3.3.2.2. Bestimmung eines transportkostenminimalen Standortes zwischen beliebig vielen Orten in der Fläche	24

Strategisches Logistikmanagement

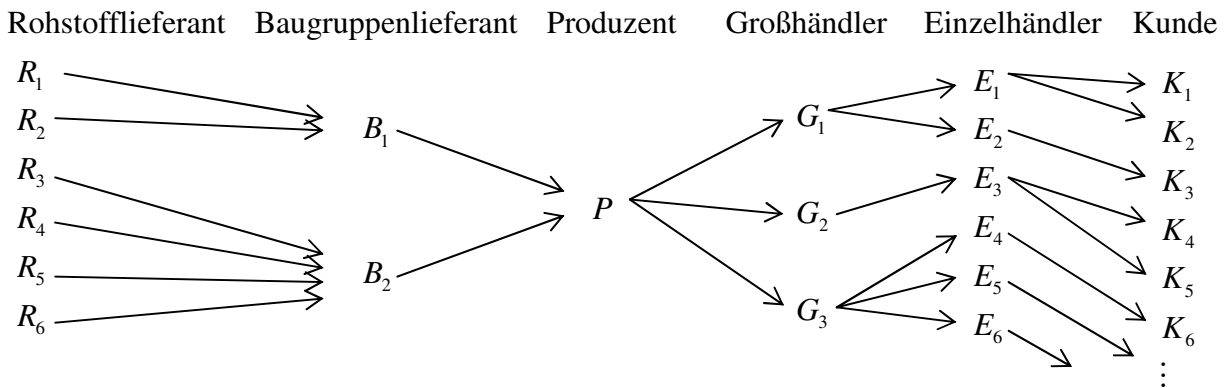
1. Grundlagen

Die Logistik umfasst alle Tätigkeiten, in denen logistische Prozesse (wie z.B. Transportieren, Lagern, Umschlagen, Kommissionieren etc.) geplant, realisiert, getestet und kontrolliert werden.

Die Abgrenzung zum Supply Chain Management:

Hier geht es um die Planung, Steuerung und Kontrolle einer gesamten Wertschöpfungskette vom Rohstofflieferanten bis hin zum Endkunden.

Skizze



In diesem Fall steht der Produzent (OEM = Original Equipment Manufacturer) im Mittelpunkt („fokales Unternehmen“).

Voraussetzung für ein effizientes SCM ist die zwischenbetriebliche Kooperation.

Chancen einer Kooperation:

- Know-How-Zuwachs
- Kostenersparnisse
- Zeitersparnisse
- Erschließung neuer Märkte
- gemeinsame Marketingaktivitäten

Risiken einer Kooperation

- Know-How-Preisgabe
- einseitige Abhängigkeiten
- einseitige Ausnutzung des Machtgefälles
- ungünstige Kosten-Nutzen-Relation
- Flexibilitätsverluste

Abgrenzung zwischen strategischen, taktischen und operativen Logistikmanagement

als Abgrenzungskriterium fungiert die Zeit

5-10 Jahre Planungszeitraum - strategisch

1-5 Jahre Planungszeitraum - taktisch

bis 1 Jahr Planungszeitraum - operativ

2. Strategische Beschaffungslogistik

Es geht im Wesentlichen um die Planung, Realisation, Steuerung und Kontrolle der logistischen Prozesse in der Beschaffung von **Materialien**. (d.h. Verbrauchsfaktoren statt Verbrauchsfaktoren)

2.1. Klassifizierung von Materialien

Sie kann nach dem Verbrauchswert (d.h. nach den Materialkosten) und nach dem Bedarfsverlauf (d.h. nach dem Grad der Regelmäßigkeit und Vorhersagegenauigkeit) erfolgen.

2.1.1. Klassifizierung nach dem Verbrauchswert

Empirische Untersuchungen haben ergeben, dass

- 5-15% der Werkstoffarten / 60-80% der Werkstoffkosten
- 20-40% der Werkstoffe / 20-30% der Werkstoffkosten
- 50-70% der Werkstoffarten / 5-10% der Werkstoffkosten

verursachen

Vorgehen:

1. Zusammenfassung der Werkstoffarten zu wenigen Werkstoffgruppen
2. Multiplikation des durchschnittlichen Faktorpreises (Materialpreis) q , in [GE]/[FE] mit dem jeweiligen Faktorverbrauch r , in [FE]/[PZE], zu den Werkstoffkosten: $K = q * r$
3. Ordnung der Werkstoffgruppen nach fallenden Werkstoffkosten
4. Kumulierung der Anteile der Werkstoffarten bzw. -kosten je Werkstoffgruppe an allen Werkstoffarten bzw. Werkstoffkosten
5. Zuordnung der Werkstoffgruppen zu den Klassen A, B und C

Beispiel

Werkstoffart	Werkstoffgruppe	Mengenmäßiger Verbrauch in [FE]/[PZE]	Verrechnungspreis in [GE]/[FE]	Wertmäßiger Verbrauch in [GE]/[PZE]	Rangplatz
1...8	1	2000	1,40	2800	4
9...20	2	5000	0,12	600	7
21, 22	3	100	48	4800	2
23...26	4	4000 *	0,60	2400	5
27, 28	5	800	4	3200	3
29...38	6	3000	0,40	1200	6
39,40	7	500	10	5000	1

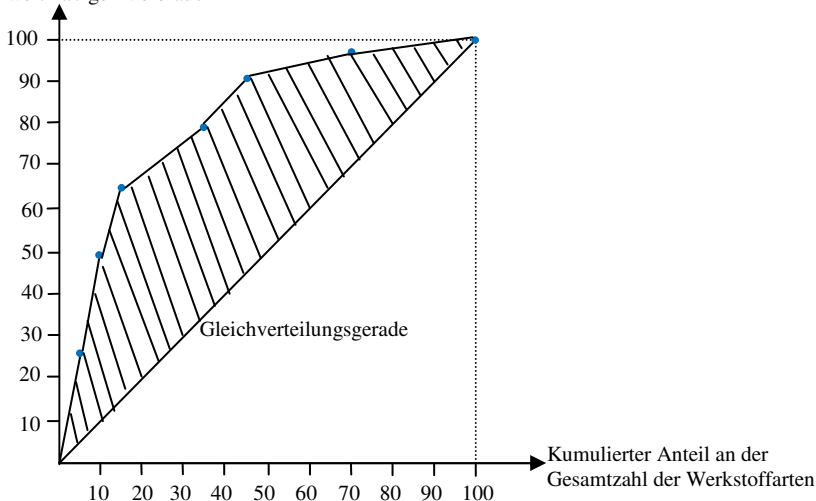
Σ 20000

Schritt 4

Werkstoffgruppe	Anzahl Werkstoffarten	Anteil Werkstoffarten	Kumul. Anteil	Wertmäßiger Verbrauch	Anteil Wertmäßiger Verbrauch	Kumul. Anteil	Klassenzuordnung
7	2	5%	5%	5000	25%	25%	A
3	2	5%	10%	4800	24%	49%	A
5	2	5%	15%	3200	16%	65%	A
1	8	20%	35%	2800	14%	79%	B
4	4	10%	45%	2400	12%	91%	B
6	10	25%	70%	1200	6%	97%	C
2	12	30%	100%	600	3%	100%	C
Σ	40	100%		20000	100%		

Graphische Darstellung: „Lorenzkurve“

Kumulierter Anteil am gesamten wertmäßigen Verbrauch



Der Verlauf der Lorenzkurve bringt zum Ausdruck, wie stark die tatsächliche, empirisch beobachtete Verteilung von der Gleichverteilung abweicht.

Beurteilung / Kritik

Problematisch an der ABC-Analyse ist die einseitige Ausrichtung auf die Kosten. Vernachlässigt werden:

- Komplementarität (d. h. es kann sein, dass ein C-Werkstoff **immer** mit einem A-Werkstoff verarbeitet werden **muss**!)
- Substituierbarkeit (d. h. es kann sein, dass ein C-Werkstoff schwierig und ein A-Werkstoff einfach zu ersetzen ist)
- Abhängigkeit von Fremdbezug (d. h. es kann sein, dass ein C-Werkstoff von anderen Betrieben bezogen werden **muss** und notfalls nicht selbst erstellt werden kann)
- Schwierigkeit der Beschaffung (d. h. es kann sein, dass ein C-Werkstoff nur saisonal beschafft werden kann oder über weite Strecken transportiert werden muss)

2.1.2 Klassifizierung nach dem Bedarfsverlauf

Man unterscheidet hier:

- X: regelmäßiger, konstanter Verbrauch mit hoher Vorhersagegenauigkeit
- Y: trendartig steigender, fallender oder saisonal schwankender Verbrauch mit mittlerer Vorhersagegenauigkeit
- Z: völlig unregelmäßiger Verbrauch bei geringer Vorhersagegenauigkeit

Wenn der Anteil von Perioden mit einem Bedarf von 0 an allen berücksichtigten Perioden größer als 30% beträgt, dann liegt ein Z-Werkstoff vor.

Wenn kein Z-Werkstoff vorliegt, dann unterscheidet man zwischen X- und Y-Werkstoff mit Hilfe des sog. **Störpegels** (SP).

Dieser SP ist wie folgt definiert:

$$SP = \frac{MAD}{\mu} \quad \text{mit} \quad \mu = \frac{1}{T} * \sum_{t=1}^T x_t \quad \text{und mit} \quad MAD = \frac{1}{T} * \sum_{t=1}^T |x_t - \mu|$$

Zur Unterscheidung zwischen X und Y:

Wenn $SP \leq 0,5$ dann liegt ein X-Werkstoff vor, d. h. der Verbrauch wird als konstant eingestuft. Bei $SP > 0,5$ liegt ein Y-Werkstoff vor, d. h. der Verbrauch wird als schwankend eingestuft.

Beispiel

t	1	2	3	4	5
x_t	20	40	50	35	25

Liegt ein X- oder Y- oder Z-Werkstoff vor?

Ermittlung des Störpegels

$$\mu = \frac{1}{5} * \sum_{t=1}^5 x_t = \frac{1}{5} * 170 = 34$$

$$MAD = \frac{1}{5} * \sum_{t=1}^5 |x_t - \mu| = \frac{1}{5} * (|20-34| + |40-34| + |50-34| + |35-34| + |25-34|) = 9,2$$

Man erhält als Störpegel

$$SP = \frac{MAD}{\mu} = \frac{9,2}{34} \approx 0,27 < 0,5 \rightarrow \text{X-Werkstoff!}$$

Ehemalige Klausuraufgabe

t	1	2	3	4	5
x_t	20	40	30	50	10

- Klassifizieren Sie diese Werkstoffart nach ihrem Bedarfsverlauf.
- Der Prognosewert für $t = 3$ ist ungewiss und liegt wahrscheinlich niedriger. Ab welcher Verringerung ändert sich die Klassenzuordnung?

zu a)

$$\text{Mittelwert } \mu = \frac{1}{5} * 150 = 30$$

$$MAD = \frac{1}{5} * (10 + 10 + 0 + 20 + 20) = 12$$

$$SP = \frac{MAD}{\mu} = \frac{12}{30} = 0,40 < 0,5 \rightarrow \text{X-Werkstoff}$$

zu b)

$$\text{Mittelwert } \mu = \frac{1}{5} * \sum_{t=1}^5 x_t = \frac{1}{5} * (20 + 40 + x_3 + 50 + 10) = \frac{1}{5} (120 + x_3) = 24 + 0,2x_3 \quad \text{mit } 0 \leq x_3 < 30$$

$$MAD = \frac{1}{T} * \sum_{t=1}^5 |x_t - \mu| =$$

$$\frac{1}{5} * \left(\left| \underbrace{20 - 24 - 0,2x_3}_{-\mu} \right| + \overbrace{\left| 40 - 24 - 0,2x_3 \right|}^{\text{wenn nach Einsetzen der oberen Schranke der Gesamtwert negativ, dann mit } -1 \text{ multiplizieren}} + \underbrace{\left| x_3 - 24 - 0,2x_3 \right|}_{0,8x_3 - 24} + \left| 50 - 24 - 0,2x_3 \right| + \left| 10 - 24 - 0,2x_3 \right| \right)$$

$$= \frac{1}{5} * (-20 + 24 + 0,2x_3 + 40 - 24 - 0,2x_3 - x_3 + 24 + 0,2x_3 + 50 - 24 - 0,2x_3 - 10 + 24 + 0,2x_3)$$

$$= \frac{1}{5} * (84 - 0,8x_3) = 16,8 - 0,16x_3$$

Somit lautet der Störpegel

$$SP = \frac{MAD}{\mu} = \frac{16,8 - 0,16x_3}{24 + 0,2x_3} \quad \text{für ein Y-Werkstoff muss gelten: } SP > 0,5$$

$$\Leftrightarrow \frac{16,8 - 0,16x_3}{24 + 0,2x_3} > 0,5 \Leftrightarrow 16,8 - 0,16x_3 > 12 + 0,1x_3 \Leftrightarrow 4,8 > 0,26x_3 \Leftrightarrow x_3 < \frac{240}{13} (\approx 18,46)$$

Bei ganzzahligen Werkstoffen muss x_3 um mindestens 12 Einheiten sinken, damit aus dem X-Werkstoff ein Y-Werkstoff wird.

Wenn man ABC- und XYZ-Analysen jeweils durchgeführt hat, dann lassen sich neun Kombinationen bilden:

1. AX- und AY-Werkstoffe

Für diese Güter sollten Bedarfs- und Beschaffungsplanung sehr sorgfältig durchgeführt werden. Es empfehlen sich programmorientierte Verfahren der Bedarfsermittlung und aufwendige Verfahren der Bestellmenge- und Lagerhaltungsplanung

2. BX- und BY-Werkstoffe

Wie (1), aber weniger zeitintensiv und mit geringeren Kosten

3. CX- und CY-Werkstoffe

Bedarfs- und Beschaffungsplanung sollten vereinfacht vorgenommen werden. Bei der Bedarfsplanung bedeutet dies den Einsatz von verbrauchsorientierten Verfahren. Bei der Beschaffungsplanung werden einfache Modelle der Bestellpolitik eingesetzt.

4. AZ-, BZ- und CZ-Werkstoffe

Für A- und B-Werkstoffe sollten aufwendigere Schätzverfahren, für C-Werkstoffe „Daumenregel“ verwendet werden.

2.2. Planung der Leistungstiefe eines Materialsortiments

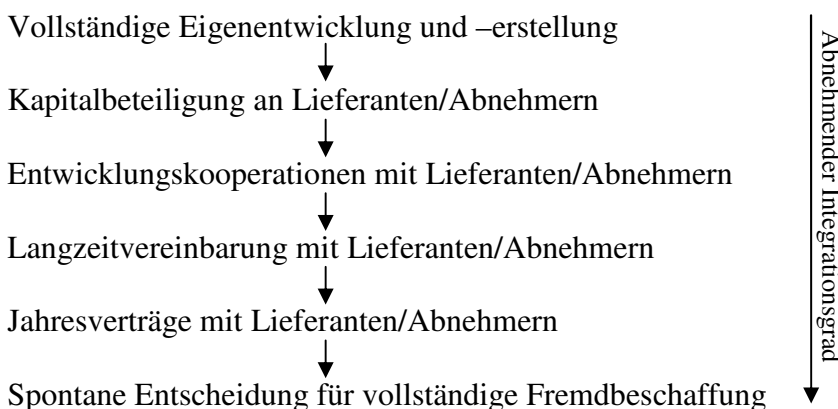
Definition:

Die Leistungstiefe eines Unternehmens lässt sich charakterisieren durch die Anzahl von Leistungsstufen, die ein herzustellendes Produkt im eigenen Unternehmen durchläuft.

Beispiele:

Stahlindustrie, Chemische Industrie ~> hohe Leistungstiefe, Textilindustrie ~> geringe Leistungstiefe

Alternative Begriffe in diesem Zusammenhang „Outsourcing“ oder „Make-or-Buy-Entscheidung“
Hierbei handelt es sich nicht um „Entweder-Oder-Entscheidungen“, sondern es gibt viele Zwischenformen.



Zur Beantwortung der Frage nach der optimalen Leistungstiefe lassen sich z. B. als Instrumente einsetzen:

- Transaktionskostenansatz
- Investitionsrechnung

2.2.1. Transaktionskostenansatz

Picot hält diejenige Leistungstiefe für optimal, die die Transaktionskosten minimiert.

2.2.1.1. Darstellung

Picot versteht unter Transaktionskosten: Kosten der Information und Kommunikation für

- Anbahnung (z. B. Reisekosten)
- Vereinbarung (z. B. Kosten der Rechtsberatung)
- Abwicklung (z. B. Kosten der Prozesssteuerung)
- Kontrolle (z. B. Kosten der Qualitätsprüfung)
- Anpassung (z. B. Kosten durch nachträgliche Änderungen)

Nach Picot wird die Höhe der Transaktion bestimmt durch

- a) Eigenschaften der zu erbringenden Leistung
- b) Rahmenbedingungen der Leistungserstellung

zu a)

Entscheidungsrelevante Eigenschaften sind nach Picot:

1. Spezifität
Mit zunehmender Spezifität erhöhen sich die gegenseitigen Abhängigkeiten und Sicherungsbedürfnisse. Hohe Spezifität ~> Hohe Leistungstiefe ist effizient
2. Strategische Bedeutung
Leistungen mit hoher strategischer Bedeutung bedürfen eher des Schutzes und der Geheimhaltung. Hohe strategische Bedeutung ~> Hohe Leistungstiefe ist effizient
3. Unsicherheit
Mit zunehmender Unsicherheit in Bezug auf qualitative, quantitative, ... Änderungen gelingt eine vertragliche Absicherung immer weniger.
Hohe Unsicherheit ~> Hohe Leistungstiefe ist effizient
4. Häufigkeit
Aufgrund der Economies of Scale ist bei Großunternehmen die Tendenz zur Eigenerstellung größer als bei KMU.
Hohe Häufigkeit ~> Hohe Leistungstiefe ist effizient

zu b)

Als Rahmenbedingungen bezeichnet Picot die sog. Ein- und Auslagerungsbarrieren für die Integration bzw. Desintegration.

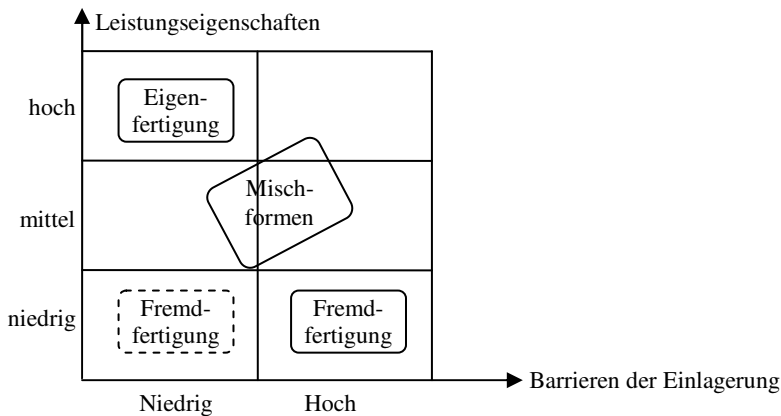
Beispiele:

- für Einlagerungsbarrieren:
fehlendes Kapital, fehlendes Know How...
- für Auslagerungsbarrieren:
Kündigungsschutzmaßnahmen, Abfindungszahlungen, Probleme beim Verkauf von Potenzialfaktoren

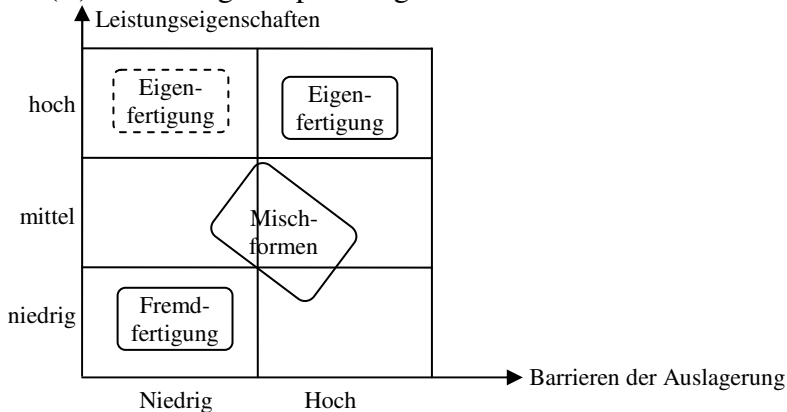
Picot empfiehlt ein getrenntes Vorgehen für die beiden Entscheidungen „Einlagerung“ und „Auslagerung“:

Normstrategien nach Picot:

- (I) Strategieempfehlungen für bisher fremd erstellte Leistungen („Einlagerung“)



(II) Strategieempfehlungen für bisher selbst erstellte Leistungen („Auslagerung“)



2.2.1.2. Beurteilung

- Achsen: Wie sollen sie dimensioniert werden?
 - Hinsichtlich der Leistungseigenschaften könnte man unterschiedlich ausgeprägte Eigenschaften in Transaktionskosten (Euro!) umrechnen. Wie sollen aber die Barrieren dimensioniert werden? Ein Ausweg wäre ein Punktbewertungsverfahren. Es bleibt aber eine gewisse Willkür hinsichtlich der Grenzen zwischen „hoch“, „mittel“ und „gering“.
- Picot unterstellt, dass alle Leistungseigenschaften gleich gerichtet ausgeprägt sind. Wenn alle tatsächlich gleich sind, dann stellt sich die Frage, warum man vier braucht. Wenn sie auch unterschiedlich ausfallen können, stellt sich die Frage nach der Gewichtung. Ein Ausweg wäre ein Punktbewertungsverfahren.
- Die Achsen sind nicht unabhängig voneinander. Beispielsweise bedeutet eine höhere Spezifität der einzulagernden Leistung, dass das eigene Personal ein höheres Know How erwerben muss, wodurch die Einlagerungsbarrieren zunehmen.
- Die Vernachlässigung von Produktionskosten kann zu Fehlentscheidungen führen.
- Im Transaktionskostenansatz werden einige Aspekte der Make-or-Buy-Entscheidungen vernachlässigt. Hierzu gehören: Qualität der eigen- bzw. fremderstellten Leistung, Aspekte des Endprodukts, in das die eigen- bzw. fremderstellte Leistung eingehen soll, z.B. Position auf dem Produktlebenszyklus.

Abschnitt 2.2.2 (Seite 8-16) entfällt im SS08 und wird ersetzt durch Abschnitt 2.2.2.3 (Seite 16-19)

2.2.2 Leistungstiefenentscheidung mittels Investitionsrechnung

Optimal ist eine Leistungstiefe genau dann, wenn sie den Kapitalwert des Überschusses der Ein- über die Auszahlungen maximiert. Wenn das Absatzprogramm vorgegeben ist, dann sind die Einzahlungen irrelevant für die Entscheidung zwischen Eigen- und Fremdfertigung. Optimal ist somit diejenige Leistungstiefe, die den Auszahlungskapitalwert minimiert.

1. Für den Fall der Eigenfertigung sind entscheidungsrelevant:

- Investitionsauszahlungen I_t für die Anschaffung von Eigenfertigungskapazitäten,
- Variable Eigenfertigungsauszahlungen A_{vtE}
- Fixe Eigenfertigungsauszahlungen A_{ftE}

Als Auszahlungskapitalwert C_{0E} für Eigenfertigung ergibt sich:

$$C_{0E} = \sum_{t=0}^T (I_t + A_{vtE} + A_{ftE})(1+i)^{-t}$$

Da die Auszahlungen A_{vtE} und A_{ftE} direkt und die Investitionsauszahlungen indirekt (über die jährlichen Abschreibungen AB_t) den steuerpflichtigen Gewinn reduzieren, ergibt sich bei einem Ertragssteuersatz in Höhe von s eine Ertragssteuerentlastung in t in Höhe von:

$$s(A_{vtE} + A_{ftE} + AB_t)$$

Diese Ertragssteuerminderung kann als negative Auszahlung in t interpretiert werden, so dass man erhält

$$C_{0E} = \sum_{t=0}^T [I_t + A_{vtE} + A_{ftE} - s(A_{vtE} + A_{ftE} + AB_t)](1+i_s)^{-t} \quad i_s = (1-s)i$$

Schließlich kann auch noch berücksichtigt werden, dass die Eigenfertigungskapazitäten am Ende des Planungszeitraums noch einen Liquidationserlös erzielen.

$$C_{0E} = \dots(s.o.) - R_T * (1+i_s)^{-T}$$

Wenn der Restwert R_T höher (bzw. niedriger) als der Buchwert B_T ausfällt, dann entsteht eine Ertragssteuerlast (bzw. -gutschrift) in Höhe von $\dots + s(R_T - B_T)(1+i_s)^{-T}$

2. Im Fall der Fremdfertigung sind als entscheidungsrelevante Zahlungen zu berücksichtigen:

- variable Fremdfertigungsauszahlungen A_{vtF}
- fixe Fremdfertigungsauszahlungen A_{ftF}

Der zugehörige Kapitalwert lautet

$$C_{0F} = \sum_{t=0}^T (A_{vtF} + A_{ftF})(1+i)^{-t}$$

Unter Berücksichtigung der steuerlichen Wirkungen von A_{vtF} und A_{ftF} ergibt sich:

$$C_{0F} = \sum_{t=0}^T [(A_{vtF} + A_{ftF}) - s(A_{vtF} + A_{ftF})](1+i_s)^{-t} = \sum_{t=0}^T [(1-s)(A_{vtF} + A_{ftF})](1+i_s)^{-t}$$

Eigenfertigung ist genau dann vorzuziehen wenn gilt: $C_{0E} < C_{0F}$

Beispiel:

	$t = 1$	$t = 2$	$T = 3$
A_{vtE}	40.000	35.000	45.000
A_{ftE}	25.000	20.000	15.000
A_{vtF}	75.000	85.000	80.000
A_{ftF}	50.000	50.000	50.000

$$I_0 = 240000$$

$$R_3 = B_3 = 0$$

$$s = 0,6$$

$$i_s = 0,10$$

Wahl zwischen Eigen- und Fremdfertigung!

Zu ermitteln sind die Auszahlungskapitalwerte:

$$C_{0E} = I_0 + \sum_{t=1}^3 \left[A_{vE} + A_{fE} - 0,60 * (A_{vE} + A_{fE} + AB_t) \right] (1+0,10)^{-t} \quad \frac{I_0}{T} = \frac{240.000}{3}$$
$$= 240.000 + \left[40.000 + 25.000 - 0,60 * (40.000 + 25.000 + 80.000) \right] * 1,1^{-1}$$
$$+ [\dots] * 1,1^{-2} + [\dots] * 1,1^{-3} \approx 180.480,84$$

Auszahlungskapitalwert bei Fremdfertigung:

$$C_{0F} = \sum_{t=1}^3 (1-0,60) (A_{vF} + A_{fF}) (1+0,10)^{-t}$$
$$= 0,40 * (75.000 + 50.000) * 1,1^{-1} + 0,40 * (\dots) * 1,1^{-2} + 0,40 * (\dots) * 1,1^{-3} \approx 129.151,01$$

Da $C_{0F} < C_{0E}$, ist Fremdfertigung vorzuziehen. Die Leistungstiefenentscheidung kann mit weniger Aufwand getroffen werden, wenn von folgenden vereinfachenden Annahmen ausgegangen wird:

1. Investitionsauszahlungen gibt es nur in $t = 0$
2. I_0 wird über den Planungszeitraum linear abgeschrieben: $AB_t = \frac{I_0}{T}$
3. R_T und B_T sind vernachlässigbar: $R_T = B_T = 0$
4. Alle variablen und fixen Auszahlungen bleiben im Intervall $[1;T]$ gleich hoch

Diese Annahmen führen zu folgenden Veränderungen in den Kapitalwerten:

$$C_{0E} = I_0 + \sum_{t=1}^T \left[A_{vE} + A_{fE} - s \left(A_{vE} + A_{fE} + \frac{I_0}{T} \right) \right] (1+i_s)^{-t}$$
$$= I_0 + \left[A_{vE} + A_{fE} - s \left(A_{vE} + A_{fE} + \frac{I_0}{T} \right) \right] * \sum_{t=1}^T (1+i_s)^{-t}$$
$$= I_0 + \left[(1-s) (A_{vE} + A_{fE}) - s \frac{I_0}{T} \right] * \frac{(1+i_s)^T - 1}{(1+i_s)^T * i_s} \quad \text{Rentenbarwertfaktor}$$

Unter den obigen Annahmen lässt sich auch C_{0F} vereinfachen:

$$C_{0F} = \sum_{t=1}^T (1-s) (A_{vF} + A_{fF}) (1+i_s)^{-t}$$
$$= (1-s) (A_{vF} + A_{fF}) * \sum_{t=1}^T (1+i_s)^{-t}$$
$$= (1-s) (A_{vF} + A_{fF}) * \frac{(1+i_s)^T - 1}{(1+i_s)^T * i_s}$$

Beispiel:

$$A_{vE} = 40.000, \quad A_{fE} = 20.000, \quad A_{vF} = 80.000$$
$$A_{fF} = 50.000, \quad I_0 = 240.000, \quad T = 10, \quad s = 0,60, \quad i_s = 0,10$$

(a) Welcher Bereitstellungsweg ist relativ vorteilhaft?

$$C_{0E} = I_0 + \left[(1-s) (A_{vE} + A_{fE}) - s \frac{I_0}{T} \right] * \frac{(1+i_s)^T - 1}{(1+i_s)^T * i_s}$$
$$= 240.000 + \left[(1-0,6) (40.000 + 20.000) - 0,6 * \frac{240000}{10} \right] * \frac{1,1^{10} - 1}{1,1^{10} * 0,1} \approx 298.987,84 \quad C_{0F} \approx 319.517,49$$

(b) Der Lieferant der Maschine, die ursprünglich 240.000€ kosten sollte, kündigt eine Preiserhöhung an. Wie teuer darf die Maschine max. sein, damit sich Eigenfertigung noch lohnt?

Gesucht sind diejenigen Ausprägungen für I_0 , für die gilt: $C_{0E} < C_{0F}$

$$I_0 + \left[(1-s)(A_{vE} + A_{fE}) - s \frac{I_0}{T} \right] \frac{(1+i_s)^T - 1}{(1+i_s)^T * i_s} < 319.517,49$$

$$I_0 + \left[(1-0,60)(40.000 + 20.000) - 0,6 * \frac{I_0}{10} \right] * \frac{1,1^{10} - 1}{1,1^{10} * 0,1} < 319.517,49$$

$$\Leftrightarrow I_0 < 272.518,30$$

(Eigenfertigung lohnt sich!)

2.3. Festlegung einzusetzender Materialarten

2.3.1 Wertanalyse als Instrument der Materialartauswahl

Das Ziel der Wertanalyse besteht darin, die Kosten eines betrachteten Endprodukts unter Beibehaltung des Produktnutzens zu senken.

Die Erreichung des Kostensenkungsziels soll gelingen durch:

- Verwendung alternativer Materialien
- Einsatz neuer Fertigungsverfahren
- Inanspruchnahme spezialisierter Lieferanten

Vorgehensweise der Wertanalyse

- 1) Vorbereitende Maßnahmen
 - ✓ Auswahl des Wertanalyseobjekts
 - ✓ Festlegung eines quantifizierten Ziels
 - ✓ Terminplanung des Wertanalyseablaufs
- 2) Ermittlung des Ist-Zustandes
 - ✓ Beschreibung des WA-Objekts
 - ✓ Darstellung seiner Funktionen
 - ✓ Bestimmung der Ist-Produktbestandteilkosten und –Funktionskosten
- 3) Festlegung des Sollzustandes
 - ✓ Prüfung der Ist-Funktionserfüllung und Ist-Funktionskosten
 - ✓ Vorgabe von Soll-Funktionen
 - ✓ Formulierung von Soll-Funktionskostenzielen
- 4) Entwicklung von Lösungen
 - ✓ Einsatz kreativitätsfördernder Maßnahmen
 - ✓ Sammlung alternativer Ideen
 - ✓ Weiterentwicklung der Ideen
- 5) Entscheidungsfindung
 - ✓ Bewertung der alternativen Ideen
 - ✓ Rangfolge der Ideen
 - ✓ Auswahl der optimalen Idee
- 6) Realisation der optimalen Lösung
 - ✓ Detailplanung der Realisation
 - ✓ Umsetzung der optimalen Idee
 - ✓ Überwachung

Dieses Schema gilt nicht nur für physische Produkte, sondern auch für Dienstleistungen, Produktionsverfahren, Verwaltungsabläufe, Informationsprozesse...

Man unterscheidet:

- a) Produkt-Wertanalyse
- b) Prozess-Wertanalyse
- c) Gemeinkosten-Wertanalyse (GWA)
- d) Investitions-Wertanalyse

zu c)

Die GWA ist eine Methode der systematischen Erfassung und Analyse von Kosten und Nutzen Gemeinkosten verursachender Leistungen

Ziel: Verbesserung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses für gemeinkostenverursachende Outputs

Träger: Leiter der betroffenen Kostenstellen (ergänzt um interne/externe Spezialisten)

Vorgehen:

- (1) Problemstellungs- / Vorbereitungsphase
 - ✓ Spezifizierung des zu verfolgenden Ziels
 - ✓ Festlegung der zu untersuchenden Kostenstellen
 - ✓ Terminplanung
- (2) Analyse- / Suchphase
 - ✓ Gegenüberstellung von Ist-Kosten und Ist-Leistungen
 - ✓ Ideen zur Aussonderung von nicht-notwendigen Outputs
 - ✓ Ideen zur Verbesserung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses notwendiger Outputs
- (3) Bewertungs- / Entscheidungsphase
 - ✓ Umsetzbarkeitsüberprüfung der Ideen aus (2)
 - ✓ Formulierung von Wertanalyse-Maßnahmen (mit ihren jeweiligen Zielwirkungen)
 - ✓ Erarbeitung konkreter Aktionsprogramme zur Umsetzung der als optimal eingestuften Alternative
- (4) Realisations- / Kontrollphase
 - ✓ Festlegung konkreter Maßnahmen und Termine
 - ✓ Bestimmung von Verantwortlichen
 - ✓ Überwachung

An der GWA sind unterschiedliche Gremien beteiligt:

- (a) **Entscheidungsausschuss**
(bestehend aus Mitgliedern der Geschäftsleitung)
Er beschließt, welche Maßnahme in welcher Kostenstelle durchgeführt und wie umgesetzt werden soll.
- (b) **Steuerausschuss**
(bestehend aus den Leitern der zu untersuchenden Kostenstellen)
Er ist verantwortlich für den sachlichen und zeitlichen Ablauf der GWA.
- (c) **Basisteams**
(bestehend aus Mitarbeitern der zu untersuchenden Kostenstellen)
Sie sind für die Durchführung der GWA zuständig.

Beurteilung:

- Mit Hilfe einer GWA lassen sich erfahrungsgemäß mindestens 10%, üblicherweise aber 15-20% der Gemeinkosten einsparen (im wesentlichen Personalkosten).
- Da circa 70-80% aller Gemeinkosten Personalkosten sind, bedeutet das Ergebnis einer GWA in der Regel ein Personalabbau, wodurch Konflikte mit dem Betriebsrat vorprogrammiert sind.
- Lösungsideen werden insbesondere von denjenigen Personen entwickelt, die die Vorschläge später auch umsetzen müssen (Basisteams!).
- Die GWA ist sehr zeitaufwändig, weshalb sie nur aperiodisch durchgeführt werden sollte.
- Die GWA stört den Geschäftsablauf erheblich, weshalb für sie eine eigene Projektorganisation geschaffen werden sollte.

Beurteilung der Wertanalyse:

1. Probleme bei der Auswahl des Wertanalyseobjektes
Paradoxon: es sollte genau dasjenige WA-Objekt ausgewählt werden, bei dessen Wertanalyse die Kosteneinsparung am größten ist.
2. Probleme bei der Festlegung des Detaillierungsgrades der Bestandteils- und Funktionsgliederung des WA-Objekts.
Vorteil eines hohen Detaillierungsgrades ist die bessere Zuordnungsmöglichkeit von Funktionen zu Bestandteilen. Nachteil ist die schwierigere Zuordnungsmöglichkeit von Kosten zu Funktionen bzw. Bestandteilen.
3. Probleme bei der Ermittlung und Prüfung der Funktionskosten im Sinne einer erforderlichen Fixkostenproportionalisierung, weil eine Schlüsselung echter Funktionsgemeinkosten erforderlich ist, wodurch die Entscheidung, eine Funktion beizubehalten oder nicht, verfälscht werden kann.
4. Probleme bei der Annahme einer Nutzenunabhängigkeit der Funktionen des WA-Objekts. Es dürfte in der Realität nicht der Fall sein, dass sich der Nutzen eines Produktes additiv aus den Einzelnutzen seiner Funktion ergibt.

2.3.2. Kostenminimale Materialartkombination

Bestimmte Eigenschaften eines Endproduktes lassen sich durch unterschiedliche Kombinationen verschiedener Materialien erreichen.

Frage:

Welche von unterschiedlich möglichen Kombinationen verschiedener Materialien führt mit den geringsten Kosten zum Endprodukt mit den gewünschten Eigenschaften?

Ausgangsbeispiel:

Ein Betrieb der Nahrungsmittelindustrie stellt einen Süßwarenartikel her. Dieses Produkt ist eine Mischung aus verschiedenen Substanzen (S_1, S_2 und S_3), von denen mindestens B_i Mengeneinheiten in der Mischung enthalten sein sollen:

$$B_1 = 480, B_2 = 440, B_3 = 420, \text{ in } \begin{matrix} [FE] \\ \text{von } S_i \end{matrix} / \begin{matrix} [PE] \\ \text{Mischg.} \end{matrix}$$

Für die Erstellung dieser Mischung sind bestimmte Einsatzmengen von zwei Material- / Rohstoffarten erforderlich:

r_1 und r_2 von den Rohstoffen R_1 und R_2

In R_1 und R_2 sind S_1, S_2 und S_3 unterschiedlich enthalten. Die Koeffizienten b_{ij} geben an, wie viele Mengeneinheiten der Substanz S_i in einer Mengeneinheit des Rohstoffs R_j enthalten sind.

$$\begin{aligned} j=1: (\text{Rohstoff } R_1): & b_{11} = 8, b_{21} = 4, b_{31} = 2 \\ j=2: (\text{Rohstoff } R_2): & b_{12} = 3, b_{22} = 4, b_{32} = 6 \end{aligned} \quad \text{jeweils in } \begin{matrix} [FE] \\ \text{von } S_i \end{matrix} / \begin{matrix} [FE] \\ \text{von } R_j \end{matrix}$$

Die Kostensätze der beiden Rohstoffe lauten:

$$k_1 = 30[GE]/[FE] \text{ von } R_1 \text{ und } k_2 = 20[GE]/[FE] \text{ von } R_2$$

Gesucht ist die kostenminimale Mischung der beiden Rohstoffe.

Lösung:

Es ist ein lineares Programm zu formulieren.

Variablen:

r_1 (bzw. r_2): von der Rohstoffart $j=1$ (bzw. $j=2$) einzusetzende Menge, um eine Produkteinheit „Süßwarenartikel“ herstellen zu können, in $[FE]/[PE]$

Die Zielfunktion lautet:

$$\min K = k_1 r_1 + k_2 r_2 \quad \left[\frac{GE}{FE} \right] \text{ von } R_1 * \left[\frac{FE}{PE} \right] \text{ von } R_2 = 30r_1 + 20r_2$$

Einzuhalten sind als Nebenbedingungen:

$i = 1$: Substanz S_1

$$\underbrace{b_{11}r_1 + b_{12}r_2 \left[\frac{FE \text{ von } S_1}{FE \text{ von } R_1} \right] * \left[\frac{FE \text{ von } R_2}{PE \text{ Mischg.}} \right]}_{\text{von Substanz } S_1 \text{ in der Mischung enthaltene Menge}} \geq \underbrace{B_1}_{\text{Mindestmenge von } S_1 \text{ die in Mischung sein soll}}$$

$$\Leftrightarrow 8r_1 + 3r_2 \geq 480$$

$i = 2$: Substanz S_2

$$4r_1 + 4r_2 \geq 440$$

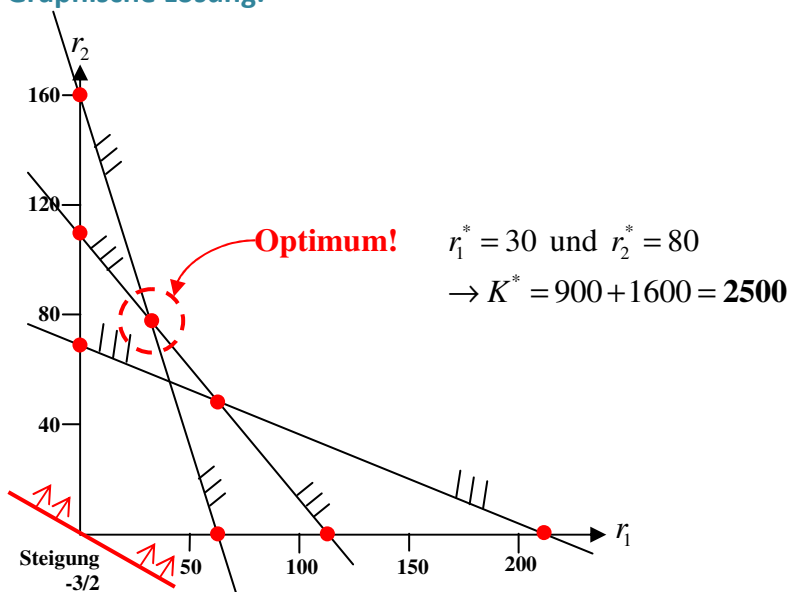
$i = 3$: Substanz S_3

$$2r_1 + 6r_2 \geq 420$$

Nicht-Negativitäts-Bedingung:

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

Graphische Lösung:



Zielfunktion:

$$\min K = 30r_1 + 20r_2 \quad \Leftrightarrow \quad r_2 = -\frac{3}{2}r_1 + \frac{K}{20}$$

Verallgemeinerung (Lineares Programm für das Mischungsproblem)

I. Symbole

Variable:

r_j : Menge von Materialart j , die zur Erzeugung einer Produkteinheit eingesetzt wird,

in $[FE]/[PE]$, $j = 1(1)J$

Parameter:

b_{ij} : Menge von Substanz i , die in einer Mengeneinheit der Materialart j enthalten ist, in $[FE]/[FE]$

B_i^u (bzw. B_i^o): Unter- (bzw. Ober-) Grenze für den Gehalt an Substanz i in dem zu erzeugenden Produkt, in $[FE]/[PE]$

k_j : Kosten je Faktoreinheit der Materialart j , in $[GE]/[FE]$

II. Restriktionen

(a) **Mindestrelationen** (vgl. Ausgangsbeispiel!)

$$\underbrace{\sum_{j=1}^J b_{ij} r_j}_{\substack{\text{Menge der Substanz } i, \text{ die in} \\ \text{einer [PE] enthalten ist und} \\ \text{aus Rohstoff } j \text{ stammt}}} \geq \underbrace{B_i^u}_{\substack{\text{Mindestmenge} \\ \text{von Substanz } i \\ \text{in einer [PE]}}} \quad \forall i = 1(1)I$$

Gesamtmenge von Substanz i
aus allen Rohstoffen
in einer [PE] Mischung

(b) **Höchstrelationen**

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

(c) **Materialbilanzgleichung**

Diese Gleichung ist nur dann aufzustellen, wenn die verschiedenen Substanzen addierbar sind. Genauer: Eine Einheit des Endproduktes ergibt sich additiv aus den durch Einsatz von J Rohstoffen um jeweiligen Umfang r_j erzielbaren Mengen und alle J Substanzen

$$\sum_{j=1}^J \underbrace{\sum_{i=1}^I b_{ij} r_j}_{\substack{\text{Summe der Anteile an} \\ \text{Substanz } i \text{ durch den} \\ \text{Einsatz aller } J \text{ Materialarten}}} = 1$$

(d) **Nicht-Negativitäts-Bedingung**

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

III. Zielfunktion

$$\text{Min } K = \sum_{j=1}^J k_j r_j \quad [GE]/[FE] \text{ von } R_j * [FE]/[PE] \text{ von } R_j$$

Die Lösung dieses Linearen Programms ist mit Hilfe der Simplexmethode bzw. mit IT-Unterstützung möglich.

3. Strategische Produktionslogistik

Im Wesentlichen sollen hier Fragen der Standortplanung diskutiert werden.

3.1. Ausscheiden unzulässiger Standorte

Mit Hilfe so genannter Prüf-/Checklisten werden unter allen möglichen Standorten diejenigen identifiziert, die bestimmte Mindestanforderungen erfüllen.

⇒ „zulässige Standorte“

Vorgehen:

(1) Festlegung der entscheidungsrelevanten Standorteigenschaften (=Standortfaktoren)

Beispiel eines Standortfaktorenkatalogs:

I. Qualitative Standortfaktoren

Hierbei handelt es sich um Standorteigenschaften, deren jeweilige Ausprägung und Auswirkungen auf die Zielgröße der Standortplanung nicht direkt gemessen werden kann.

Beispiel:

- ✓ Verkehrslage eines Grundstücks
- ✓ Arbeitskräftepotenzial

- ✓ Absatzmöglichkeiten
- ✓ Umweltsituation

II. Quantitative Standortfaktoren

Deren Einfluss auf die Zielgröße ist direkt messbar.

Beispiele:

- ✓ Umsatzerwartungen
- ✓ Personalkosten
- ✓ Transportkosten
- ✓ Materialbeschaffungskosten

- (2) Formulierung der von jedem Standort zu erfüllenden Mindestanforderungen
Beispiel: Die nächste Autobahnauffahrt darf höchstens 10km entfernt liegen.
- (3) Beurteilung eines jeden potenziellen Standortes in Bezug auf die Mindestanforderungen von (2).
- (4) Abbruch der Untersuchung, sobald nur eine Standorteigenschaft hinsichtlich ihrer Mindestanforderungen nicht erfüllt ist. („k.o. – Kriterien“)

Beurteilung des Check-/Prüflistenverfahrens

- + umfassende Abbildung des Standortproblems
- + geringes Risiko einer zu starken Abstraktion der Realität
- + einfache Anwendung
- + leichte Nachvollziehbarkeit
- Subjektivität bei der Auswahl der Standortfaktoren
- Subjektivität bei der Festlegung der Mindestanforderungen
- Gleichgewichtung aller Standortfaktoren
- hoher Aufwand bei einer Vielzahl von Standortfaktoren

3.2 Auswahl vorteilhafter Standorte

Mit Hilfe der Nutzwertanalyse (NWA) kann die zielorientierte Reihung von Standorten vorgenommen werden, um vorteilhafte von nicht vorteilhaften Standorten trennen zu können.

Vorgehen:

- (1) Auswahl der entscheidungsrelevanten Standortfaktoren
- (2) Relative Gewichtung der Standortfaktoren in der Weise, dass die Summe der Gewichtungsfaktoren 1 beträgt.
- (3) Bewertung der zulässigen Standorte hinsichtlich der ausgewählten Standortfaktoren auf einer normierten Punkteskala
- (4) Standortbezogene Addition aller gewichteten Punkte über alle Standortfaktoren
- (5) Auswahl desjenigen Standorts, der die höchste Summe gewichteter Punkte aufweist.

Beispiel

Standort	Arbeitskräfte-potenzial	Grundstücks-beschaffung	Infra-Struktur	Absatz-möglichkeiten	öffentl. Subventionen
	1/8	1/8	2/8	3/8	1/8
1	7	10	4	2	7
2	5	5	5	1	9
3	8	3	3	4	6
4	9	8	2	7	5
5	10	10	4	1	5

Die Absatzmöglichkeiten werden als dreimal und die Infrastruktur als doppelt so wichtig wie die anderen Standortfaktoren eingestuft.

Vor der Normierung der Gewichtungsfaktoren wird jeder Standortfaktor mit „1“ belegt. Die Absatzmöglichkeiten erhalten dann eine „3“ und die Infrastruktur erhält eine „2“. Die Summe der so formulierten Gewichtungsfaktoren beträgt dann:

$$1 + 1 + 1 + 2 + 3 = 8$$

Nach der Normierung lauten dann die Gewichtungsfaktoren:

$$\frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{2}{8} + \frac{3}{8} = 1$$

Der Gesamtnutzen lautet für:

$$S_1 = \frac{1}{8} * 7 + \frac{1}{8} * 10 + \frac{2}{8} * 4 + \frac{3}{8} * 2 + \frac{1}{8} * 7 = 4,25 \text{ [Gesamtnutzen des Standortes]}$$

$$S_2 = 4 \qquad S_4 = 5,875 \leftarrow \text{max!}$$

$$S_3 = 4,375 \qquad S_5 = 4,5$$

Mit Hilfe der NWA lässt sich nun der nutzenmaximale Standort (hier: S_4) identifizieren; man kann allerdings auch die zwei oder drei besten Standorte als „vorteilhaft“ identifizieren und unter diesen dann mit einem weiteren (aufwendigen) Verfahren den optimalen Standort bestimmen.

Beurteilung der NWA:

- + Einfache Anwendbarkeit
- + Formalisiertes Bewertungsverfahren
- + Transparenter Beurteilungsprozess
- + Intersubjektive Überprüfbarkeit der Ergebnisse (Außenstehender kann Ergebnis überprüfen)
- Mehrfache Subjektivität
(bei der Auswahl der Standortfaktoren, bei der Festlegung der Gewichtungsfaktoren, bei der Bewertung der Standorte)
- Prämisse der Substituierbarkeit
(d. h. es wird unterstellt, dass die Schlechterbewertung eines Standortes s hinsichtlich des Faktors i vollständig aufgewogen werden kann durch die Besserbewertung desselben Standortes s hinsichtlich des Faktors j)
- Mangelnde Identität zwischen Nutzwertdifferenz und Nutzenunterschiedsempfinden
(d. h. die Differenzen von 0 zu 2 und 8 zu 10 sind mathematisch identisch, das zugehörige Empfinden aber nicht unbedingt.)
- Fehlende Nutzenunabhängigkeit zwischen einzelnen Standortfaktoren
(d. h. die NWA geht implizit davon aus, dass das Ausmaß der Erfüllung des einen Standortfaktors i keinen Einfluss auf das Ausmaß der Erfüllung eines anderen Standortfaktors j hat. Dies ist aber in der Realität nicht immer der Fall.
Beispiel: Arbeitskräftepotenzial und Lohnkostenniveau.
Hier bestehen zwangsläufige Interdependenzen zwischen den Ausprägungen der Standortfaktoren. Das Problem kann gelöst werden, indem einzelne, sich gegenseitig bedingende Faktoren zu einem Oberkriterium zusammengefasst werden. Hier: „Arbeitsmarkt“)

Ergebnis:

Die Checkliste soll nur dabei helfen, unter allen potenziellen Standorten die zulässigen zu identifizieren. Die NWA soll dann unter den zulässigen die „besten“ drei oder fünf als vorteilhaft einstufen. Für diese vorteilhaften Standorte soll dann mit einem aufwändigen Verfahren (z. B. Kapitalwertmethode) der „optimale“ Standort ermittelt werden.

3.3 Bestimmung zieloptimaler Standorte

3.3.1 Kapitalwertmaximierung

Unter allen vorteilhaften Standorten wird nun derjenige ausgesucht, der zum maximalen Kapitalwert führt.

Man unterscheidet in der Kapitalwertmethode zwischen „absoluter“ und „relativer“ Vorteilhaftigkeit. „Absolut“ vorteilhaft ist ein Standort genau dann, wenn der zugehörige Kapitalwert positiv ist, d. h. wenn die Verzinsung der Investition / des Standortes größer ist als der Kalkulationszinssatz. „Relativ“ vorteilhaft ist ein Standort genau dann, wenn sein Kapitalwert im Vergleich zu allen anderen Standorten (bzw. Kapitalwerten) maximal ist.

Formal: (s: Standort)

$$C_{s0} = \sum_{t=0}^T \left(\overbrace{E_{st} - A_{st}}^{CF_{st}} \right) (1+i)^{-t} + \underbrace{RW_{sT}}_{\text{Restwert der Investition in dem Standort s am Planungshorizont T}} * (1+i)^{-T}$$

Zwei Problemkreise sollen näher betrachtet werden:

- (1) Kalkulationszinssatz i
- (2) Restwert RW

zu (1):

Die Wahl von i hängt von der Zielsetzung / Sichtweise ab, unter der der Kapitalwert ermittelt wird:

- a. Anteilseignerbezogene Sicht

In diesem Fall wird für i die Alternativrendite für Anteilseigner eingesetzt: $i = i_E$

Eine Investition in einen Standort s kann nur dann positiv bewertet werden, wenn sie mehr als i_E erwirtschaftet.

- b. Firmenbezogene Sicht

Der Kalkulationszinssatz i ist ein Mischzins aus Eigen- und Fremdkapitalzinssatz

$$i = \underbrace{(1-\lambda)}_{\text{Anteil EK an Gesamtkapital}} \underbrace{i_E}_{\text{von EK-Gebern geforderte Rendite}} + \underbrace{\lambda}_{\text{Anteil FK am Gesamtkapital}} \underbrace{i_F}_{\text{von FK-Gebern geforderte Rendite}}$$

zu (2)

Am Ende des Planungszeitraums (in T) kann der Standort geschlossen oder weitergeführt werden.

- a. Annahme eines fiktiven Verkaufs des Standortes im Zeitpunkt T

$$RW_{sT} = \underbrace{LW_{sT}}_{\text{Liquidationswert}}$$

- b. Annahme der Weiterführung des Betriebs über den Zeitpunkt T hinaus

- i. Restwert $RW_{sT} = SW_{sT}$ = Substanzwert des Betriebes in T

$$RW_{sT} = \sum_{t=0}^T \left(\underbrace{I_{st}}_{\text{Investitionsauszahlung in t}} - \underbrace{AB_{st}}_{\text{Abschreibungen in t}} \right)$$

Hierbei handelt es sich um einen sehr vorsichtigen, eher pessimistischen Ansatz

- ii. Restwert $RW_{sT} = EW_{sT}$ = Erfolgswert des Betriebes in T

In diesem Fall wird unterstellt, dass das Unternehmen auf Dauer existiert und in jedem Jahr einen gleich hohen Gewinn g erwirtschaftet. Der Barwert einer ewigen Rente in Höhe von g lautet:

$$\sum_{t=1}^{\infty} g (1+i)^{-t} = \frac{g}{i}$$

Als optimistischer Ansatz für den Restwert RW_{sT} gilt daher: $RW_{sT} = EW_{sT} = \frac{g}{i}$

- iii. Restwert RW_{sT} als gewichtetes Mittel aus Substanzwert und Erfolgswert

$$RW_{sT} = c_1 * SW_{sT} + c_2 * EW_{sT} \text{ mit } c_1 + c_2 = 1 \text{ und } c_1 \geq 0, c_2 \geq 0$$

$$RW_{sT} = c_1 * SW_{sT} + (1 - c_1) * EW_{sT} = EW_{sT} + c_1 (SW_{sT} - EW_{sT})$$

Beispiel:

Zwei Standorte A und B, T = 4 als Planungshorizont

S	I_{s0}	CF_{s1}	CF_{s2}	CF_{s3}	CF_{s4}	RW_{s4}
A	65.000	10.000	20.000	25.000	15.000	16.000
B	60.000	12.000	18.000	22.000	16.000	13.000

- a. Ermitteln Sie den kapitalwertmaximalen Standort, wenn $i = 10\%$ ist.

$$C_{A0} = -I_{A0} + \sum_{t=1}^4 CF_{At} \cdot (1+0,1)^{-t} + RW_{A4} \cdot (1+0,1)^{-4}$$

$$= -65.000 + 10.000 \cdot 1,1^{-1} + 20.000 \cdot 1,1^{-2} + 25.000 \cdot 1,1^{-3} + 15.000 \cdot 1,1^{-4} + 16.000 \cdot 1,1^{-4} \approx 576,12$$

$$C_{B0} \approx 2.121,44$$

Beide Standorte A und B sind absolut vorteilhaft. Standort B ist gegenüber A relativ vorteilhaft.

- b. Um wie viel % darf der Restwert des Standortes B sinken, wenn B relativ (bzw. absolut) vorteilhaft bleiben soll?

- i. Relative Vorteilhaftigkeit

$$C_{B0} > C_{A0} \quad \Leftrightarrow \quad C_{B0} > 576,12$$

$$\Leftrightarrow -60.000 + 12.000 \cdot 1,1^{-1} + 18.000 \cdot 1,1^{-2} + 22.000 \cdot 1,1^{-3} + 16.000 \cdot 1,1^{-4}$$

$$+ RW_{B4} \cdot 1,1^{-4} > 576,12$$

$$\Leftrightarrow RW_{B4} \cdot 1,1^{-4} > 7.333,86$$

$$\Leftrightarrow RW_{B4} > 10.737,50$$

~> maximal mögliche, prozentuale Senkung: 17,40% (von 13.000)

- ii. Absolute Vorteilhaftigkeit

Es muss gelten:

$$C_{B0} > 0$$

$$\Leftrightarrow -60.000 + \dots + RW_{B4} \cdot 1,1^{-4} > 0$$

$$\Leftrightarrow RW_{B4} \cdot 1,1^{-4} > 6.757,74$$

$$\Leftrightarrow RW_{B4} > 9.894$$

~> maximal mögliche, prozentuale Senkung: 23,89% (von 13.000)

- iii. Welche Konsequenz hat die Erhöhung des Kalkulationszinssatzes von $i = 10\%$ auf $i = 11\%$ für Standort A?

$$C_{A0} (i = 11\%) = -65.000 + 10.000 \cdot 1,11^{-1} + 20.000 \cdot 1,11^{-2}$$

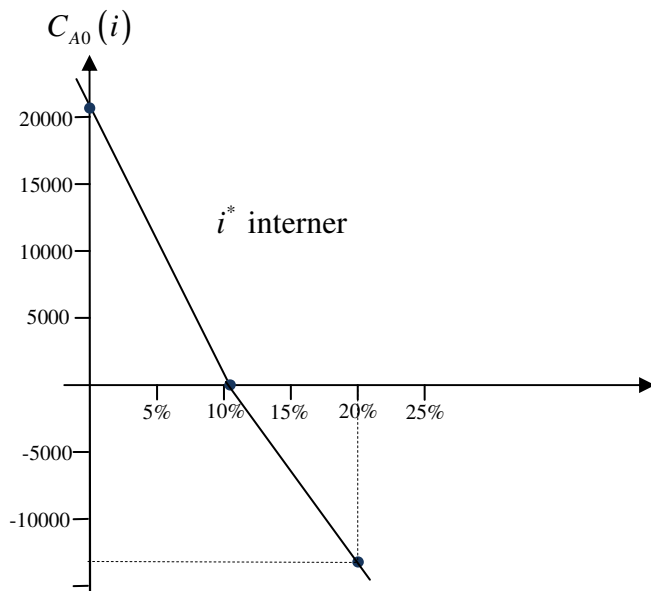
$$+ 25.000 \cdot 1,11^{-3} + 15.000 \cdot 1,11^{-4} + 16.000 \cdot 1,11^{-4}$$

$$\approx -1058,10 < 0$$

Inhaltliche Interpretation:

$C_{A0} (i = 11\%) < 0$ bedeutet, dass Standort A nicht gewählt werden sollte, wenn der Kalkulationszinssatz 11% beträgt, wenn also z. B. die Anteilseigner 11% Rendite fordern. Fordern sie dagegen nur 10%, lohnt sich die Investition in den Standort A. Das in Standort A investierte Geld verzinst sich zu einem Zinssatz, der zwischen 10% und 11% liegt.

- c. Wie entwickelt sich der Kapitalwert des Standortes A in Abhängigkeit von Kalkulationszinssatz i ?

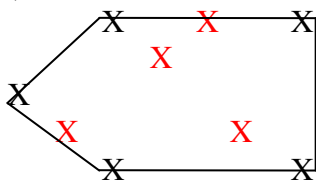


Der interne Zinssatz i^* (hier: 10,35%) gibt an, zu wie viel % sich das in dem Standort A investierte Geld im Planungszeitraum verzinst.

3.2.2 Transportkostenminimierung

Optimal ist derjenige Standort, der die Summe der Transportkosten minimiert.

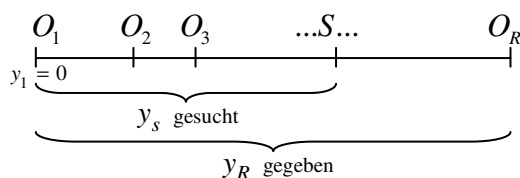
- a. Modell kollinearier Orte
(d. h. die Absatz- und Beschaffungsorte liegen alle auf einer Geraden)
- b. Modell des Standortpolygons
(d. h. die Absatz- und Beschaffungsorte liegen alle in einer Fläche)



3.3.2.1 Bestimmung eines transportkostenminimalen Standortes zwischen beliebig vielen Orten auf einer Geraden

Problem

Für einen Betrieb ist derjenige Standort S zwischen R gegebenen Absatz- und Beschaffungsorten $O_r, r = 1(1)R$, zu bestimmen, der die Summe der Transportkosten minimiert.



mit

y_r : gegebene Entfernung des Ortes O_r vom Koordinatenursprung O_1 ,
in [EE:=Entfernungseinheit], $r(1)R$

y_s : gesucht Entfernung des Standortes S vom Koordinatenursprung O_1 in [EE]

Des Weiteren sind gegeben:

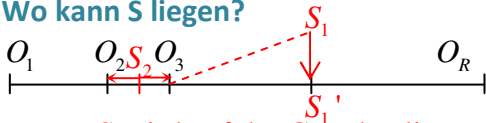
X_r : zwischen O_r und S zu transportierende Menge, in [ME]/[PZE]

k : Einheitstransportkostensatz, in [GE]/([ME][EE])

Zu minimieren ist die folgende Funktion:

$$\min K_S = \frac{k}{\frac{[GE]}{[ME][EE]}} * \sum_{r=1}^R \frac{X_r}{\frac{[ME]}{[PZE]}} * \left| y_S - y_r \right|$$

Wo kann S liegen?



- S wird auf der Geraden liegen!
- S wird immer in einem der gegebenen R Orte liegen

Vorgehen:

1. Enumeratives Vorgehen
Wenn R relativ klein ist, dann kann man für alle R Orte ermitteln, wie hoch die Transportkosten sind, wenn S in einem der R Orte liegt. S* ist dann derjenige Ort, der zu den minimalen Kosten führt.
2. Kumulatives Vorgehen
Der transportkostenminimale Standort eines Betriebes S* liegt genau in demjenigen Ort, in dem die von einem Endpunkt der Strecke an kumulierten Transportmengen erstmals größer oder gleich der Hälfte des gesamten Transportvolumens sind.

Formal (Beweis: Skript S. 38-40)

Für S* muss gelten:

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

Anmerkung:

Ist die letzte Ungleichung als Gleichung erfüllt, sind alle Orte des Intervalls $[y_{S^*}, y_{S^*+1}]$ optimal.

Beispiel (k=5):

O_r	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5	O_6
y_r	0	1	3	4	5	11
X_r	2	15	5	8	6	20

Wo liegt S*?

Das gesamte Transportvolumen beträgt: $\sum_{r=1}^R X_r = 56$

Von O_1 startend ist in O_4 das erste Mal die Hälfte des Transportvolumens erreicht:

$$\sum_{r=1}^3 X_r = 22 < \frac{1}{2} * 56 = 28 < \sum_{r=1}^4 X_r = 30 \quad \sim \rightarrow S^* = O_4$$

Die minimalen Transportkosten betragen:

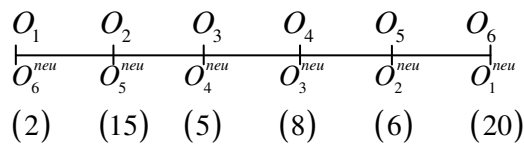
$$K_{S^*} = 5 * \sum_{r=1}^R X_r |y_{S^*} - y_r|$$

$$= 5 * \left(2 * |4 - 0| + 15 * |4 - 1| + 5 * |4 - 3| + 8 * |4 - 4| + 6 * |4 - 5| + 20 * |4 - 11| \right) = 5 * 204 = 1020$$

Zusatzfragen:

a. Wie würde S^* lauten, wenn O_6 der Koordinatenursprung wäre?

$$\sum_{r=1}^R X_r = 56$$



Bei O_3^{neu} ist zum ersten Mal $1/2 * 56 = 28$ überschritten, weil $\sum_{r=1}^2 O_r^{neu} = 26 < 28 < \sum_{r=1}^3 O_r^{neu} = 34$

~> O_3^{neu} ist der optimale Ort! Dabei gilt: $O_3^{neu} = O_4^{alt}$

b. Wie weit entfernt darf O_6 von Koordinatenursprung liegen, ohne dass sich die optimale Lösung ($S^* = O_4$) ändert?

Nach dem Entscheidungskriterium von oben spielt die Lage von O_6 keine Rolle für die Lage des Optimums.

~> O_6 darf im Prinzip unendlich weit weg von O_1 liegen.

Beispiel:

$$y_6^{neu} = 50 \text{ statt } y_6^{alt} = 11$$

S	$y_6^{alt} = 11$	$y_6^{neu} = 50$	$y_6^{neu} = c$ (mit $c > 11$)
O_4	1.020	4.920	$100c - 80$
O_5	1.040	4.940	$100c - 60$
O_6	1.520	8.540	$100c - 460$

Tab.: Gesamte Transportkosten bei variierendem y_6

Fazit:

die Lage von O_6 kann noch so weit nach rechts verschoben werden, das Optimum bleibt in O_4 .

c. Um wie viel Prozent darf der Transportkostensatz steigen, ohne dass sich die optimale Lösung ändert?

Da k nicht im Entscheidungskriterium enthalten ist, bedeutet eine Ver- λ -fachung von k zwar eine Ver- λ -fachung der gesamten Transportkosten, aber O_4 bleibt der optimale Ort.

d. Um wie viele Mengeneinheiten darf x_4 ceteris paribus sinken ohne dass $S^* = O_4$ sich ändert?

$S^* = O_4$ bleibt so lange optimal, wie gilt:

$$0,5 \sum_{r=1}^R X_r \leq \sum_{r=1}^4 X_r$$

$$\Leftrightarrow 0,5(x_1 + x_2 + x_3 + x_4^{neu} + x_5 + x_6) \leq (x_1 + x_2 + x_3 + x_4^{neu})$$

$$\Leftrightarrow 0,5(2 + 15 + 5 + x_4^{neu} + 6 + 20) \leq (2 + 15 + 5 + x_4^{neu})$$

$$\Leftrightarrow 0,5(48 + x_4^{neu}) \leq (22 + x_4^{neu}) \Leftrightarrow 24 + 0,5x_4^{neu} \leq (22 + x_4^{neu}) \Leftrightarrow 4 \leq x_4^{neu}$$

Wenn $x_4^{neu} > 4$, dann bleibt $S^* = O_4$ bestehen.

Wenn $x_4^{neu} = 4$, dann sind alle Orte im Intervall $[O_4, O_5]$ optimal.

- e. **Wegen eines konjunkturellen Einbruchs sinkt die Nachfrage aller 6 Orte um c Mengeneinheiten. Wie groß darf c maximal sein, wenn $S^* = O_4$ bestehen bleiben soll?**

Es muss weiterhin gelten:

$$\sum_{r=1}^3 X_r \leq 0,5 \sum_{r=1}^6 X_r \leq \sum_{r=1}^4 X_r$$

$$\Leftrightarrow (2-c) + (15-c) + (5-c) < 0,5(56-6c) \leq 30-4c$$

$$\Leftrightarrow 22-3c < 28-3c \leq 30-4c \Leftrightarrow 22 < 28 \leq 30-c \Leftrightarrow 28+c \leq 30 \Leftrightarrow c \leq 2$$

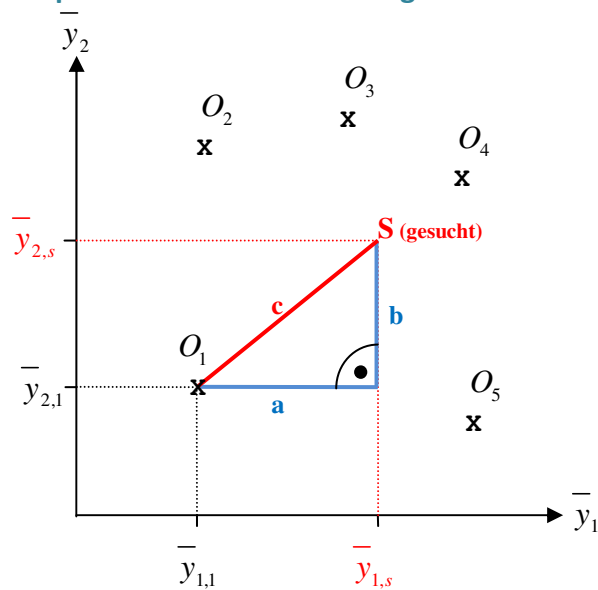
Für alle Orte darf die Menge um maximal 2 ME sinken, ohne dass sich der optimale Ort ändert. Bei einer prozentualen Betrachtung ($c \cdot 100\%$ als Reduzierung) könnte c beliebig (zwischen 0 und 1) ausfallen; O_4 bliebe immer als Optimum bestehen.

3.3.2.2 Bestimmung eines transportkostenminimalen Standortes zwischen beliebig vielen Orten in der Fläche

Zwei Annahmen:

- Homogenität der Fläche
(d. h. jeder Punkt der Fläche ist möglich)
- Euklidischer Abstand
(d. h. es wird jeweils die Luftlinie gemessen)

Graphische Veranschaulichung:



$$a^2 + b^2 = c^2 \quad c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

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

Strecke zwischen O_1 und s

Allgemein gilt somit für die Strecke O_r und S :

$$y_{r,s} = \sqrt{\left(\begin{array}{cc} \bar{y}_{1,s} & \bar{y}_{1,r} \\ \text{gesucht!} & \text{gegeben!} \end{array} \right)^2 + \left(\begin{array}{cc} \bar{y}_{2,s} & \bar{y}_{2,r} \\ \text{gesucht!} & \text{gegeben!} \end{array} \right)^2}$$

Gesucht ist derjenige Standort $S(\bar{y}_{1,s} | \bar{y}_{2,s})$, der die Summe der Transportkosten minimiert:

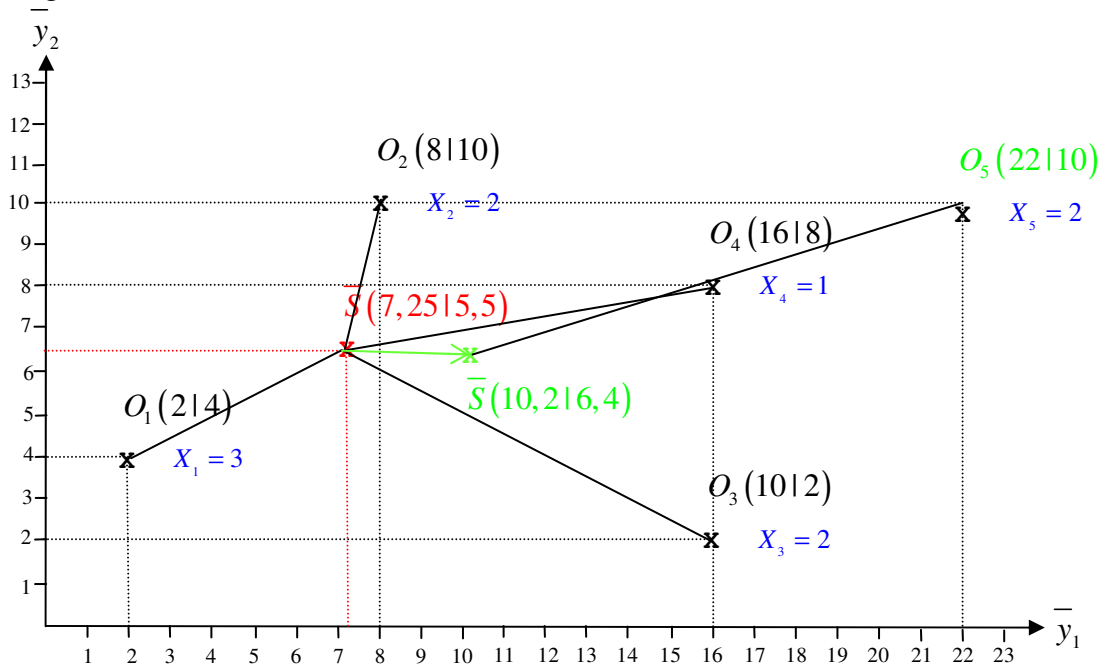
$$\text{Min } K_S = \frac{k}{\frac{[GE]}{[ME][EE]}} \sum_{r=1}^R \frac{X_r}{\frac{[ME]}{[PZE]}} * \sqrt{\left(\bar{y}_{1,s} - \bar{y}_{1,r} \right)^2 + \left(\bar{y}_{2,s} - \bar{y}_{2,r} \right)^2} \text{ mit zwei Variablen!}$$

Zur Bestimmung der optimalen Ausprägung dieser beiden Variablen existieren verschiedene aufwändige Verfahren (mit exaktem Ergebnis). Als Näherungslösung wird angeboten: die Schwerpunktmethod! Hierbei werden die Koordinaten der R gegebenen Orte mit den zu transportierenden Mengen X_r gewichtet:

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

Beispiel:

Gegeben sind die Orte von 4 Kunden eines Industriebetriebes



a) **Ermitteln Sie den Schwerpunkt S:**

$$\bar{y}_{1,\bar{S}} = \frac{3 * 2 + 2 * 8 + 2 * 10 + 1 * 16}{3 + 2 + 2 + 1} = 7,25$$

$$\bar{y}_{2,\bar{S}} = \frac{3 * 4 + 2 * 10 + 2 * 2 + 1 * 8}{3 + 2 + 2 + 1} = 5,5$$

b) **Wie ändert sich der Schwerpunkt, wenn ein 5. Kunde im Ort $O_5(22|10)$ mit der Nachfrage**

$X_5 = 2$ **hinzukommt?**

Der neue Schwerpunkt lautet:

$$\bar{y}_{1,\bar{S}'} = 10,20 \quad \text{und} \quad \bar{y}_{2,\bar{S}'} = 6,40$$

- c) **Wo müsste der fünfte Kunde seine Betriebsstätte haben – statt wie in (b) angegeben –, wenn bei $X_5 = 2$ der Schwerpunkt im Ort O_4 liegen soll?**

Variabel sind die Koordinaten des Kunden 5, gegeben die Schwerpunktkoordinaten (durch O_4 !).

Zwei Gleichungen:

$$1) \frac{3*2 + 2*8 + 2*10 + 1*16 + 2*\bar{y}_{1,5}}{3+2+2+1+2} = 16 \Leftrightarrow 58 + 2\bar{y}_{1,5} = 160 \Leftrightarrow \bar{y}_{1,5} = 51$$

$$2) \frac{3*4 + 2*10 + 2*2 + 1*8 + 2*\bar{y}_{2,5}}{3+2+2+1+2} = 8 \Leftrightarrow 44 + 2\bar{y}_{2,5} = 80 \Leftrightarrow \bar{y}_{2,5} = 18$$

- d) **Um wie viele [ME] muss sich die Nachfrage des Ortes O_4 erhöhen, wenn ausgehend von (a) der Schwerpunkt $\bar{S}(9|6)$ lauten soll?**

$$1) \frac{3*2 + 2*8 + 2*10 + (1+c)*16}{3+2+2+(1+c)} = 9 \Leftrightarrow \frac{58+16c}{8+c} = 9 \Leftrightarrow 58+16c = 72+9c \Leftrightarrow c = 2$$

$$2) \frac{3*4 + 2*10 + 2*2 + (1+c)*8}{3+2+2+(1+c)} = 6 \Leftrightarrow c = 2$$

- e) **Die vier Orte aus (a) sind Lieferanten. Dem Lieferant in O_4 droht Insolvenz. Seine Liefermenge soll deshalb von O_1 bis O_3 übernommen werden. Welcher Lieferant muss wie viel übernehmen, wenn $\bar{S}(6|5)$ gelten soll?**

Die folgenden drei Gleichungen müssen erfüllt sein:

$$1) \frac{(3+\Delta_1)*2 + (2+\Delta_2)*8 + (2+\Delta_3)*10}{8} = 6$$

$$2) \frac{(3+\Delta_1)*4 + (2+\Delta_2)*10 + (2+\Delta_3)*2}{8} = 5$$

$$3) \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 1$$

Aus (1) und (2) ergibt sich: (1a) $2\Delta_1 + 8\Delta_2 + 10\Delta_3 = 6$ und (2a) $4\Delta_1 + 10\Delta_2 + 2\Delta_3 = 4$

Setzt man nun (3a) $\Delta_1 = 1 - \Delta_2 - \Delta_3$ in (1a) und (2a) ein, so erhält man:

$$(1b) 6\Delta_2 + 8\Delta_3 = 4 \text{ und } (2b) 6\Delta_2 - 2\Delta_3 = 0$$

Aus (1b) % (2b) ergibt sich: $10\Delta_3 = 4 \Leftrightarrow \Delta_3 = 6/15$

In (2b) eingesetzt, erhält man: (2c) $6\Delta_2 - 2*0,4 = 0 \Leftrightarrow \Delta_2 = 2/15$

Wegen (3a) ergibt sich: $\Delta_1 = 1 - 2/15 - 6/15 = 7/15$

Kap. 4 (Seite 47 – 52) entfällt im SS 2008