

# OPERATIONS MANAGEMENT

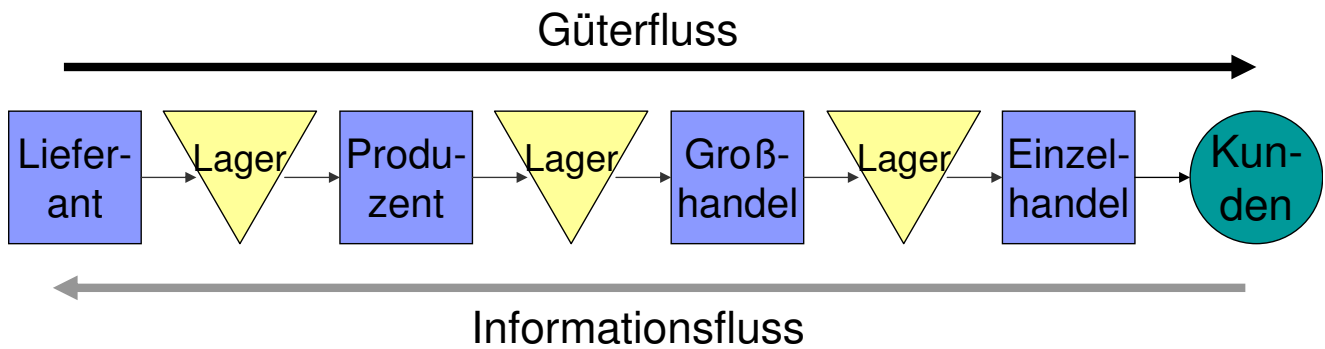


- Supply Chain Management -

## SCM: Definition

*Management des Güterflusses innerhalb eines Zuliefer- und Abnehmernetzwerkes, so dass die richtigen Güter zum richtigen Zeitpunkt in der richtigen Menge und Qualität am richtigen Ort sind*

# Supply-Chain: Wertschöpfungskette



- Wie kann ein möglichst hoher Wert für die Kunden geschaffen werden?
- Wie können die Elemente der Wertschöpfungskette effizient koordiniert werden?
- Wie kann eine hohe Servicequalität kostenoptimal realisiert werden?

## SCM

Lagerhaltungsmanagement als wichtiger Bestandteil von SCM

→ Fokus auf Lagerhaltungsmanagement

# Beispiele (2002)

**DAIMLERCHRYSLER**

-Vorräte: 15642 (Mio €)  
-Umsätze: 149583 (Mio €)  
-Aktiva: 187327 (Mio €)

% Anteile:

-Gesamtvermögen 8.4%  
-Umsatz 10.5%

**amazon.com.**

-Vorräte: 202 (Mio \$)  
-Umsätze: 3933 (Mio \$)  
-Aktiva: 1990 (Mio £)

% Anteile:

-Gesamtvermögen 10.1%  
-Umsatz 5.1%



-Vorräte: 2193 (Mio €)  
-Umsätze: 35315 (Mio €)  
-Aktiva: 16854 (Mio €)

% Anteile:

-Gesamtvermögen 13.0%  
-Umsatz 6.2%

## Gründe für Lagerhaltung

- Entkopplung aufeinanderfolgender Wertschöpfungs-/Produktionsstufen
- Rüstkosten (Batch-Produktion)
- Absicherung gegen Qualitätsschwankungen
- Sicherheitsbestand
- Entsprechung von Kundenwünschen

# Lagerhaltungsmodelle

- *Einperiodenmodell*  
*Beispiel: Zeitungsverkäufer*
- *Mehrperiodenmodell*  
*Bestellmengenverfahren*
  - Bestellmenge ist fest. Bestellzeitpunkt ist erreicht, wenn der Lagerbestand eine bestimmte Menge erreicht/unterschritten hat.  
*Bestellpunktverfahren*
  - Bestellzeitpunkt ist fest. Bestellmenge richtet sich nach dem Lagerbestand zu einem fest vorgegebenen Zeitpunkt

## Einperiodenmodelle

Beispiel Zeitungsverkäufer

Ausgangslage: Eine Zeitung kann nur am aktuellen Tag verkauft werden.

Frage: Wie viele Zeitungen soll nun ein Verkäufer anbieten?

# Einperiodenmodelle

- Falls die Nachfrage grösser ist als sein Angebot, entgeht dem Verkäufer ein Gewinn, da er mehr Zeitungen hätte absetzen können
- Falls die Nachfrage kleiner ausfällt als der Verkäufer erwartet, dann bleibt er auf den Zeitungen sitzen und ihm entstehen Kosten vom (eigenen) Kauf der Zeitungen

→ **Trade-off**

Deshalb marginale Betrachtung notwendig! (Vergleiche dazu nachfolgendes Beispiel 2)

# Einperiodenmodelle

## 1. Annahme (bzgl. Mittelwert und Varianz):

Der Zeitungsverkäufer hat über die vergangenen Monate beobachtet, dass er am Montag jeweils durchschnittlich 90 Zeitungen mit einer Standardabweichung von 10 Zeitungen verkaufen konnte. (Beispiel: Falls der Verkäufer jeweils 90 Zeitungen anbietet, dann wird er durchschnittlich jeden zweiten Montag zu wenige Zeitungen haben)

# Einperiodenmodelle

2. Annahme (bzgl. Verteilung):

Die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Zeitungsverkaufs ist **normal verteilt**.

Beispiel 1:

Um nun mit einer Wahrscheinlichkeit von 80% sicher zu sein, dass der Zeitungsverkäufer genügend Zeitungen hat, braucht er approximativ 98.5 Zeitungen.  
(Nachrechnen!)

# Einperiodenmodelle

Beispiel 2:

- Der Zeitungsverkäufer zahlt pro Zeitung 0.2 \$
- Verkauf an Kunden für 0.5\$ pro Zeitung
  - Marginale Kosten (entgangener Gewinn) von 0.3\$ pro Zeitung, falls zu wenige Zeitungen gekauft werden
  - Marginale Kosten von 0.2\$ pro Zeitung, falls zu viele Zeitungen gekauft werden

# Einperiodenmodelle

Jetzt: Vergleich zwischen den **erwarteten** Kosten und dem **erwarteten** Profit einer nächsten Einheit:

$C_o =$  Kosten pro Einheit bei Nachfrageüberschätzung

$C_u =$  Kosten pro Einheit bei Nachfrageunterschätzung

$P =$  Wahrscheinlichkeit, dass die Einheit verkauft wird

# Einperiodenmodelle

$$\rightarrow P (C_o) \leq (1-P) C_u$$

$$\rightarrow P \leq C_u / (C_o + C_u) = 0.3 / (0.2 + 0.3) = 0.6$$

Dies impliziert: Solange Zeitungen bestellen, bis die Wahrscheinlichkeit eines Verkaufs der Bestellung kleiner gleich 0.6 ist.

# Einperiodenmodelle

Aufgrund der Normalverteilungsannahme können wir schlussfolgern, dass der Zeitungsverkäufer 2.53 (=  $0.253 \cdot 10$ ) resp. 3 zusätzliche Zeitungen bestellen soll. Damit muss er jeweils jeden Montag insgesamt 93 Zeitungen kaufen.

## Bestellmengenverfahren: Optimale Bestellmenge

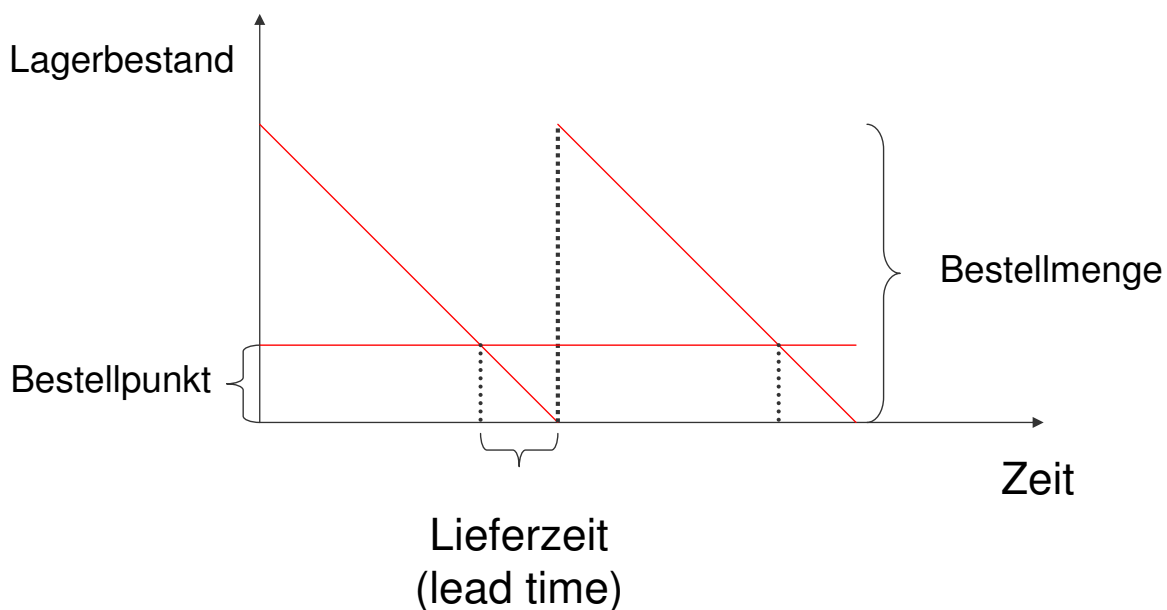
- Größenvorteile
    - Größenunabhängige Bestellkosten
    - Größenabhängige Rabatte
  - Größennachteile
    - Zinsen auf gebundenes Kapital
    - Lagerkosten
- Wenig Bestellungen                      → Kleine Bestellmenge  
→ Große Bestellmengen                    → Viele Bestellungen



# Ermittlung der optimalen Bestellmenge

- Kontinuierlicher Bedarfsverlauf (deterministisch)
- Konstante Lieferzeiten (Zeitraum von Bestellung bis Lieferung = lead time)
- Konstanter Produktpreis (zeit- und mengenunabhängig)
- Unbegrenzte Lagerkapazität
- Konstante Lagerkosten (zeit- und mengenunabhängig)
- Keine Fehlmengen

## Optimale Bestellmenge



# Optimale Bestellmenge

Gesamtkosten  $K$

Gesamtbedarf  $M$

Preis pro Einheit  $p$

Bestellmenge  $x$

Bestellfixkosten  $a$

Zins- und Lagerkosten je Einheit  $c$

## Gesamtkosten

Gesamtkosten = Preis x Menge + Bestellkosten + Lagerkosten

$$K = pM + \frac{M}{x}a + \frac{x}{2}c$$

# Optimale Bestellmenge

1. Ableitung der Gesamtkosten  $K$  nach der Bestellmenge  $x$  bilden
2. Nullsetzen
3. Nach  $x$  auflösen

$$1. \quad \frac{\partial K}{\partial x} = -\frac{M}{x^2} a + \frac{c}{2}$$

$$2. \quad -\frac{M}{x^2} a + \frac{c}{2} = 0$$

# Optimale Bestellmenge

$$3. \quad x = \sqrt{\frac{2Ma}{c}}$$

*Optimale Bestellmenge steigt mit*

- steigendem Gesamtbedarf ( $M$ )
- steigenden Bestellfixkosten ( $a$ )

*Optimale Bestellmenge sinkt mit*

- steigenden Zins- und Lagerhaltungskosten

# Beispiel

- Jährliche Nachfrage = 4'000 Stück
- Bestellfixe Kosten = 150 sfr
- Zins- und Lagerkosten pro Einheit = 30 sfr
- Preis pro Einheit = 10 sfr

$$x = \sqrt{\frac{2Ma}{c}} = \sqrt{\frac{2(4'000)150}{30}} = 200$$

## Optimaler Bestellpunkt

- Bestellpunkt  $R$
- Tagesnachfrage:  $T$
- Lieferzeit:  $L$

$$R = TL$$

# Beispiel

- Wie oben
- Tagesnachfrage = 4'000 dividiert 365 = 10,96
- Lieferzeit = 10 Tage

$$R = 10,96(10) = 109,6$$

Sobald der Lagerbestand auf 110 Einheiten absinkt, sollten 200 Einheiten nachbestellt werden.

## Schlussfolgerungen

- *Hohe Bestellfixkosten resultieren in größeren Bestellmengen und damit großen Lagerveränderungen*
- *Niedrige Bestellfixkosten resultieren in kleineren Bestellmengen und einer „kontinuierlicheren“ Lagerhaltung*
- *=> Verringerung der Bestellfixkosten durch*
  - Kürzere Transportwege (z.B. Lieferantenansiedlungen)
  - Geringere Transaktionskosten (z.B. automatisierte Bestellvorgänge)

# Übung 1

Supply Chain Management  
Lagerhaltungsmanagement

## Aufgabe 1

Der Sportartikelhändler TvD verkauft Radlerhosen. Die Nachfrage nach den Radlerhosen beträgt 400 Stck./Jahr und ist gleichverteilt. Der Produzent der Hosen verlangt je Bestellung eine Bestellgebühr in Höhe von 140 Sfr. Des Weiteren entstehen beim Sportartikelhändler Bearbeitungskosten eines Bestellauftrages in Höhe von 29 Sfr. Der Produzent verlangt je Hose 20 Sfr. ist aber bereit, bei einer Mindestbestellmenge von 500 Stck. einen Rabatt i.H. von 10% zu gewähren. Die Lagerkosten des Händlers belaufen sich auf 5% des Großhandelspreises.

# Aufgabe 1

- a) Welche Menge sollte der Sportartikelhändler bestellen? (Optimale Bestellmenge und Gesamtkosten angeben)
- b) Zeigen Sie wie sich die optimal Bestellmenge verändert wenn sich die Lagerkosten verändern.

# Aufgabe 2

Das Max-Fischer-Institut bestellt Papier zum Preis von CHF 10.- pro Schachtel. Im Mittel werden pro Monat 300 Schachteln gebraucht. Es fallen pro Bestellung fixe Kosten von CHF 30.- an und das Papierlager verursacht pro Schachtel jährliche Kosten von 40% des Einstandswerts. Die Lieferfrist beträgt 3 Tage. (Hinweis: 1 Jahr = 365 Tage). Nehmen Sie an, der Papierlieferant offeriert einen Mengenrabatt von 1% falls mehr als 600 Schachteln bestellt werden.

Berechnen Sie die optimale Bestellmenge, den optimalen Bestellpunkt und die dabei entstehenden (erwarteten) jährlichen Kosten für das Max-Fischer-Institut.

## Aufgabe 3

Moritz Saubermann besitzt den Waschsalon „Waschtag“. Um die Wäsche seiner Kunden absolut sauber zu waschen, benötigt Moritz pro Monat 100 Kartons des Waschmittels „Edelweiss“. Der Lieferant des Waschmittels hat ihm soeben die neuen Lieferkonditionen mitgeteilt. Das Angebot des Lieferanten ist wie folgt:

Der Preis eines Kartons des Waschmittels beträgt 10 ChF. Das Porto für den Versand, welches der Verkäufer Moritz in Rechnung stellt, beträgt 9 ChF pro Lieferung. Ab einer Bestellmenge von 32 Kartons gewährt der Lieferant einen Mengenrabatt von 5% auf den Preis. Allerdings steigt das Porto beim Versand von 32 oder mehr Kartons auf 16 ChF pro Lieferung. Die fixen Zins- und Lagerhaltungskosten betragen 2 ChF/Karton im Monat.

## Aufgabe 3

Die fixen Zins- und Lagerhaltungskosten betragen 2 ChF/Karton im Monat. Die Gesamtkosten der Lagerhaltung lassen sich mit der folgenden Formel berechnen:

$$K = pM + \frac{M}{x}a + \frac{x}{2}c$$

Zeigen Sie das optimale Bestellverhalten von Moritz.



# Aufgabe 4

Nachdem Andreas Essacher den Erfolg des Wachsalons „Waschtag“ beobachtet hat, eröffnet er auf der gegenüberliegenden Strassenseite den Waschsalon „Waschmeister“.

Da Andreas ein anderes Lagerhaltungskonzept verfolgt, lassen sich die Gesamtkosten der Lagerhaltung mit der folgenden Formel berechnen:

$$K = pM + \frac{M}{x}a + \frac{x^2}{2}c$$

Andreas benötigt 100 Kartons Waschmittel pro Monat. Der Preis beträgt 10 ChF pro Karton. Die von Andreas zu bezahlenden Bestellfixkosten betragen 10 ChF pro Lieferung. Wie viele Kartons des Waschmittels bestellt Andreas Essacher optimalerweise, wenn die monatlichen Zins- und Lagerhaltungskosten 1 ChF/Karton betragen?

# Aufgabe 4

Nach einem Gespräch mit dem Unternehmensberater Christian Vogel entschliesst sich Andreas sein Lagerhaltungskonzept zu ändern. Die Gesamtkosten lassen sich nun nach der altbekannten Formel

$$K = pM + \frac{M}{x}a + \frac{x}{2}c$$

berechnen. Lässt sich zeigen, dass Andreas nun bei allen möglichen Parameterwerten ( $p > 0$ ,  $M > 0$ ,  $a > 0$ ,  $c > 0$ ) mehr Kartons pro Bestellvorgang als unter 3a) bestellt? Begründen Sie ihre Antwort.

# Aufgabe 5

Die Lieferfrist (Zeit zwischen Bestellung und Lieferung) eines Artikels beträgt 10 Tage. Der durchschnittliche Verbrauch liegt bei 3.200 Einheiten pro Jahr (=360 Tage). Pro Bestellung fallen fixe Kosten von CHF 12,50 an. Der Bezugspreis pro Artikel beträgt CHF 10,00. Der Sicherheitsbestand sollte 5 Tage ausreichen. Die Lagerkosten betragen 20% des Bezugspreises.

- a) Welches ist die opt. Bestellmenge?
- b) Wie viele Bestellungen müssen pro Jahr ausgeführt werden?
- c) Wie groß sind die Gesamtkosten?
- d) Welches ist der Lagerbestand, bei dem eine Bestellung ausgeführt werden muss?

# Aufgabe 6

Der Milchmann Moritz bestellt täglich frische Milch direkt bei dem Bauern Andreas. Die tägliche Nachfrage nach Milch ist normalverteilt mit Erwartungswert 100 Liter und einer Standardabweichung von 20 Liter. Der Milchmann bezahlt pro Liter Milch 0.70 Franken und verkauft einen Liter für 1.00 Franken. Falls der Milchmann am Ende des Tages noch Milch übrig hat, kann er diese seinen Kunden nicht einfach am nächsten Tag nochmals anbieten, da die Milch nicht lange haltbar ist. Der Bauer hat aber die Möglichkeit, ältere Milch an seine Hunde zu verfüttern. Deshalb verkauft der Milchmann übrig gebliebene Milch dem Bauern zu einem Preis von 0.60 Franken pro Liter zurück.

# Aufgabe 6

- Wie viel Liter Milch sollte der Milchmann jeden Tag beim Bauern kaufen, wenn er seinen erwarteten Gewinn maximieren möchte?
- Nehmen Sie nun an, dass die tägliche Nachfrage nach Milch nicht mehr normalverteilt ist, sondern auf dem Intervall von 50 bis 150 Liter gleichverteilt ist. Wie viel Liter Milch sollte der Milchmann jeden Tag beim Bauern kaufen, wenn er seinen erwarteten Gewinn maximieren möchte?