Westfälische
Wilhelms-Universität
Münster

WIRTSCHAFTSINFORMATIK

Materialbedarfsplanung und optimale Bestellpolitik

PPS-Übung
Sommersemester 2004

Karsten Klose

Übersicht

- Materialwirtschaft aus Sicht der PPS
- optimale Auftragsgrößenplanung in der Bestellpolitik
- klassische Bestellmengenformel
- Erweiterung des klassischen Modells: optimale Bestellpolitik bei im Zeitablauf schwankender Nachfrage
- Wagner-Within-Verfahren
- Heuristik von Groff
- Übung: Implementierung der beiden vorgestellten Algorithmen zur optimalen Bestellmengenplanung mit MS Excel

WIRTSCHAFTS INFORMATIK

Materialwirtschaft

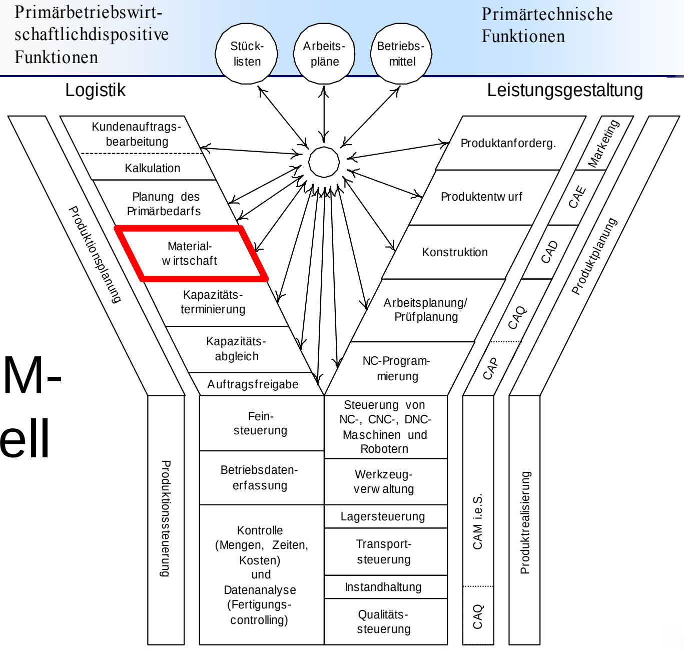
Bereitstellung der

- von der Produktion benötigten Materialien
- in der richtigen Menge und Qualität
- zum geeigneten Zeitpunkt
- am richtigen Ort
- zu wirtschaftlich angemessen Preisen

PPS
Primärbetriebswirt-
schaftlichdispositive
Funktionen

CAD/CAM
Primärtechnische
Funktionen

Das Y-CIM-Modell



Aufgabe der Materialwirtschaft aus Sicht der PPS

- **Zentrale Aufgabe**: Mengenplanung
- Primärbedarf
  - durch Produktionsprogramm bestimmte Menge von Endprodukten
- Sekundärbedarf
  - aus Primärbedarf abgeleiteter Bedarf für eingehende Materialien
- Zu berücksichtigen
  - Eigenfertigung (benötigt Zeit, Kapazität)
  - Fremdbeschaffung (benötigt Zeit, Kapital)
  - Verwendung von Lagerbeständen
  - Reservierungen durch Fertigungsaufträge

6

Bedarfsrechnung

Die Bedarfsrechnung ermittelt aus dem Primärbedarf die benötigten Einzelteile, Zwischenfabrikate und Rohstoffe

- den Sekundärbedarf.

make or buy?

(Bereitstellungsplanung)

7

Verfahren der Materialdisposition

- Programmgesteuert (bedarfsgesteuert, deterministisch)
  -> Stücklistenauflösung:
  - aufwendig, aber exakte Berechnung
- Verbrauchsgesteuert (stochastisch)
  -> Prognoserechnung: aus der Vergangenheit geschätzt
  - weniger Aufwand
  - Ungenauigkeiten
  - Sicherheitspuffer notwendig → Kapitalbindung

Losgrößenplanung

- Los: Zusammenfassung mehrerer Bedarfe
- Ziel: kostenminimale Bündelung von Nettobedarfen aus unterschiedlichen Perioden
- mengenunabhängige Kosten
  - fixe Bestellkosten bei Einkaufteilen
  - Rüstkosten bei Eigenfertigungsteilen
- mengenabhängige Kosten, z.B. Lagerhaltungskosten
  - Raumkosten, Zinsen, Versicherung, Pflege, Verwaltung,
  - Richtwert: 25% vom gelagerten Wert
    (→ Untersuchung lohnt sich)

Ausprägungen der Auftragsgrößenplanung

kostenminimale Auftragsgröße

Bestellpolitik

↓

Minimiere Summe aus Lager- und bestellfixen Kosten!

Losgrößenpolitik

↓

Minimiere Summe aus Lager- und Umrüstkosten!

beachte: gültiger Maschinenbelegungsplan?

10

Bestellmengenplanung

Das Ziel der Bestellmengenplanung ist es, diejenige Bestellmenge zu bestimmen, bei der die gegebenen Bedarfsmengen des Planungszeitraums zu minimalen Gesamtkosten bestellt werden.

Bestellfixe Kosten

Lagerkosten

11

Optimale Eindeckungsdauer:
Die Klassische Andler-Formel

- Stückkosten
  - Preis pro beschaffter Einheit
  - als fix angenommen (keine Rabatte)
- Bestellvorgangskosten
  - Einmalig je Beschaffungsvorgang
  - Je größer die Losgröße desto kleiner der auf eine Einheit anfallende Teil
  - Konstanter Verlauf
- Lagerhaltungskosten
  - Konstanter Verlauf

Optimale Bestellmengenplanung:
Symbole

y: Bestellmenge
Cl: Lagerkostensatz pro ME und ZE
Cr: bestellfixe Kosten je Bestellung
p: Beschaffungskosten pro Menge
V: Lagerabgang pro ZE
T: Planungszeitraum
n: Zahl der Bestellungen in T

Bestellfixe Kosten

Lagerabgang pro ZE

bestellfixe Kosten
im Planungszeitraum

Planungszeitraum

$$K_B = Cr \cdot \frac{V \cdot T}{y}$$

Bestellmenge

bestellfixe Kosten
pro Bestellung

Anzahl der Bestellungen
im Planungszeitraum (=n)

14

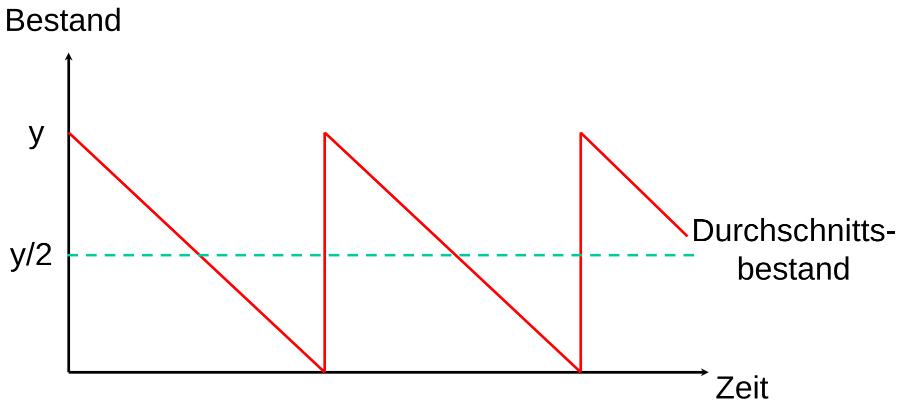
Lagerkosten

Die Lagerkosten werden bestimmt durch:

- den durchschnittlichen Lagerbestand
- die Lagerdauer eines Loses
  (Lagerabgangsgeschwindigkeit V)
- den Lagerkostensatz Cl pro Mengeneinheit und Zeiteinheit

15

Lagerbestandsentwicklung



Lagerkosten

Lagerkosten
im Planungszeitraum

Planungszeitraum

$$K_L = \frac{y}{2} \cdot \frac{y}{V} \cdot T \cdot Cl$$

Lagerkostensatz
pro ME und ZE

Lagerdauer

durchschnittliche
Lagermenge

WIRTSCHAFTS INFORMATIK

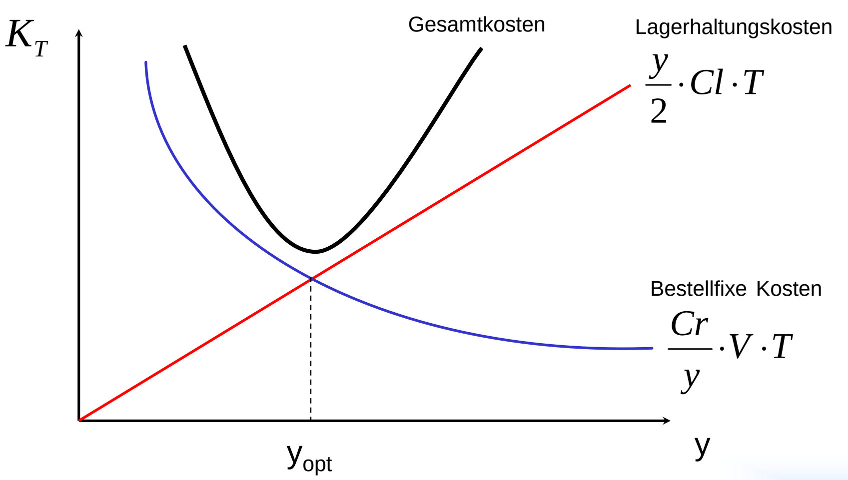
Optimale Bestellpolitik: Totalkosten des Planungszeitraumes

$$K_T = \underbrace{(Cr + \frac{y}{2} \cdot \frac{y}{V} \cdot Cl)}_{\text{Kosten pro Bestellung}} \cdot \underbrace{\frac{V \cdot T}{y}}_{\text{Zahl der Bestellungen in T}} + \underbrace{p \cdot V \cdot T}_{\text{Beschaffungskosten in T}} \to \min$$

18

WIRTSCHAFTS INFORMATIK

Verlauf der Kostenkurven



19

Ermittlung der optimalen Bestellmenge

- y_{opt} durch Ableiten und Nullsetzen der Gesamtkostenfunktion ermitteln:

$$K_T = (Cr + \frac{y}{2} \cdot \frac{y}{V} \cdot Cl) \cdot \frac{V \cdot T}{y} + p \cdot V \cdot T \rightarrow \min$$

Ableiten nach Y

$$\frac{\delta K_T}{\delta y} = -\frac{Cr \cdot V \cdot T}{y^2} + \frac{Cl \cdot T}{2}$$

Bedingung für Optimum

$$\frac{\delta K_T}{\delta y} = 0$$

Auflösen

$$\boxed{y_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot V \cdot Cr}{Cl}}}$$

Die klassische optimale Bestellmenge - Prämissen

- im Zeitablauf unabhängiges Modell
- konstante Produktions- und Lagerabgangsgeschwindigkeit
- konstanter Lagerkostensatz
- konstanter Einstandspreis (insb. keine Rabatte)
- einstufiger Bestellvorgang
- kein Wareneingangsproblem (kein „Engpaß Rampe“)
- keine knappe TUL- oder sonstige Kapazitäten
- Wiederbeschaffungszeit ist null bzw. Lieferfrist ist fix
- beliebig teilbare Bestellmenge, keine Mindestmenge
- keine Verbundbeziehungen zwischen den Teilen

Adam (1998), S. 485.

Ausprägungen der Auftragsgrößenplanung

kostenminimale Auftragsgröße

Bestellpolitik

Minimiere Summe aus Lager- und bestellfixen Kosten!

Losgrößenpolitik

Minimiere Summe aus Lager- und Umrüstkosten!

beachte: gültiger Maschinenbelegungsplan?

22

Die Losgrößenplanung

Das Ziel der Losgrößenplanung ist es, diejenige Losgröße zu bestimmen, bei

der die gegebenen Bedarfsmengen des Planungszeitraums zu

minimalen Gesamtkosten produziert werden.

Umrüstkosten

Lagerkosten

23

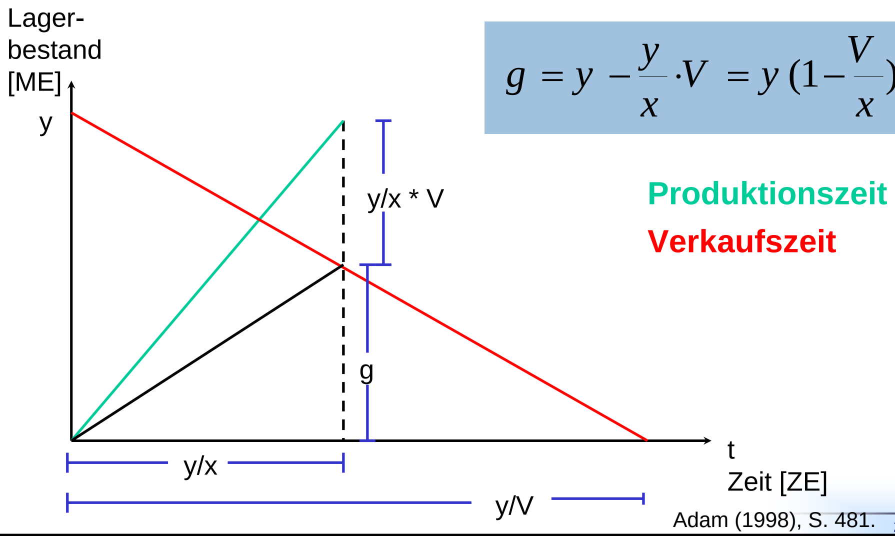
Durchschnittlicher Lagerbestand (Wdh.)

Der durchschnittliche Lagerbestand ist abhängig von:

- der Losgröße y
- dem Lagerzugang pro ZE x
- dem Lagerabgang pro ZE V
- der Zeitspanne zwischen Produktions- und Absatzbeginn eines Loses
- dem Wiederauflagerhythmus der Sorten

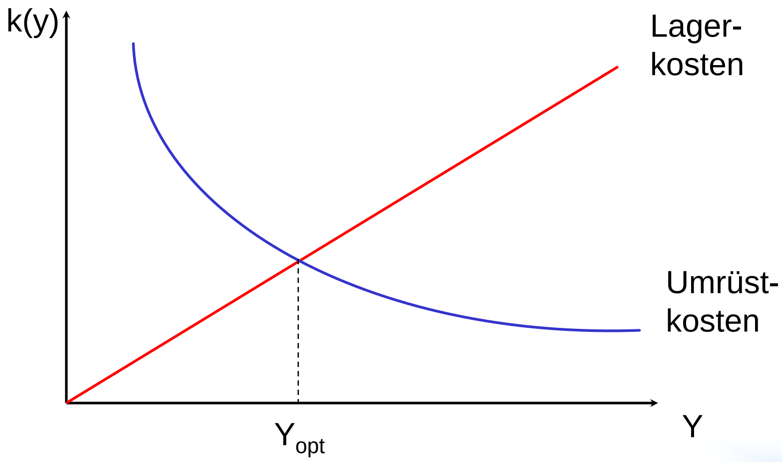
Lagerbestand (PB = AB)

$$g = y - \frac{y}{x} \cdot V = y\,(1 - \frac{V}{x})$$



Adam (1998), S. 481.

Verlauf der Kostenkurven



Optimale Losgröße

$$y_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot V \cdot Cr}{\left(1 - \frac{V}{x}\right) Cl}}$$

Grenzlagerkosten = Grenzumrüstkosten

Bestellpolitik bei variabler Nachfrage im Zeitablauf

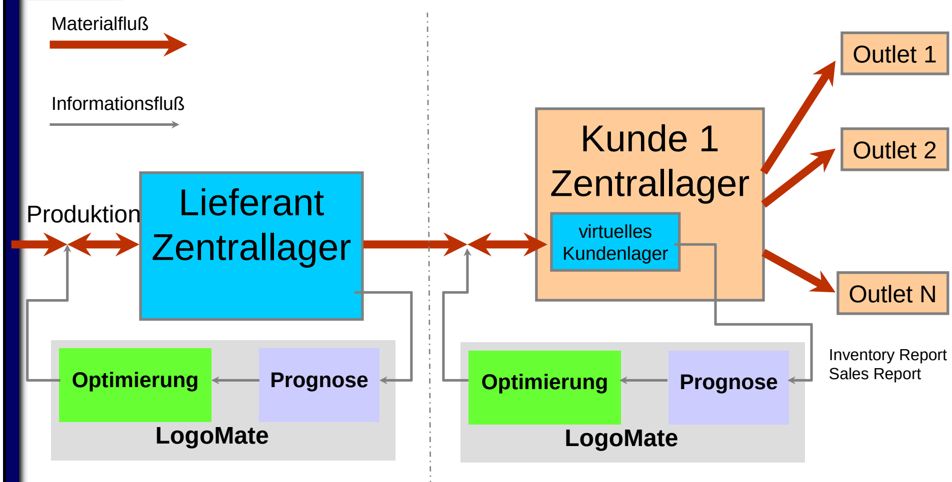
- Bisheriges Modell: keine Veränderung von entscheidungsrelevanten Daten im Zeitablauf
  - Beschaffungspreis (keine mengenabhängige Beschaffungspreise)
  - Bestellfixe Kosten
  - Lagerkostensatz (keine wertabhängigen Lagerkosten)
  - pro Zeiteinheit nachgefragte Menge

→ statisches Modell

→ die optimale erste Bestellmenge ist optimal für alle weiteren Bestellungen !

→ Notwendig: dynamische Modelle für zeitablaufbezogene Entscheidungssituationen

Beispiel einer IT-gestützte Dispositions-optimierung: Remira LogoMate

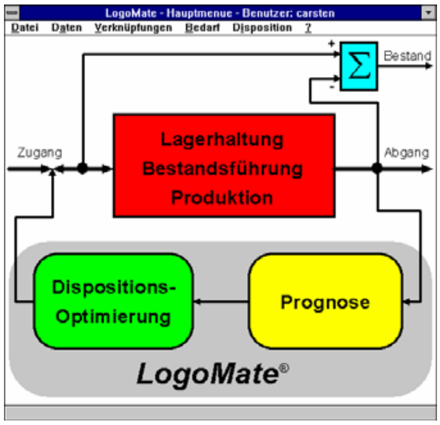


Optimierungs-Szenario

http://www.remira.de

Beispiel einer IT-gestützte Dispositions-optimierung: Remira LogoMate

- Prognoseverfahren
- Klassische Losgrößen-rechnung
- Dynamische Losgrößen-rechnung
- Auffüllverfahren



http://www.remira.de

30

MRP-Planungslauf in SAP R/3

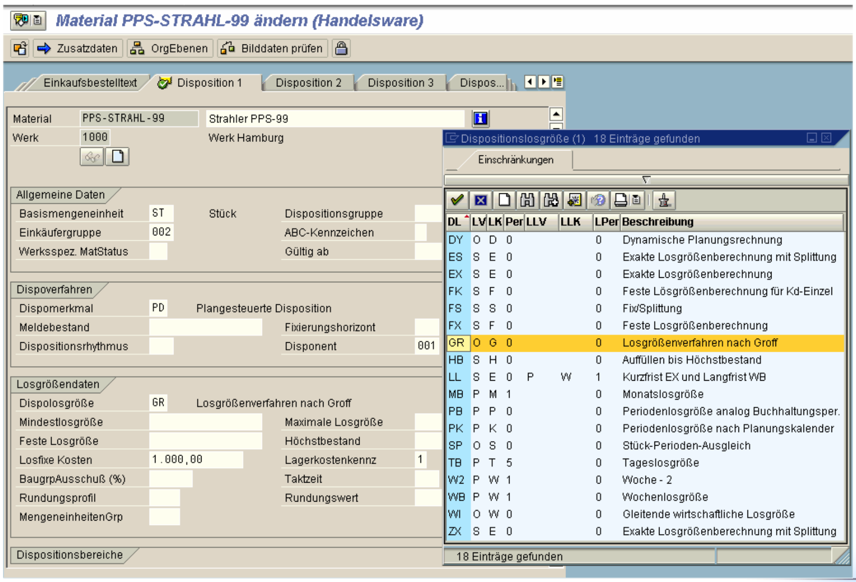
- Systemseitig werden hierbei eine Reihe von Verarbeitungsschritten pro Material durchgeführt; dazu zählen unter anderem:
  - Nettobedarfsrechnung
  - Losgrößenberechnung
  - Ermittlung des Beschaffungsvorschlags

31

MRP-Planungslauf in SAP R/3 - Losgrößenberechnung

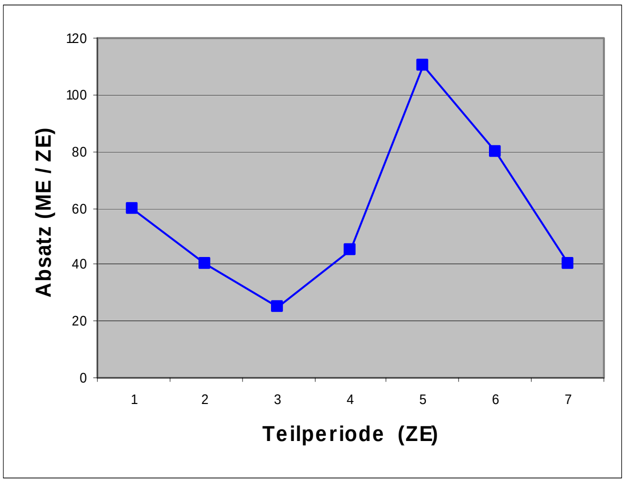
- In welcher Höhe nun ein Zugang erfolgen soll, wird bei der Losgrößenberechnung ermittelt
- Wie das System die Losgrößen ermittelt, hängt von der Wahl des Verfahrens bei der Materialstammsatzpflege ab. Die relevanten Einstellungen befinden sich in der Sicht ‚Dispo 1'.
- Im R/3 wird prinzipiell zwischen drei verschiedenen Verfahren unterschieden:
  - Statische Losgrößenverfahren (z.B. exakte oder feste Losgröße)
  - Periodische Losgrößenverfahren (z.B. Wochen- oder Monatslose)
  - Optimierende Losgrößenverfahren (z.B. gleitende wirtschaftliche Losgröße oder Losgrößenverfahren nach Groff)

Bsp.: Optimierende Verfahren in SAP R/3



DL	LV	LK	Per	LLV	LLK	LPer	Beschreibung
DY	O	D	0			0	Dynamische Planungsrechnung
ES	S	E	0			0	Exakte Losgrößenberechnung mit Splittung
EX	S	E	0			0	Exakte Losgrößenberechnung
FK	S	F	0			0	Feste Lösgrößenberechnung für Kd-Einzel
FS	S	S	0			0	Fix/Splittung
FX	S	F	0			0	Feste Losgrößenberechnung
GR	O	G	0			0	Losgrößenverfahren nach Groff
HB	S	H	0			0	Auffüllen bis Höchstbestand
LL	S	E	0	P	W	1	Kurzfrist EX und Langfrist WB
MB	P	M	1			0	Monatslosgröße
PB	P	P	0			0	Periodenlosgröße analog Buchhaltungsper.
PK	P	K	0			0	Periodenlosgröße nach Planungskalender
SP	O	S	0			0	Stück-Perioden-Ausgleich
TB	P	T	5			0	Tageslosgröße
W2	P	W	1			0	Woche - 2
WB	P	W	1			0	Wochenlosgröße
WI	O	W	0			0	Gleitende wirtschaftliche Losgröße
ZX	S	E	0			0	Exakte Losgrößenberechnung mit Splittung

Zeit- und Nachfragefunktion bei diskreter Betrachtungsweise



Grundlegende Prämissen für das Planungsmodell bei var. Nachfragemengen

- Planungszeitraum ist (willkürlich) in t_n gleichlange Teilperioden aufgeteilt
- Nachfrage N_t der Perioden t ist vorgegeben und deterministisch
- Keine Fehl- oder Verzugsmengen
- p, Cr, Cl im Planungszeitraum konstant
- unbeschränkte Lagerkapazität und Beschaffungsmenge
- bestellte Mengen treffen jeweils am Anfang einer Teilperiode im Lager ein
- Bestellungen können zu Beginn einer Teilperiode getätigt werden → Anzahl der Teilperioden legt die max. Anzahl der Bestellungen fest

Zusätzliche Prämissen ohne Einschränkung des Planungsproblems

- Lieferfrist = 0 Perioden
- $LA_T = LE_T = 0$
  Lageranfangsbestand zu Beginn des Planungszeitraums (LA_T) und Lagerbestand am Ende des Planungszeitraums (LE_T) sind 0
- Die Lagerkosten der Teilperiode t (LK_t) hängen vom Lagerbestand am Ende der Teilperiode LE_t ab
- Beweis: [Adam (1993, S. 129ff.)]

36

Bestimmung der optimalen Bestellpolitik bei schwankender Nachfrage

- Ziel: Festlegung der Bestellzeitpunkte
- Beispiel:
  in einem 5-Perioden-Problem wird in der 1., 2. und 5. Periode bestellt
  → Bestellmengen:

$$y_1 = N_1$$
$$y_2 = N_2 + N_3 + N_4$$
$$y_5 = N_5$$

y_i : Bestelle Menge in der Periode i

N_i : Nachgefragte Menge in der Periode i

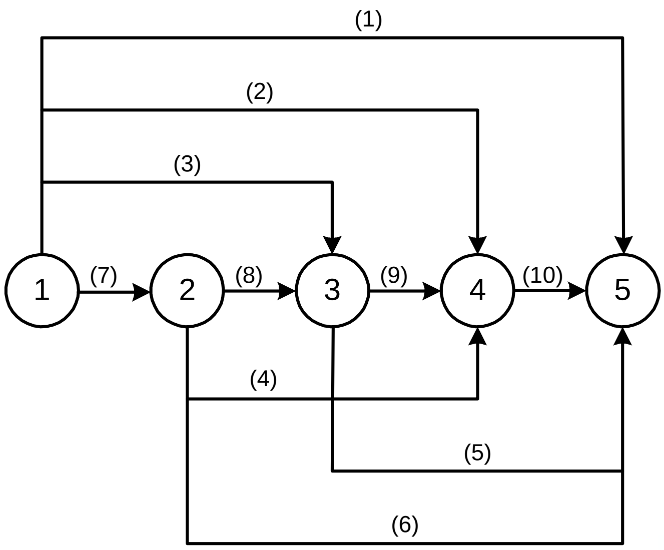
37

Bestimmung der optimalen Bestellpolitik bei schwankender Nachfrage

- in der 1. Periode muss zur Deckung der aktuellen Nachfrage immer bestellt werden
- Fragestellung:
  In welcher der Perioden
  $t, t \in \{2, \ldots, t_n\}$
  sollte zusätzlich bestellt werden ?
- zu Beginn jeder dieser $t_n - 1$ Perioden kann bestellt werden
- → $2^{t_n - 1}$ mögliche Bestellpolitiken

Welche Bestellpolitik ist kostenminimal ?

Mögliche Bestellpolitiken



Allg. Planungsmodell zur Bestimmung der kosten-min. Bestellpolitik bei schwankender Nachfrage

$$K_T = \sum_{t=1}^{t_n} (\underbrace{p \cdot y_t}_{\text{Beschaffungskosten}} + \underbrace{\sigma(y_t) \cdot Cr}_{\text{Bestellfixe Kosten}}) + \underbrace{\sum_{t=1}^{t_n} Cl \cdot LE_t}_{\text{Lagerkosten}} \rightarrow \min$$

$$\sigma(y_t) = \begin{cases} 0 & \text{wenn } y_t = 0, \text{ d.h. keine Bestellung in t} \\ 1 & \text{wenn } y_t > 0, \text{ d.h. Bestellung in t} \end{cases}$$

Nebenbedingungen:

(1) keine Fehl- oder Verzugsmengen:

$$LE_t \geq 0 \text{ für alle t}$$

(2) Lagerfortschreibungsbedingung:

$$LE_0 = 0$$

$$LE_t = LE_{t-1} + y_t - N_t \text{ für alle t}$$

Lösung → LP-Ansatz

41

Eigenschaften der Optimallösung

(1) Mengenabhängige Beschaffungskosten sind nicht entscheidungsrelevant

→ Mengenrabatte werden nicht gewährt

(2) Bei optimaler Bestellpolitik wird nur bestellt, wenn das Lager leer ist

$LE_{t-1} * Y_t = 0$

(3) Es wird immer genau der Bedarf künftiger Perioden bestellt

42

Verfahren und Heuristiken bei schwankender Nachfrage

- Wagner-Within
- Stückkostenverfahren
- Groff-Algorithmus
- Silver-Meal-Heuristik
- Cost-Balancing-Verfahren
- G-I und G-II Heuristik
- ...
- ca. 60 Verfahren existent

43

Wagner-Whitin-Algorithmus

- iterativer Algorithmus
- optimiert zunächst eine Teilperiode, dann zwei etc.
- bis schließlich der gesamte Planungszeitraum von t_n Teilperioden optimiert ist
- Ergebnisermittlung durch Rückwärtsrechnung
- Verfahren der dynamischen Programmierung
  → einige der $2^{t_n - 1}$ Wege werden von vornherein als nicht optimal ausgeschlossen

44

Wagner-Whitin-Algorithmus: Lösung des 1- und 2-Teilperioden-Teilproblems

- kein Entscheidungsspielraum zur Lösung des 1-Teilperioden-Problems:
- N_1 wird zu Beginn von t_1 bestellt
- Kosten $K_1 = K_{1min} = Cr$ [GE]

- 2 Bestellpolitiken denkbar im 2-Teilperioden-Problem:

  I) letzte Bestellung in t_1 mit $y_1 = N_1 + N_2$ und $K = Cr + Cl * N_2$

  II) letzte Bestellung in t_2 mit $y_2 = N_2$
  → das Lager ist leer
  → zu Cr müssen die Kosten des Einperioden-Problems addiert werden

45

Wagner-Whitin-Algorithmus: Lösung des i-Teilperioden-Problems

- die Kosten der folgenden i alternativen Bestellstrategien sind zu vergleichen
- letzte Bestellung in t, wobei t eine beliebige Teilperiode im Intervall
  $1 <= t <= i$
- Kosten der i alternativen Bestellstrategien setzten sich aus 2 Komponenten zusammen:
  1) verursachte bestellfixe Kosten und Lagerkosten aus der Bestellung in t

  +

  2) Kosten des t-1-Teilperioden-Problems bei Optimalverhalten

46

WIRTSCHAFTS INFORMATIK

Wagner-Whitin-Algorithmus: Lösung des i-Teilperioden-Problems

- Formal:

$$K_i = \min_{1 \le t \le i} \{K_{t-1\,\min} + Cr + Cl \sum_{j=t}^{i} (j-t) N_j\}$$

$$\text{mit } K_{0\,\min} = 0$$

Übung: Wagner-Within-Verfahren

Datensituation I

Periode (i)	Nachfrage (Ni)
1	60
2	40
3	25
4	45
5	110
6	80
7	40

Cl = 1

Cr = 100

Datensituation II

Periode (i)	Nachfrage (Ni)
1	120
2	300
3	135
4	225
5	315
6	165
7	90

Cl = 0,75

Cr = 105

WIRTSCHAFTS INFORMATIK

Wagner-Within-Verfahren (Beispiel - Datensituation 1)

Periode		Zusätzliche Kosten, wenn die letzte Bestellung vor i in t erfolgt		Minimale Kosten bis Periode t-1	Gesamtkosten bis Periode i	Kosten bei Optimal-verhalten	letzte Bestellung vor i, um die Gesamt-kosten bis i zu minimieren
[1]		[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
i	t	Cr	$Cl \cdot \sum_{j=t}^{i} (j-t) \cdot N_j$	$K_{t-1\,\min}$	[2]+[3]+[4]	$K_{t\,\min}$	
1	1	100	0	0	100	100	* 1
2	1	100	40	0	140	140	* 1
	2	100	0	100	200	140	
3	1	100	90	0	190	190	* 1
	2	100	25	100	225	190	
	3	100	0	140	240	190	
4	1	100	225	0	325	285	
	2	100	115	100	315	285	
	3	100	45	140	285	285	* 3
	4	100	0	190	290	285	
5	1	100	665	0	765	385	
	2	100	445	100	645	385	
	3	100	265	140	505	385	
	4	100	110	190	400	385	
	5	100	0	285	385	385	* 5

49

WIRTSCHAFTS INFORMATIK

Wagner-Within-Verfahren (Beispiel - Datensituation 1)

Periode		Zusätzliche Kosten, wenn die letzte Bestellung vor i in t erfolgt		Minimale Kosten bis Periode t-1	Gesamtkosten bis Periode i	Kosten bei Optimal-verhalten	letzte Bestellung vor i, um die Gesamt-kosten bis i zu minimieren
[1]		[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
i	t	Cr	$Cl \cdot \sum_{j=t}^{i} (j-t) \cdot N_j$	$K_{t-1\,\min}$	[2]+[3]+[4]	$K_{t\,\min}$	
6	1	100	1065	0	1165	465	
	2	100	765	100	965	465	
	3	100	505	140	745	465	
	4	100	270	190	560	465	
	5	100	80	285	465	465	* 5
	6	100	0	385	485	465	
7	1	100	1305	0	1405	525	
	2	100	965	100	1165	525	
	3	100	665	140	905	525	
	4	100	390	190	680	525	
	5	100	160	285	545	525	
	6	100	40	385	525	525	* 6
	7	100	0	465	565	525	

50

Wagner-Within-Verfahren: Ergebnisermittlung

- optimale Bestellpolitik wird mit Hilfe der Rückwärtsrechnung ermittelt

7* = 6	y6 = N6+N7	120
5* = 5	y5 = N5	110
4* = 3	y3 = N3+N4	70
2* = 1	y1 = N1+N2	100
	y2 = y4 = y7 = 0	

- führt zum „Überspringen“ von optimalen Teilperioden-Lösungen

Grundideen der Heuristiken

- Heuristik: [Adam (1993), S. 144]

  plausible Verfahren zur Ableitung guter oder befriedigender Lösungen eines Entscheidungsproblems
- Anwendung von Heuristiken:
  - Struktur des zu lösenden Problems erlaubt es nicht Planungsmodelle zu entwickeln
  - keine effizienten analytischen Verfahren bekannt (z.B. weil zu viele Teilperioden eintreten)
  - Ausgangspunkt der folgenden Heuristiken: $\boxed{y_{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot V \cdot Cr}{Cl}}}$
  - 2 Möglichkeiten der Optimierung:
    - I) Kosten pro ME werden minimiert
    - II) Kosten pro ZE (Periode) werden minimiert

Heuristiken – Übersicht (Auszug)

1) Lege die nächste Bestellung so fest, dass die Stückkosten dieser Bestellung minimal werden
→ Stückkostenverfahren (gleitende wirtschaftliche Bestellmenge, dynamische Bestellmengenrechnung)

2) Lege die nächste Bestellung so fest, dass die Kosten pro ZE dieser Bestellung minimal werden
→ Silver-Meal-Heuristik

3) da im Optimum Lagerkosten = bestellfixe Kosten, lege die nächste Bestellung so fest, dass die Lagerkosten dieser Bestellung möglichst den bestellfixen Kosten entsprechen
→ Cost-balancing-Verfahren

Heuristik von Groff

- Basis: Erkenntnis aus dem statischen Modell
- Im Optimum gilt:

Grenzlagerkosten = Grenzkosten der Bestellung

- Regel:
  - Erweitere die Bestellmenge um den Bedarf einer weiteren Periode,
  - solange die zusätzlichen Lagerkosten noch geringer sind
  - als die Entlastung (Kosteneinsparungen) jeder der durch die neue Bestellmenge abgedeckten Perioden mit anteiligen bestellfixen Kosten

Heuristik von Groff
- Lagerkosten

- Steigt die Bestellmenge um den Bedarf N_i der Teilperiode i
- so steigt auch der durchschnittliche Lagerbestand approximativ um ½ N_i
- → Kostenänderung von $\boxed{\frac{1}{2} N_i * Cl}$

56

Heuristik von Groff
- Bestellfixe Kosten

- wird für i-t Perioden bestellt, ergeben sich durchschnittliche Kosten pro Periode von:

$$\frac{Cr}{(i-t)}$$

- bei einer Bestellung für i-t+1 Perioden sinkt die Belastung auf:

$$\frac{Cr}{(i-t+1)}$$

- Kostenänderung:

$$\frac{Cr}{i-t} - \frac{Cr}{i-t+1} = \frac{Cr}{i-t} \cdot \frac{i-t+1}{i-t+1} - \frac{Cr}{i-t+1} \cdot \frac{i-t}{i-t}$$

$$\boxed{= \frac{Cr}{(i-t) \cdot (i-t+1)}}$$

57

Heuristik von Groff
- Bestellmengenregel

- Wird in Periode t bestellt, so erhöhe die Bestellmenge um die Nachfrage N_i, solange gilt:

$$\frac{N_i}{2} \cdot Cl \leq \frac{Cr}{(i-t)\cdot(i-t+1)}$$

bzw.

$$(i-t)\cdot(i-t+1)\cdot N_i \leq \frac{2\cdot Cr}{Cl}$$

Übung: Heuristik von Groff

Datensituation I

Periode (i)	Nachfrage (Ni)
1	60
2	40
3	25
4	45
5	110
6	80
7	40

Cl = 1

Cr = 100

Datensituation II

Periode (i)	Nachfrage (Ni)
1	120
2	300
3	135
4	225
5	315
6	165
7	90

Cl = 0,75

Cr = 105

Heuristik von Groff (Datensituation 1)

Periode t	i	Optimalitätskriterium $(i-t)\cdot(i-t+1)\cdot N_i$	>	2 * Cr / Cl	Periode bis zu der die Nachfrage in t bestellt wird i* = t + j	Bestellmenge
1	1	0		200		
1	2	80		200		0
1	3	150		200		0
1	4	540	>	200	3	125
4	5	220	>	200	4	45
5	6	160		200		0
5	7	240	>	200	6	190
7		0		200	7	40

60

Ausblick
Erweiterung der Planungsmodelle

- stochastische Nachfrage
  - kontinuierliche Nachfragefunktionen
  - Wahrscheinlichkeitsmodelle
- mengenabhängige Beschaffungspreise
  - Rabatte
- mengen- und wertabhängige Lagerkosten
- knapper Lagerraum
- Verzugsmengen
- …

61

Vertiefende Literatur

- Adam, D.: Industriebetriebslehre. Arbeitsunterlage zur Materialbedarfsrechnung und Bestellpolitik. Münster 1993, S. 60-63, 117-167.
  (Semesterapparat)

- Adam, D.: Produktionsmanagement. 8. Aufl., Wiesbaden 1997, S. 486-535.

62