Waldemar Toporowski*

Unternehmensübergreifende Optimierung der Bestellpolitik – das JELS-Modell mit einem Intermediär

1 Problemstellung

Die Suche nach Rationalisierungspotentialen wird sowohl in der wissenschaftlichen Diskussion als auch in der Praxis zunehmend von unternehmens- oder sogar wirtschaftsstufenübergreifenden Überlegungen geprägt. Das gilt insbesondere für die Logistik. Das gestiegene Interesse an Fragen der unternehmensübergreifenden[1] Optimierung spiegelt sich in Arbeiten wider, in deren Mittelpunkt die Kooperation zwischen den im Logistikkanal beteiligten Wirtschaftssubjekten steht[2]. Zu ihnen zählen Hersteller, Handelsunternehmungen und Logistikdienstleister. Die Zusammenarbeit kann sich auf alle Bereiche der Logistik erstrecken[3]. Der folgende Beitrag beschäftigt sich mit der Bestellpolitik.

Fragen nach der Form einer wirtschaftsstufenübergreifenden Optimierung der Bestellpolitik und den Vorteilen gegenüber einer isolierten Vorgehensweise fanden in den letzten Jahren ein verstärktes Interesse in der wissenschaftlichen Diskussion. Diese wurde durch einen Aufsatz von *Monahan*[4] ausgelöst, in dem aus der Perspektive eines Lieferanten überlegt wird, wie mit Hilfe eines Preisnachlasses die Bestellpolitik des Abnehmers so beeinflußt werden kann, daß der Gewinn des Lieferanten maximal wird. In der Folgezeit wurde dieses Modell von *Joglekar*[5] und von *Lee/Rosenblatt*[6] in wesentlichen Punkten, insbesondere durch die Berücksichtigung von Warenbeständen des Lieferanten, erweitert. *Goyal*[7] entwickelte eine Modellvariante, bei der die Preisreduktion mit Hilfe einer Kostenaufteilungsregel bestimmt wird. In einem weiteren Schritt gelang es *Banerjee*[8], die bis dahin vor allem aus der Sicht des Lieferanten geführte Analyse entscheidend zu verallgemei-

* Dr. *Waldemar Toporowski,* Seminar für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Handel und Distribution, Universität zu Köln, Albertus-Magnus-Platz 1, 50923 Köln.

1 *Lerchenmüller* spricht von einer Ganzheitlichkeit, die wirtschaftsstufenübergreifend und sachübergreifend zu verstehen ist; siehe *Lerchenmüller* (1998), S. 508.

2 Siehe vor allem die unter den Begriffen Efficient Consumer Response, Continuous Replenishment, Supply Chain Management geführte Diskussion; siehe z. B. *von der Heydt* (1997); *Kotzab* (1997); *Stern/El-Ansary/Coughlan* (1996); *Coyle/Bardi/Langley* (1996). Siehe auch die von *Goyal/Deshmukh* (1992) unter dem Begriff „Supplier-Buyer Coordination" genannten Untersuchungen. Siehe weiter *Kleer* (1991); *Mentzer* (1993), S. 31–32; *Zentes* (1990), S. 49–50; *Ahlert* (1996), S. 123–138.

3 Siehe zum Beispiel *Bowersox/Dröge* (1989), S. 69.

4 Siehe *Monahan* (1984), S. 720–726.

5 Siehe *Joglekar* (1988); siehe auch *Monahan* (1988).

6 Siehe *Lee/Rosenblatt* (1986); siehe hierzu auch *Goyal* (1987b).

7 Siehe *Goyal* (1987a).

8 Siehe *Banerjee* (1986a).

nern und ein Modell zur gemeinsamen Bestellmengenoptimierung des Lieferanten und des Abnehmers (**J**oint **E**conomic-**L**ot-**S**ize Model) zu entwickeln. Er zeigte darüber hinaus[9], daß sein Modell äquivalent zu einer von ihm formulierten generalisierten Form des Modells von *Monahan* ist. Das JELS-Modell wurde von *Goyal*[10] erweitert, bevor *Joglekar/Tharthare*[11] mit dem **I**ndividually **R**esponsible and **R**ational **D**ecision Modell (IRRD) einen neuen Ansatz zur Minimierung der beim Lieferanten und beim Abnehmer entstehenden Kosten in die Diskussion brachten. *Goyal/Srinivasan*[12] zeigten, daß dieses Modell, anders als von *Joglekar/Tharthare* angenommen, zu suboptimalen Ergebnissen im Vergleich zum JELS-Modell führt.

Eine zentrale Rolle in den genannten Beiträgen spielt der Vergleich zwischen einer individuellen und einer gemeinsamen Optimierung sowie die gegenseitige Einflußnahme auf das Verhalten von Hersteller und Abnehmer. Charakteristisch für alle Ansätze ist, daß in die Analyse nur diese beiden Gruppen von Wirtschaftssubjekten einbezogen werden. In der Praxis gibt es zahlreiche Formen von mehrstufigen Distributionskanälen. Sie zeichnen sich dadurch aus, daß neben Herstellern und Einzelhändlern weitere Institutionen in die Distribution eingeschaltet werden. Hierbei kann es sich um vom Hersteller oder vom Abnehmer abhängige oder aber um unabhängige Institutionen handeln. Im ersten Fall ist an Distributionsorgane des Herstellers beziehungsweise an Beschaffungsorgane des Abnehmers zu denken, im zweiten an den Großhandel oder an Logistikdienstleister.

Anliegen des folgenden Beitrags ist es zu prüfen, wie sich eine unternehmensübergreifende Optimierung auf die Kosten der Bestellpolitik auswirkt, wenn zwischen Hersteller und Abnehmer eine weitere Institution eingeschaltet wird. Neben dem Vergleich zwischen einer individuellen und einer gemeinsamen Optimierung in einem System mit Intermediär interessiert die Frage nach der Vorteilhaftigkeit der Einschaltung eines Intermediärs gegenüber einem System, in dem die Abnehmer direkt vom Hersteller beliefert werden.

Die Analyse erfolgt auf der Grundlage des JELS-Modells. Zu diesem Zweck wird im Abschnitt 2 die Grundstruktur des Modells mit einem Abnehmer vorgestellt. Neben dem Grundmodell im Abschnitt 2.1 werden im Abschnitt 2.2 weitere Modellvarianten untersucht, auf deren Grundlage auch das System mit Intermediär analysiert wird. Der Abschnitt 3 dient der Untersuchung eines Systems mit mehreren Abnehmern. Während im Abschnitt 3.1 die Direktbelieferung der Abnehmer durch einen Hersteller betrachtet wird, bezieht sich die Analyse im Abschnitt 3.2 auf ein System mit einem zwischen Hersteller und Abnehmer geschalteten Intermediär.

2 Individuelle versus gemeinsame Optimierung im Joint-Economic-Lot-Size-Modell mit einem Abnehmer

2.1 Das Grundmodell

Das JELS-Grundmodell betrachtet einen Hersteller und einen Abnehmer. Beide optimieren ihre Bestellpolitik unter Kostengesichtspunkten. Die Kosten des Herstellers setzen sich aus Rüst- und aus Lagerhaltungskosten zusammen. Die Kosten

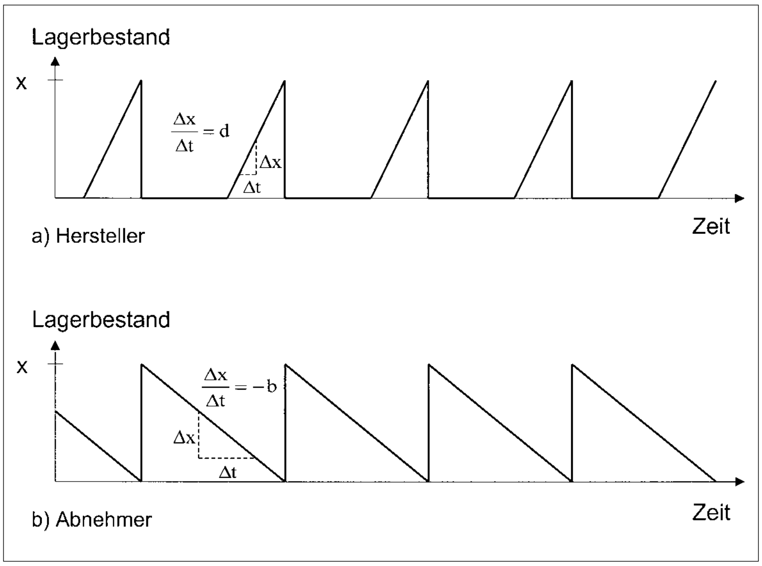
9 Siehe *Banerjee* (1986b).
10 Siehe *Goyal* (1988).
11 Siehe *Joglekar/Tharthare* (1990).
12 Siehe *Goyal/Srinivasan* (1992).

des Abnehmers umfassen Bestell- und Lagerhaltungskosten. Der Bedarf ist bekannt, die Lieferzeit ist gleich Null, und es gibt keine Kapazitätsrestriktionen. Die Nachfrage- und die Produktionsrate sind konstant. Die optimale Bestellmenge und das optimale Produktionslos können folglich nach der Andlerschen Formel berechnet werden. Der nächste Abschnitt veranschaulicht die Vorgehensweise und die Konsequenzen einer individuellen Optimierung beider Wirtschaftssubjekte.

2.1.1 Individuelle Optimierung eines Herstellers und eines Abnehmers

Die Situation eines Herstellers, der seine Losgröße unabhängig von den Auswirkungen auf den Abnehmer optimiert, stellt sich wie folgt dar. Nimmt man an, daß er die Liefermenge pro Lieferung bestimmen kann, und unterstellt man, daß die Liefermenge der Produktionslosgröße entspricht[13], so beeinflußt seine Entscheidung zum einen die Rüstkosten und zum anderen die Lagerhaltungskosten. Bei einer gegebenen Nachfragerate b des Abnehmers muß die Produktionsrate des Herstellers, die im folgenden mit d bezeichnet wird, mindestens so groß wie b sein, damit die Nachfrage befriedigt werden kann. Bei Gleichheit beider Parameter wäre eine kontinuierliche Produktion erforderlich, so daß, abgesehen vom Produktionsbeginn, keine Rüstkosten anfallen würden. Im folgenden wird deshalb vorausgesetzt, daß $b < d$ gilt. Unterstellt man, daß das Produktionslos nach Beendigung der Fertigung direkt ausgeliefert wird, so nehmen die Warenbestände beim Hersteller und beim Abnehmer die in *Abbildung 1* dargestellten Verläufe an[14].

Abbildung 1: Warenbestandsverlauf beim Hersteller und beim Abnehmer, wenn die Liefermenge der Produktionslosgröße gleicht



13 Die Gleichheit des Produktionsloses und der Liefermenge wird als „Lot-for-Lot Production Strategy“ bezeichnet.

14 Vgl. *Banerjee* (1986a), S. 293.

Aus den getroffenen Annahmen resultieren die in *Tabelle 1* dargestellten Kostenfunktionen, optimalen Bestell- beziehungsweise Produktionsmengen und minimalen Kosten[15].

Tabelle 1: Ergebnisse einer individuellen Optimierung

	Abnehmer	Hersteller
Kostenfunktion	$K_{Gf} = K_{Bf} + K_{Lf} = \frac{b}{x} k_f + \frac{x}{2} pl_f$ (1)	$K_{Gh} = K_{Rh} + K_{Lh} = \frac{b}{x} r + \frac{x}{2}\frac{b}{d} p_h l_h$ (2)
Optimale Menge	$x_f = \sqrt{\frac{2bk_f}{pl_f}}$ (3)	$x_h = \sqrt{\frac{2dr}{p_h l_h}}$ (4)
Kostenminimum	$K_{Gf}(x_f) = \sqrt{2bk_f pl_f}$ (5)	$K_{Gh}(x_h) = b\sqrt{\frac{2rp_h l_h}{d}}$ (6)

mit

b = Nachfragerate,
d = Produktionsrate,
r = Rüstkostensatz,
k_f = Bestellkostensatz des Abnehmers,
l_f = Lagerhaltungskostensatz des Abnehmers,
l_h = Lagerhaltungskostensatz des Herstellers,
p_h = Herstellungskosten pro Stück,
p = Stückpreis,
K_{Lh} = Lagerhaltungskosten des Herstellers,
K_{Lf} = Lagerhaltungskosten des Abnehmers,
K_{Rh} = Rüstkosten des Herstellers,
K_{Bf} = Bestellkosten des Abnehmers,
K_{Gh} = Gesamtkosten des Herstellers,
K_{Gf} = Gesamtkosten des Abnehmers,
x = Bestellmenge beziehungsweise Produktionslos,
x_h = optimales Produktionslos,
x_f = optimale Bestellmenge.

Definiert man die Parameter

$$\alpha = \frac{r}{k_f}, \qquad \beta = \frac{bp_h l_h}{dpl_f}, \tag{7}$$

so gilt für die optimale Bestellmenge (3) und das optimale Produktionslos (4) folgende Beziehung:

$$x_h = \sqrt{\frac{\alpha}{\beta}} x_f. \tag{8}$$

Der Parameter α beschreibt den Quotienten aus den Rüstkosten des Herstellers und den Bestellkosten des Abnehmers, wenn die Bestellmenge dem Produktionslos gleicht[16]. β gibt unter den gleichen Voraussetzungen das Verhältnis zwischen den Lagerhaltungskosten des Herstellers und des Abnehmers wieder[17]. Während α beliebige positive Werte annehmen kann, schwankt der Parameter β in der Regel zwischen Null und Eins.

Abgesehen von dem Fall $\alpha = \beta$ unterscheidet sich die optimale Bestellmenge x_f von dem kostenminimalen Produktionslos x_h. Da in dem betrachteten Modell die

15 Vgl. hierzu die Analyse von *Banerjee* (1986a), S. 292–311.
16 Es gilt $K_{Rh}(x) / K_{Bf}(x) = \alpha$.
17 Es gilt $K_{Lh}(x) / K_{Lf}(x) = \beta$.

Bestellmenge dem Produktionslos gleichen muß, muß der Hersteller oder der Abnehmer von seiner kostenminimalen Menge abweichen. Dies führt zu einer Kostensteigerung bei mindestens einem von beiden. Es läßt sich zeigen, daß wenn einer von beiden seine optimale Menge realisieren kann, die Kosten des anderen um den Faktor $\frac{1}{2}\left(\sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}+\sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}\right)$ gegenüber den minimalen Kosten ansteigen. *Banerjee* hat den Einfluß der Parameter α und β auf die Kostensteigerung des Herstellers (Abnehmers) untersucht, wenn der Abnehmer (Hersteller) seine Kosten minimiert. Er hat ebenfalls den Einfluß einer individuellen Optimierung auf die Summe der Kosten beider Marktpartner quantifiziert [18].

2.1.2 Gemeinsame Optimierung eines Herstellers und eines Abnehmers

Die Tatsache, daß eine isolierte Optimierung des Herstellers beziehungsweise des Abnehmers zu einem Kostenanstieg bei dem jeweiligen Marktpartner führt, das heißt „auf Kosten" des anderen erfolgt, veranlaßte *Banerjee* [19] dazu, ein Modell zu formulieren, das die Summe der Kosten eines Herstellers und eines Abnehmers minimiert – das JELS-Modell.

Für die Summe der Kosten eines Herstellers und eines Abnehmers gilt:

$$K_G = K_{Gh} + K_{Gf} = \frac{b}{x} r + \frac{x}{2}\frac{b}{d} p_h l_h + \frac{b}{x} k_f + \frac{x}{2} p l_f. \tag{9}$$

Differenziert man die Funktion nach x und setzt die Ableitung gleich Null, so erhält man die optimale Bestellmenge beziehungsweise das optimale Produktionslos

$$x_g = \sqrt{\frac{2b(r + k_f)}{\frac{b}{d} p_h l_h + p l_f}}. \tag{10}$$

Die Gleichung (10) kann man wie folgt umformen [20]:

$$x_g = x_f \sqrt{\frac{1+\alpha}{1+\beta}} = x_h \sqrt{\frac{1+\frac{1}{\alpha}}{1+\frac{1}{\beta}}}. \tag{11}$$

Die Formel zeigt, daß die gemeinsam bestimmte Menge, die die Gesamtkosten des Herstellers und des Abnehmers minimiert, zwischen x_f und x_h liegt und somit als Kompromiß zwischen dem Hersteller und dem Abnehmer zu verstehen ist. Für $\alpha > \beta$ wächst die Bestellmenge gegenüber x_f an, während sie im Vergleich zu x_h kleiner wird. Für $\alpha < \beta$ verhält es sich umgekehrt.

Die *Tabelle 2* zeigt, welche Konsequenzen die Wahl der Bestellmenge beziehungsweise des Produktionsloses x_f, x_h, x_g für die Kosten des Abnehmers K_{Gf}, des Her-

18 Siehe *Banerjee* (1986a), S. 299–301.
19 Siehe *Banerjee* (1986a), S. 299.
20 Siehe die Formeln (3), (4) und (7).

steller K_{Gh} sowie für die Summe der Kosten beider Marktpartner K_G hat. In der Diagonalen werden die minimalen Kosten des Abnehmers, des Herstellers und des Gesamtsystems dargestellt. Innerhalb einer Spalte ist eine Darstellung gewählt worden, die aus einem Faktor und dem jeweiligen Diagonalelement besteht. Sie erleichtert einen Vergleich zwischen den minimalen Kosten aus der Sicht des Abnehmers, des Herstellers beziehungsweise des Gesamtsystems und den Kosten, die die Wahl einer anderen Bestellmenge beziehungsweise eines anderen Produktionsloses nach sich zieht. Der jeweilige Faktor beschreibt nämlich das Verhältnis zwischen diesen Kosten und dem entsprechenden Kostenminimum. Vermindert um eins gibt der Faktor den relativen Anstieg gegenüber den minimalen Kosten an.

Tabelle 2: Kosten in Abhängigkeit von der Optimierungsstrategie[21]

	Kosten des Abnehmers K_{Gf}	Kosten des Herstellers K_{Gh}	Kosten des Systems K_G
x_f	$K_{Gf}(x_f)$	$K_{Gh}(x_f)=\frac{1}{2}\left(\sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}+\sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}\right)K_{Gh}(x_h)$	$K_G(x_f)=\frac{1+\frac{1}{2}(\alpha+\beta)}{\sqrt{(1+\alpha)(1+\beta)}}K_G(x_g)$
x_h	$K_{Gf}(x_h)=\frac{1}{2}\left(\sqrt{\frac{\beta}{\alpha}}+\sqrt{\frac{\alpha}{\beta}}\right)K_{Gf}(x_f)$	$K_{Gh}(x_h)=\sqrt{\alpha\beta}\,K_{Gf}(x_f)$	$K_G(x_h)=\frac{1+\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\alpha}+\frac{1}{\beta}\right)}{\sqrt{\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)\left(1+\frac{1}{\beta}\right)}}K_G(x_g)$
x_g	$K_{Gf}(x_g)=\frac{1+\frac{1}{2}(\alpha+\beta)}{\sqrt{(1+\alpha)(1+\beta)}}K_{Gf}(x_f)$	$K_{Gh}(x_g)=\frac{1+\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\alpha}+\frac{1}{\beta}\right)}{\sqrt{\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)\left(1+\frac{1}{\beta}\right)}}K_{Gh}(x_h)$	$K_G(x_g)=\sqrt{(1+\alpha)(1+\beta)}K_{Gf}(x_f)$ $=\sqrt{\left(1+\frac{1}{\alpha}\right)\left(1+\frac{1}{\beta}\right)}K_{Gh}(x_h)$

2.1.3 Beispiel

Die Konsequenzen einer isolierten beziehungsweise einer gemeinsamen Optimierung für die Kosten der beteiligten Marktpartner lassen sich mit Hilfe eines Beispiels gut veranschaulichen. Im folgenden soll deshalb das von *Banerjee*[22] präsentierte und später in der Literatur immer wieder aufgegriffene Zahlenbeispiel die Analyse ergänzen. Die für die Bestellpolitik relevanten Parameter nehmen dabei die folgenden Werte an:

b = 1 000 ME,	l_h = 0,2,
d = 3 200 ME,	l_f = 0,2,
r = 400 GE,	p_h = 20 GE,
k_f = 100 GE,	p = 25 GE.

Die *Tabelle 3* faßt die Ergebnisse der verschiedenen Strategien zusammen. Neben der absoluten Höhe der Kosten enthält die Tabelle die relativen Kostenzuwächse gegenüber den minimalen Kosten der jeweiligen Spalte.

21 Die Kostendarstellung resultiert aus den Formeln (5), (6), (7), (9) sowie aus

$$\frac{bk_f}{x_f}=\frac{x_f}{2}pl_f=\frac{1}{2}K_{Gf}(x_f) \text{ und } \frac{br}{x_h}=\frac{x_h}{2}\frac{b}{d}p_h l_h=\frac{1}{2}K_{Gh}(x_h).$$

22 Siehe *Banerjee* (1986a), S. 306.

Tabelle 3: Unterschiedliche Optimierungsstrategien und ihre Konsequenzen

	Kosten des Abnehmers $K_{Gf}(x)$	Kosten des Herstellers $K_{Gh}(x)$	Kosten des Systems $K_G(x)$
$x_f = 200$	$K_{Gf}(200) = 1000$	$K_{Gh}(200) = 2125$ (+112,5%)	$K_G(200) = 3125$ (+25%)
$x_h = 800$	$K_{Gf}(800) = 2125$ (+112,5%)	$K_{Gh}(800) = 1000$	$K_G(800) = 3125$ (+25%)
$x_g = 400$	$K_{Gf}(400) = 1250$ (+25%)	$K_{Gh}(400) = 1250$ (+25%)	$K_G(400) = 2500$

Muß der Hersteller seine Produktion an die Bestellmenge des Abnehmers anpassen, so führt das zu einer Kostensteigerung um den Faktor 2,125, das heißt von 1000 GE auf 2125 GE. Die gleiche Steigerung ergibt sich, wenn umgekehrt der Abnehmer seine Bestellmenge an das Produktionslos anpassen muß.

Erfolgt die Optimierung gemeinsam, so betragen die Kosten 2500 GE. Wird statt dessen die für den Abnehmer optimale Bestellmenge von 200 ME realisiert, steigen die Gesamtkosten um 25% auf einen Betrag von 3125 GE. Den gleichen Kostenanstieg verursacht die Wahl der für den Hersteller optimalen Losgröße von 800 ME.

Eine gemeinsame Optimierung erhöht die Kosten des Herstellers beziehungsweise des Abnehmers gegenüber einer individuellen Optimierung jeweils um 25% von 1000 GE auf 1250 GE. Bestimmt dagegen der jeweilige Marktpartner die optimale Bestellmenge beziehungsweise Losgröße, so führt eine gemeinsame Optimierung zu einer Kostensenkung um 41,1% von 2125 GE auf 1250 GE.

2.2 Optimierung unter erweiterten Annahmen im JELS-Modell

Das JELS-Grundmodell zeichnet sich durch eine Reihe vereinfachender Annahmen aus. Sie erleichtern einerseits die Untersuchung, tragen andererseits dazu bei, daß die Realitätsnähe der Modelle abnimmt. Im folgenden wird deshalb auf zwei Modellerweiterungen eingegangen.

Die erste besteht darin, daß der Hersteller die Liefermenge unabhängig vom Produktionslos festlegen kann. Das Modell wird um die Möglichkeit erweitert, das Produktionslos als ein Vielfaches der Liefer- beziehungsweise Bestellmenge zu wählen[23]. Im Grundmodell wird unterstellt, daß eine Bestellung nur beim Abnehmer fixe Bestellkosten verursacht. Es ist aber zu vermuten, daß von jedem Bestellvorgang auch beim Hersteller Kosteneffekte ausgehen. Die zweite Erweiterung besteht darin, daß diese Kosten explizit berücksichtigt werden.

Auf eine ausführliche formale Ableitung der Konsequenzen beider Modellerweiterungen wird hier verzichtet[24]. Statt dessen sollen Ergebnisse formaler Überlegun-

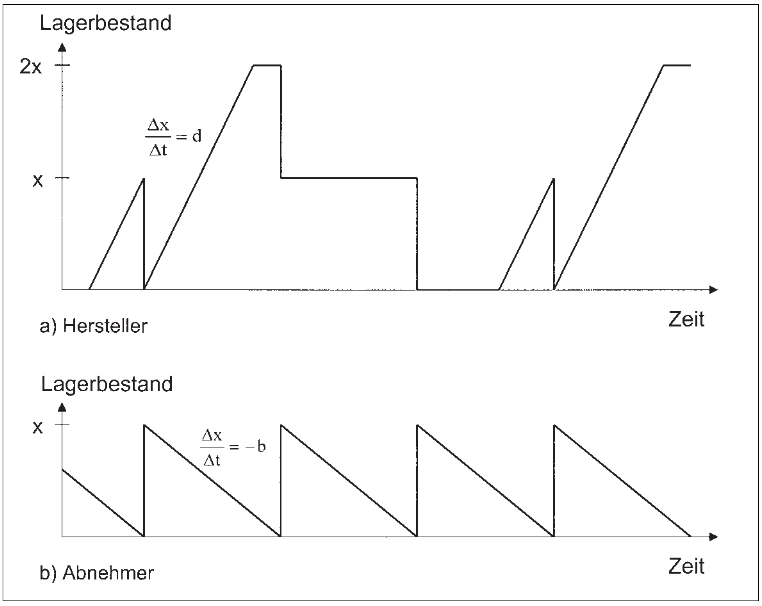
23 Zur Optimalität dieser Strategie siehe *Szendrovits* (1983).

24 Siehe hierzu *Toporowski* (1996), S. 192–203, und die dort zitierte Literatur.

gen kurz dargestellt und interpretiert werden. Sie dienen als Grundlage für die Analyse eines mehrstufigen Systems.

Unterstellt man, daß das Produktionslos ein q-faches der Liefermenge x beträgt, so nehmen die Lagerbestände beim Hersteller und beim Abnehmer die in *Abbildung 2* exemplarisch für q = 3 dargestellten Verläufe an.

Abbildung 2: Warenbestandsverlauf beim Hersteller und beim Abnehmer, wenn die Produktionslosgröße das Dreifache der Liefermenge beträgt



Für den durchschnittlichen Warenbestand beim Hersteller gilt dann[25]

$$\bar{b} = \frac{x}{2}\left[(q-1)-(q-2)\frac{b}{d}\right], \tag{12}$$

so daß seine Lagerkosten die folgende Form haben:

$$K_{Lh} = \frac{x}{2}\left[(q-1)-(q-2)\frac{b}{d}\right]p_h l_h \tag{13}$$

mit

q = ganzzahliges Verhältnis zwischen dem Produktionslos und der Liefermenge des Herstellers.

Zusätzlich zu der Annahme, daß das Produktionslos ein q-faches der Liefermenge x beträgt, wird im folgenden angenommen, daß jede Bestellung beim Hersteller Handlingkosten in Höhe von k_h verursacht. Zu den Rüst- und den Lagerkosten

25 Siehe *Joglekar* (1988), S. 1397–1398.

kommen somit Kosten des Herstellers, die durch Bestellungen des Abnehmers verursacht werden, hinzu. Für sie gilt:

$$K_{Bh} = \frac{b}{x} k_h \tag{14}$$

mit

k_h = Kosten des Herstellers, die von einer einzelnen Bestellung des Abnehmers verursacht werden.

Für die Gesamtkosten des Herstellers folgt daraus[26]:

$$K_{Gh} = K_{Rh} + K_{Bh} + K_{Lh} = \frac{b}{qx} r + \frac{b}{x} k_h + \frac{x}{2}\left[(q-1) - (q-2)\frac{b}{d}\right] p_h l_h . \tag{15}$$

Auf die Kostenfunktion des Abnehmers wirken sich die Modellerweiterungen nicht aus. Sie wird durch die Formel (2) beschrieben.

Ähnlich wie bei der Analyse des einfachen Modells kann man zwischen einer individuellen und einer gemeinsamen Optimierung des Herstellers und des Abnehmers unterscheiden. Optimiert der Abnehmer individuell, so ändert sich sein Verhalten gegenüber dem Grundmodell nicht. Paßt sich der Hersteller an, das heißt, akzeptiert er die Bestellmenge des Abnehmers, so besteht seine Optimierung darin, den kostenminimalen Parameter q in der Kostenfunktion (15) zu bestimmen. Optimiert der Hersteller individuell, so wählt er die Parameter x und q so, daß die Kostenfunktion (15) ihr Minimum annimmt[27].

Die Konsequenzen einer individuellen Optimierung für die Kosten des Marktpartners lassen sich ähnlich wie im Grundmodell quantifizieren, wenn die Parameter in dessen Kostenfunktion eingesetzt werden. Da für das ganzzahlige q jedoch kein geschlossener Ausdruck angegeben werden kann, läßt sich auch der Kostenanstieg formelmäßig nicht exakt erfassen. Hinzu kommt das Problem, daß die individuelle Optimierungsaufgabe des Herstellers meist nicht eindeutig lösbar ist[28].

Optimieren Hersteller und Abnehmer gemeinsam, so ist die Summe der beim Hersteller und beim Abnehmer entstehenden Kosten zu minimieren:

$$K_G = K_{Gh} + K_{Gf} = \frac{b}{qx} r + \frac{b}{x} k_h + \frac{x}{2}\left[(q-1) - (q-2)\frac{b}{d}\right] p_h l_h + \frac{b}{x} k_f + \frac{x}{2} p l_f . \tag{16}$$

Ein Vergleich mit den Kosten einer individuellen Optimierung gibt Auskunft darüber, wie groß das Einsparungspotential ist, das eine gemeinsame Optimierung unter den modifizierten Rahmenbedingungen bietet. Man kann die Wirkung der beiden Modellerweiterungen auch separat untersuchen. Es zeigt sich, daß die Option, das Produktionslos als ein Vielfaches der Liefer- beziehungsweise Bestellmenge festzulegen, dazu führt, daß die Kostenzunahme beim Hersteller aufgrund der individuellen Optimierung des Abnehmers geringer ausfällt als im Grundmodell. Es ist weiter zu beobachten, daß die relative Kostenersparnis durch eine gemeinsame Optimierung im Vergleich zu einer Anpassung des Herstellers an die

26 Vgl. *Joglekar/Tharthare* (1990), S. 495–496.

27 Hierbei sind mehrere Fälle zu unterscheiden, die von der Größe b/d abhängig sind; siehe *Toporowski* (1996), S. 194–195.

28 Siehe *Toporowski* (1996), S. 195.

Optimierung des Abnehmers kleiner ist als in dem Modell, in dem unterstellt wird, daß das Produktionslos und die Liefermenge gleich sind. Die zweite Modellerweiterung, das heißt die Annahme, daß eine Bestellung des Abnehmers beim Hersteller Kosten verursacht, führt dazu, daß sich die Stärke der beiden genannten Effekte abschwächt. Die durch eine individuelle Optimierung des Abnehmers ausgelöste Kostenzunahme beim Hersteller ist gegenüber der Entwicklung im Grundmodell immer noch geringer, wenn auch der Unterschied nicht mehr so groß ausfällt. Die relative Kostenersparnis durch eine gemeinsame Optimierung ist im Vergleich zum Grundmodell ebenfalls weiterhin kleiner, doch auch hier ist der Unterschied nicht mehr so groß.

Man kann erneut das Zahlenbeispiel aus dem Abschnitt 2.1.3 heranziehen, um die Kostenwirkungen abzuschätzen. Vorab muß die Höhe des Parameters k_h festgelegt werden. *Joglekar/Tharthare*[29], die das Zahlenbeispiel von *Banerjee* aufgegriffen haben, wählen

k_h = 100 GE,
r = 300 GE.

Sie zerlegen folglich den Rüstkostensatz in Höhe von 400 GE[30] in zwei Bestandteile.

Bestimmt man die Ergebnisse der verschiedenen Optimierungsvarianten, so erhält man folgendes Bild. Der individuell optimierende Abnehmer wählt die Bestellmenge von 200, der Hersteller, der sein Verhalten anpaßt, wählt q = 2 und damit ein Produktionslos von 400. Die Kosten des Herstellers steigen gegenüber seiner individuellen Optimierung um 65% (im Grundmodell sind es 112,5%, im Modell mit einem Vielfachen als Produktionslos, aber ohne von einer Bestellung ausgehende Kosteneffekte beim Hersteller sind es 34,2%). Die Summe der Kosten von Hersteller und Abnehmer steigen gegenüber einer gemeinsame Optimierung, bei der x = 400 und q = 1 kostenminimal sind, um 6% (im Grundmodell sind es 25%, im Modell mit einem Vielfachen als Produktionslos, aber ohne von einer Bestellung ausgehende Kosteneffekte beim Hersteller sind es 0,8%)[31]. Während durch die erste Modellerweiterung das Ausmaß, in dem eine gemeinsame Optimierung vorteilhaft ist, verringert wird, gewinnt die gemeinsame Optimierung an Bedeutung, wenn jeder Bestellvorgang beim Hersteller Handlingkosten verursacht.

3 System mit mehreren Abnehmern

Die bisherige Analyse beschränkt sich auf ein System mit einem Hersteller und einem Abnehmer. Im Regelfall beliefert aber ein Hersteller mehrere Abnehmer. Im folgenden wird deshalb untersucht, wie sich eine gemeinsame Optimierung auf die Kosten in einem System mit mehreren Abnehmern auswirkt. Da Waren in der Praxis sowohl direkt als auch über eine Zwischenstufe an Einzelhändler distribuiert werden, soll sich die Analyse im Abschnitt 3.1 auf ein System ohne, im Abschnitt 3.2 auf ein System mit Intermediär erstrecken. Neben dem Vergleich zwischen einer isolierten und einer gemeinsamen Optimierung in jedem der beiden Systeme soll im Abschnitt 3.3 ein Vergleich zwischen den Kosten beider

29 Siehe *Joglekar/Tharthare* (1990), S. 492–506.
30 Siehe *Banerjee* (1986a), S. 306.
31 Zu einer vollständigen Darstellung der Ergebnisse siehe *Toporowski* (1996), S. 200.

Systeme vorgenommen werden. Um die modelltheoretische Untersuchung zu vereinfachen, wird stets ein System mit n identischen wirtschaftlich unabhängigen Abnehmern betrachtet.

3.1 Direkte Distribution

Die Kostenfunktion (15) beschreibt sowohl den Fall eines einzigen Abnehmers, an den jeweils die Menge x geliefert wird, als auch die Situation, in der nacheinander in gleichem Zeitabstand mehrere identische Abnehmer beliefert werden. Die Kostenfunktion des Herstellers behält folglich die gleiche Form wie im Modell mit einem Abnehmer. Das gleiche gilt für die Kostenfunktion eines Abnehmers, die durch die Formel (1) beschrieben wird. Bei den beiden Kostenfunktionen muß man jedoch zwischen der Gesamtnachfrage beim Hersteller und bei einem einzelnen Abnehmer differenzieren. Unterstellt man n identische Abnehmer, so besteht zwischen ihnen der folgende Zusammenhang:

$b_h = nb_f$

mit

b_h = Gesamtnachfrage beim Hersteller,
b_f = Gesamtnachfrage eines Abnehmers,
n = Zahl der Abnehmer.

Optimiert ein einzelner Abnehmer seine Bestellpolitik, ohne die davon ausgehende Wirkung auf die Kosten des Herstellers zu berücksichtigen, so wählt er die Bestellmenge nach der klassischen Bestellmengenformel

$$x = \sqrt{\frac{2b_h k_f}{npl_f}}. \tag{17}$$

Der Hersteller paßt sich an die Bestellpolitik der Abnehmer an, indem er die für ihn optimale Produktionsmenge qx wählt. Das optimale q erhält man, wenn man die Bestellmenge x in die Kostenfunktion des Herstellers (15) einsetzt und die Ableitung der Kostenfunktion nach q gleich Null setzt. Es gilt:

$$q = \sqrt{\frac{nrpl_f}{k_f p_h l_h \left(1 - \frac{b_h}{d}\right)}}. \tag{18}$$

Da hierbei die Ganzzahligkeitsrestriktion für q unberücksichtigt bleibt, handelt es sich um einen Näherungswert.

Werden statt einer isolierten Optimierung die Gesamtkosten der n identischen Abnehmer und die Gesamtkosten des Herstellers gemeinsam optimiert, so ist die folgende Kostenfunktion zu minimieren:

$$K_G = K_{Gh} + nK_{Gf} = \frac{b_h}{qx}r + \frac{b_h}{x}k_h + \frac{x}{2}\left[(q-1) - (q-2)\frac{b_h}{d}\right]p_h l_h + \frac{nb_f}{x}k_f + \frac{nx}{2}pl_f. \tag{19}$$

Differenziert man KG nach x beziehungsweise q und setzt die Ableitungen gleich Null, so erhält man:

$$x = \sqrt{\frac{2b_h(k_h + k_f)}{npl_f + \left(\frac{2b_h}{d} - 1\right)p_h l_h}}, \tag{20}$$

$$q = \sqrt{\frac{nrpl_f + rp_h l_h\left(\frac{2b_h}{d} - 1\right)}{p_h l_h (k_h + k_f)\left(1 - \frac{b_h}{d}\right)}}. \tag{21}$$

Die Lösung für q ist in der Regel nicht ganzzahlig und dient deshalb nur als Näherung. Die exakte Lösung muß numerisch bestimmt werden. Für eine theoretische Analyse sind die Formeln jedoch nützlich. So verdeutlicht ein Vergleich zwischen den Formeln (17) und (20), wie sich die optimale Bestellmenge verändert, wenn Hersteller und Abnehmer gemeinsam optimieren. Man kann zwei Fälle unterscheiden.

1) Gilt $b_h < d/2$, so verringert sich gegenüber der Formel (17) der Nenner. Da der Zähler gleichzeitig zunimmt, steigt die Bestellmenge an.
2) Gilt $b_h > d/2$, so nehmen sowohl der Zähler als auch der Nenner zu. Die Wirkung auf die Bestellmenge läßt sich dann nicht generell abschätzen.

Der Einfluß des zweiten Summanden im Nenner wird mit einer wachsenden Anzahl von Abnehmern n immer geringer. Die Erhöhung des Zählers hängt dagegen alleine von dem Kostenkoeffizienten k_h ab – je höher sein Wert, desto stärker erhöht sich der Zähler. Tendenziell verändert die gemeinsame Optimierung die Bestellmenge um so stärker, je kleiner die Zahl der Abnehmer ist und je größer der Kostensatz k_h ausfällt und dies vor allem dann, wenn für den Bedarf $b_h > d/2$ gilt.

Für das Produktionslos qx gilt sowohl bei der Anpassung des Herstellers als auch bei der gemeinsamen Optimierung:

$$qx = \sqrt{\frac{2b_h r}{p_h l_h\left(1 - \frac{b_h}{d}\right)}}.$$

Der Hersteller wählt folglich in beiden Fällen das gleiche von der Zahl der Abnehmer unabhängige Produktionslos. Da seine Kostenfunktion nicht nur von qx, sondern auch von x abhängig ist, ändern sich jedoch seine Kosten.

Greift man erneut das Zahlenbeispiel aus dem Abschnitt 2.1.3 auf, unterstellt jedoch, daß die Gesamtnachfrage b_h 10 000 ME und die Produktionsrate d 32 000 ME betragen, so erhält man die in *Tabelle 4* und *Tabelle 5* abgebildeten Ergebnisse. Die Zahl der Abnehmer wird zwischen 1 und 100 variiert, so daß die Gesamtnachfrage eines Abnehmers zwischen 10 000 und 100 ME liegt.

Die Zahlen in *Tabelle 4* sind das Ergebnis einer Optimierung, bei der jeder einzelne Abnehmer seine Bestellpolitik unabhängig vom Hersteller bestimmt und der Hersteller die Größe seines Produktionsloses nur über den Parameter q optimiert. *Tabelle 5* beschreibt die gemeinsame Minimierung der Gesamtkosten des Herstellers und aller Abnehmer. Vergleicht man die Ergebnisse, so stellt man fest, daß mit einer wachsenden Zahl von Abnehmern die *absolute* Gesamtkostenreduktion, die eine gemeinsame Optimierung nach sich zieht, größer wird.

Tabelle 4: Ergebnisse einer isolierten Optimierung in Abhängigkeit von der Zahl der Abnehmer

		Näherungswerte			Ganzzahlige Lösung					
n	b_h/n	x	q	K_G	x	q	qx	nK_{Gf}	K_{Gh}	K_G
1	10000,0	632,5	2,34	8331,09	632,5	2	1264,9	3162,28	5217,76	8380,04
2	5000,0	447,2	3,30	10434,81	447,2	3	1341,6	4472,14	5981,48	10453,62
3	3333,3	365,1	4,05	12004,00	365,1	4	1460,6	5477,23	6527,03	12004,25
5	2000,0	282,8	5,22	14456,49	282,8	5	1414,2	7071,07	7389,27	14460,33
10	1000,0	200,0	7,39	18912,02	200,0	7	1400,0	10000,00	8917,86	18917,86
20	500,0	141,4	10,44	25169,16	141,4	10	1414,2	14142,14	11030,87	25173,00
30	333,3	115,5	12,79	29956,18	115,5	13	1501,1	17320,51	12636,20	29956,71
50	200,0	89,4	16,51	37535,96	89,4	17	1520,5	22360,68	15176,98	37537,66
70	142,9	75,6	19,54	43691,59	75,6	20	1511,9	26457,51	17235,18	43692,69
100	100,0	63,2	23,35	51448,75	63,2	23	1454,6	31622,78	19826,45	51449,23

Tabelle 5: Ergebnisse einer gemeinsamen Optimierung in Abhängigkeit von der Zahl der Abnehmer

		Näherungswerte			Ganzzahlige Lösung					
n	b_h/n	x	q	K_G	x	q	qx	nK_{Gf}	K_{Gh}	K_G
1	10000,0	1069,0	1,38	7803,68	1264,9	1	1264,9	3952,85	3952,85	7905,69
2	5000,0	686,0	2,15	9892,97	707,1	2	1414,2	4949,75	4949,74	9899,49
3	3333,3	544,3	2,71	11410,49	525,2	3	1575,7	5843,14	5580,52	11423,66
5	2000,0	412,6	3,58	13757,38	399,3	4	1597,1	7495,48	6279,50	13774,98
10	1000,0	287,2	5,14	17990,41	289,0	5	1445,1	10685,50	7306,16	17991,66
20	500,0	201,5	7,33	23911,45	203,1	7	1421,7	15078,68	8836,34	23915,03
30	333,3	164,1	9,00	28434,13	164,1	9	1477,1	18402,18	10031,96	28434,13
50	200,0	126,9	11,64	35589,78	126,4	12	1517,2	23713,57	11877,86	35591,43
70	142,9	107,1	13,79	41398,33	107,0	14	1497,6	28068,48	13330,28	41398,76
100	100,0	89,6	16,49	48716,25	89,8	16	1436,8	33586,19	15131,75	48717,94

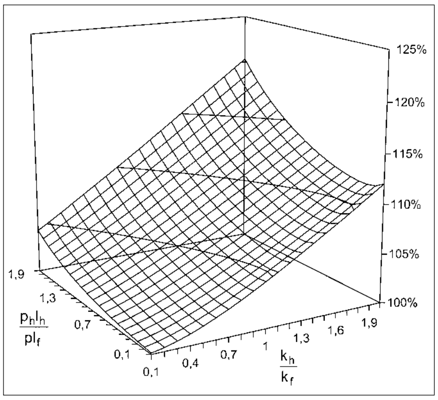
Während die gemeinsam bestimmte kostenminimale Bestellmenge stets größer ist als die vom Abnehmer individuell optimierte Menge, nimmt das Produktionslos teils kleinere, teils größere Werte an, die sich nur geringfügig voneinander unterscheiden. Die *relative* Kostenreduktion nimmt tendenziell leicht ab, wenn sich die Zahl der Abnehmer erhöht. Sie liegt zwischen 4,7% und 5,7%. Betrachtet man die individuellen Konsequenzen der gemeinsamen Optimierung, so stellt man fest, daß bei der gewählten Ausgangssituation der Hersteller der alleinige Nutznießer dieser Vorgehensweise ist. Die Kosten des Abnehmers steigen an, so daß er kein Interesse an einer gemeinsamen Kostenminimierung haben dürfte. Um ihn zu einer Änderung seiner Bestellpolitik zu bewegen, sind entsprechende Kompensationsmaßnahmen erforderlich.

Ein Vergleich zwischen den Näherungswerten, die unter Vernachlässigung der Ganzzahligkeitsbedingung für q berechnet worden sind, und der ganzzahligen Lösung zeigt, daß die Unterschiede gering ausfallen. Abgesehen vom Modell mit einem einzigen Abnehmer liegt der Kostenunterschied in einer Größenordnung von maximal 0,1%. Das bedeutet, daß die Näherungsformeln für analytische Zwecke hinreichend genaue Ergebnisse liefern.

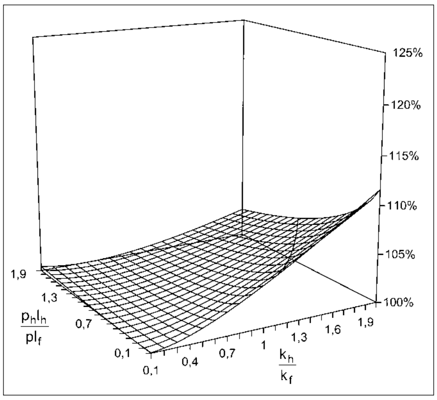
Unter den strengen Bedingungen des einfachen Modells gelang es *Banerjee,* den Anstieg der Gesamtkosten, wenn statt einer gemeinsamen Optimierung individuell optimiert wird, in Abhängigkeit von zwei Parametern zu beschreiben. Werden die Bedingungen gelockert, so läßt sich die Abhängigkeit nicht in einen einfachen funktionalen Zusammenhang bringen. Die Analyse der Formeln macht allerdings deutlich, daß der Kostenanstieg vor allem vom Verhältnis der Bestellkostensätze k_h und k_f, vom Verhältnis der mit den Preisen p_h und p gewichteten Lagerkostensätze l_h und l_f, von der Zahl der Abnehmer n und vom Verhältnis der Bedarfs- und Produktionsrate b_h und d abhängt. Dies verdeutlicht auch die *Abbildung 3*, die den Einfluß beispielhaft, das heißt für bestimmte Werte der Parameter, veranschaulicht.

Abbildung 3: Relativer Anstieg der Gesamtkosten bei einer individuellen Optimierung

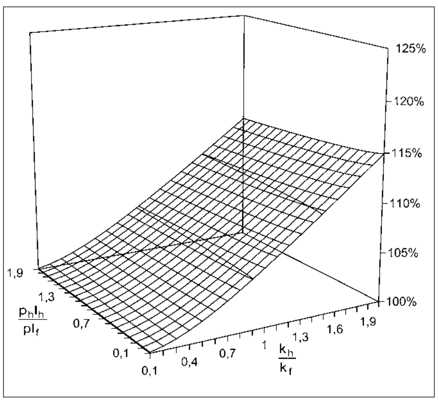
a) $b_h/d < 0{,}5$; n = 1



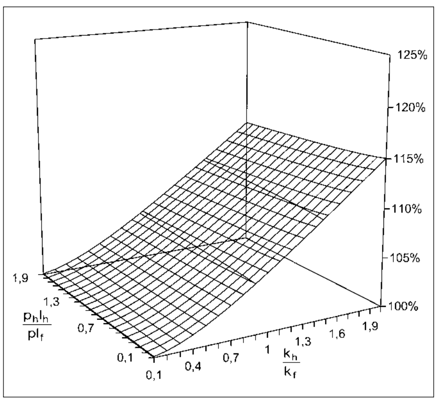
b) $b_h/d > 0{,}5$; n = 1



c) $b_h/d < 0{,}5$; n = 100



d) $b_h/d > 0{,}5$; n = 100



Die Verläufe der Kostenfunktionen hängen zusätzlich von der Wahl der übrigen Parameter ab. Diese beeinflussen, wie Simulationen zeigen, das Niveau des Kostenanstiegs, seine Form bleibt jedoch weitgehend gleich. Es wird deutlich, daß je höher der Bestellkostensatz des Herstellers im Verhältnis zu dem eines Abnehmers ist, um so mehr erhöhen sich die Kosten, wenn Hersteller und Abnehmer ihre Bestellpolitik nicht abstimmen. Der Einfluß der Lagerkostensätze hängt offensichtlich von der Zahl der Abnehmer ab und ist, wie die *Abbildungen 3c)* und *3d)* zeigen, bei einer großen Zahl von Abnehmern nur schwach ausgeprägt. Bei einer kleinen Zahl von Abnehmern beeinflußt das Verhältnis zwischen der Bedarfs- und der Produktionsrate die Wirkung auf den Kostenanstieg. Während für $b_h/d < 0{,}5$ mit einem Anstieg des Lagerkostensatzes des Herstellers auch der Kostenanstieg aufgrund einer isolierten Optimierung größer wird, kehrt sich für $b_h/d > 0{,}5$ und einen wachsenden Bestellkostensatz des Herstellers das Verhältnis um.

3.2 Einschaltung eines Intermediärs

Die Einschaltung einer zusätzlichen Institution in die Distribution kann unterschiedliche Gründe haben. Einerseits können Umsatzwirkungen vermutet werden, andererseits sind Kostenersparnisse denkbar. Beschränkt man die Analyse auf die Bestellpolitik, die sich am Minimum der Lager- und Bestellkosten ausrichtet, so kann die Inanspruchnahme eines Intermediärs nur dann sinnvoll sein, wenn er in der Lage ist, die Summe dieser Kosten im Vergleich zu einem System ohne Intermediär zu reduzieren. Die folgenden Überlegungen gehen zum einen darauf ein, unter welchen Bedingungen die *Einschaltung* eines Intermediärs Kostenersparnisse bewirken kann. Zum anderen ist in einem System mit Intermediär die Frage zu beantworten, wie stark die Gesamtkosten davon abhängig sind, ob die beteiligten Wirtschaftssubjekte (Hersteller, Intermediär und Abnehmer) *isoliert oder gemeinsam* ihre Bestellpolitik optimieren.

Um die Fragen zu klären, wird zuerst im Abschnitt 3.2.1 die Kostenfunktion eines Systems mit einem Intermediär vorgestellt. Anschließend werden im Abschnitt 3.2.2 eine isolierte und eine gemeinsame Optimierung sowie ihre Wirkungen auf die Kosten eines solchen Systems gegenübergestellt. Schließlich dient der Abschnitt 3.3 dem Vergleich eines Systems mit und ohne Intermediär.

3.2.1 Kostenfunktion in einem Modell mit einem Intermediär

Die Einschaltung einer zusätzlichen Institution, die an der physischen Distribution beteiligt ist, verändert das Bestellsystem wie folgt. Der Abnehmer, der bisher direkt beim Hersteller seine Ware bezog, bestellt nun beim Intermediär, der seinerseits vom Hersteller beliefert wird. Die Bestellentscheidungen des Abnehmers und die Produktionsentscheidungen des Herstellers werden somit stärker entkoppelt. Für die Modellierung der Bestellpolitik bedeutet das folgendes. Während bei einer direkten Lieferung ein ganzzahliges Verhältnis (Parameter q) zwischen dem Produktionslos und der Bestellmenge unterstellt wurde, kann nun angenommen werden, daß der Intermediär ein m-faches der Bestellmenge x des Abnehmers beim Hersteller bestellt und dieser das q-fache dieser Menge, das heißt qmx, als Produktionslos wählt. Es wird angenommen, daß sowohl beim Hersteller als auch beim Intermediär jede Bestellung der nachgeordneten Stufe fixe Kosten verursacht.

Modelliert man die Kosten in einem solchen System, so erhält man:

$$K_{Gf} = \frac{b_f}{x} k_f + \frac{x}{2} pl_f, \tag{22}$$

$$K_{Gi} = \frac{b_h}{mx} k_i + (m-1)\frac{x}{2} p_i l_i + \frac{b_h}{x} k_{if}, \tag{23}$$

$$K_{Gh} = \frac{b_h}{qmx} r + \frac{b_h}{mx} k_h + \frac{mx}{2}\left[(q-1)-(q-2)\frac{b_h}{d}\right] p_h l_h \tag{24}$$

mit

K_{Gi} = Gesamtkosten des Intermediärs,
k_i = Bestellkostensatz des Intermediärs,
k_{if} = Kosten einer Bestellung, die beim Intermediär anfallen,
l_i = Lagerhaltungskostensatz des Intermediärs,
p_i = Stückpreis beim Intermediär,
m = Verhältnis zwischen der Bestellmenge eines Abnehmers und der Bestellmenge des Intermediärs,
q = Verhältnis zwischen dem Produktionslos des Herstellers und der Bestellmenge des Intermediärs.

Für die Gesamtkostenfunktion gilt dann:

$$\begin{aligned} K_G = K_{Gh} + K_{Gi} + nK_{Gf} \quad &= \frac{b_h}{qmx} r + \frac{b_h}{mx} k_h + \frac{mx}{2}\left[(q-1)-(q-2)\frac{b_h}{d}\right] p_h l_h \\ &+ \frac{b_h}{mx} k_i + (m-1)\frac{x}{2} p_i l_i + \frac{b_h}{x} k_{if} + \frac{nb_f}{x} k_f + \frac{nx}{2} pl_f. \end{aligned} \tag{25}$$

3.2.2 Isolierte versus gemeinsame Optimierung

Im Rahmen des Modells mit einem Intermediär gibt es, wie in den bisher betrachteten Modellen, unterschiedliche Szenarien, unter denen die Kosten der Bestellpolitik optimiert werden können:

- Die Abnehmer bestimmen ihre Bestellpolitik autonom. Der Intermediär minimiert unter dieser Restriktion die Kosten seiner eigenen Bestellpolitik. Der Produzent optimiert bei einem gegebenen Verhalten des Intermediärs und der Abnehmer seine Produktionspolitik.
- Die Abnehmer bestimmen ihre Bestellpolitik autonom. Der Hersteller und der Intermediär optimieren unter dieser Restriktion ihre Produktions- beziehungsweise Bestellpolitik gemeinsam.
- Die Abnehmer, der Hersteller und der Intermediär optimieren gemeinsam, das heißt, die gesamten Kosten aller beteiligten Wirtschaftssubjekte werden simultan in die Kostenminimierung einbezogen.

Im folgenden sollen diese Alternativen miteinander verglichen werden.

a) Abnehmer optimieren isoliert, Hersteller und Intermediär passen sich sukzessive an

Optimieren die Abnehmer ihre Bestellpolitik unabhängig von der davon ausgehenden Wirkung auf das Gesamtsystem, so bildet die Bestellmenge

$$x = \sqrt{\frac{2b_h k_f}{npl_f}}, \tag{26}$$

die nach der klassischen Bestellmengenformel bestimmt wird, für die übrigen Wirtschaftssubjekte eine Restriktion, unter der sie ihre Bestellpolitik optimieren können. Setzt man sie in die Kostenfunktion des Intermediärs (23) ein und vernachlässigt die Ganzzahligkeitsbedingung, so liefert das Nullsetzen der Ableitung nach m:

$$m = \sqrt{\frac{npl_f k_i}{k_f p_i l_i}}. \tag{27}$$

Für die Bestellmenge des Intermediärs mx folgt daraus:

$$mx = \sqrt{\frac{2b_h k_i}{p_i l_i}}. \tag{28}$$

Die Formel erinnert an die klassische Bestellmengenformel, was dadurch zu erklären ist, daß der von m abhängige Teil der Kostenfunktion des Indermediärs die Form $\frac{b_h}{mx}k_i + \frac{mx}{2}p_i l_i$ besitzt.

Minimiert der Hersteller bei gegebenen Parametern x und m seine Kostenfunktion (24), so folgt aus dem Nullsetzen der Ableitung nach q:

$$q = \sqrt{\frac{rp_i l_i}{k_i p_h l_h \left(1 - \frac{b_h}{d}\right)}}. \tag{29}$$

Für das optimale Produktionslos qmx ergibt sich daraus:

$$qmx = \sqrt{\frac{2rb_h}{p_h l_h \left(1 - \frac{b_h}{d}\right)}}. \tag{30}$$

Wegen der Ganzzahligkeit handelt es sich bei den Darstellungsformen (27) bis (30) um Näherungen der beiden Parameter m und q, die allerdings für die Analyse und den Vergleich mit den Ergebnissen anderer Modelle hilfreich sind. Für die tatsächlichen Parameter läßt sich kein geschlossener Ausdruck angeben, sie lassen sich jedoch numerisch leicht bestimmen.

b) Abnehmer optimieren isoliert, Hersteller und Intermediär passen sich gemeinsam an

Setzt man die optimale Bestellmenge (26), die aus der isolierten Kostenminimierung resultiert, in die Kostenfunktion (25) ein und vernachlässigt die Ganzzahligkeitsbedingung, so liefern die Ableitungen nach q und m ein Gleichungssystem, aus dem die optimalen Parameter bestimmt werden können. Es gilt:

$$m = \sqrt{\frac{npl_f(k_h + k_i)}{k_f\left[p_i l_i + p_h l_h\left(\frac{2b_h}{d} - 1\right)\right]}}, \tag{31}$$

$$q = \sqrt{\frac{rp_i l_i + rp_h l_h\left(\frac{2b_h}{d} - 1\right)}{(k_h + k_i)p_h l_h\left(1 - \frac{b_h}{d}\right)}}. \tag{32}$$

Für die Bestellmenge des Intermediärs beziehungsweise das Produktionslos des Herstellers gilt dann:

$$mx = \sqrt{\frac{2b_h(k_h + k_i)}{p_i l_i + p_h l_h\left(\frac{2b_h}{d} - 1\right)}}, \tag{33}$$

$$qmx = \sqrt{\frac{2rb_h}{p_h l_h\left(1 - \frac{b_h}{d}\right)}}. \tag{34}$$

Ein Vergleich mit den Formeln (28) und (30) zeigt, daß sich die Bestellmenge des Intermediärs im Regelfall ändert, das Produktionslos des Herstellers dagegen unverändert bleibt. Da seine Kostenfunktion nicht nur von dem Produktionslos, sondern ebenso von mx abhängig ist, ändern sich dennoch seine Kosten.

c) Hersteller, Intermediär und Abnehmer optimieren gemeinsam

Unterstellt man, daß die beteiligten Wirtschaftssubjekte gemeinsam optimieren, so ist das Gleichungssystem, das aus den Ableitungen der Kostenfunktion (25) nach den Parametern x, q und m resultiert, zu lösen. Vernachlässigt man erneut die Ganzzahligkeit von q und m, so erhält man:

$$x = \sqrt{\frac{2b_h(k_f + k_{if})}{npl_f - p_i l_i}}, \tag{35}$$

$$m = \sqrt{\frac{(npl_f - p_i l_i)(k_h + k_i)}{(k_f + k_{if})\left[p_i l_i + p_h l_h\left(\frac{2b_h}{d} - 1\right)\right]}}, \tag{36}$$

$$q = \sqrt{\frac{rp_i l_i + rp_h l_h\left(\frac{2b_h}{d} - 1\right)}{(k_h + k_i)p_h l_h\left(1 - \frac{b_h}{d}\right)}}. \tag{37}$$

Ein Vergleich mit den Parametern in den Fällen a) und b) zeigt, daß die Bestellmenge x größer wird, was zu einer Erhöhung der Kosten bei den Abnehmern führt. Gleichzeitig verringert sich gegenüber b) der Parameter m. Für die Bestellmenge des Intermediärs mx gilt:

$$mx = \sqrt{\frac{2b_h(k_h + k_i)}{p_i l_i + p_h l_h \left(\frac{2b_h}{d} - 1\right)}}. \tag{38}$$

Sie bleibt also gegenüber dem Fall b) gleich, das heißt beide Effekte heben sich gegenseitig auf. Der Parameter q ist in den Fällen b) und c) identisch und damit auch die Produktionsmenge

$$qmx = \sqrt{\frac{2rb_h}{p_h l_h \left(1 - \frac{b_h}{d}\right)}}. \tag{39}$$

Alle Ergebnisse vernachlässigen die Ganzzahligkeitsrestriktion und sind deshalb nur Näherungen. Um die Wirkung der unterschiedlichen Optimierungsstrategien zu veranschaulichen, werden die Zahlen des Beispiels 2.1.3 herangezogen. Zusätzlich werden die Kostenparameter des Intermediärs wie folgt gewählt:

p_i = 20 GE,
k_i = 75 GE,
k_{if} = 25 GE,
l_i = 0,2.

Die *Tabellen 6, 7* und *8* zeigen die Ergebnisse der unterschiedlichen Strategien für eine variierende Zahl von Abnehmern. Die Ergebnisse sind unter Berücksichtigung der Ganzzahligkeitsrestriktion für m und x berechnet worden.

Tabelle 6: Abnehmer optimieren isoliert, Hersteller und Intermediär passen sich sukzessive an

n	b_h/n	x	m	mx	q	qmx	nK_{Gf}	K_{Gi}	K_{Gh}	K_G
1	10000,0	632,5	1	632,5	2	1264,9	3162,28	1581,14	5217,76	9961,17
2	5000,0	447,2	1	447,2	3	1341,6	4472,14	2236,07	5981,48	12689,69
3	3333,3	460,3	1	460,3	3	1380,8	5624,63	2172,69	5898,76	13696,08
5	2000,0	282,8	2	565,7	3	1697,1	7071,07	2775,39	5444,72	15291,18
10	1000,0	200,0	3	600,0	3	1800,0	10000,00	3300,00	5358,33	18658,33
20	500,0	170,5	4	681,8	2	1363,7	14389,44	3589,37	5030,27	23009,07
30	333,3	115,5	5	577,4	3	1732,1	17320,51	4387,86	5412,66	27121,03
50	200,0	89,4	7	626,1	2	1252,2	22360,68	5066,29	5245,18	32672,15
70	142,9	75,6	8	604,7	2	1209,5	26457,51	5605,69	5343,47	37406,67
100	100,0	63,2	10	632,5	2	1264,9	31622,78	6277,12	5217,76	43117,66

Daß die Näherungsformeln, die die Ganzzahligkeitsnebenbedingung für m und q vernachlässigen, relativ genaue Ergebnisse liefern, zeigt exemplarisch ein Vergleich der exakten Lösungen mit Zahlen, die eine gemeinsame Optimierung unter Vernachlässigung der Ganzzahligkeit liefert.

Tabelle 7: Abnehmer optimieren isoliert, Hersteller und Intermediär passen sich gemeinsam an

n	b_h/n	x	m	mx	q	qmx	nK_{Gf}	K_{Gi}	K_{Gh}	K_G
1	10000,0	632,5	2	1264,9	1	1264,9	3162,28	2253,12	3952,85	9368,25
2	5000,0	447,2	3	1341,6	1	1341,6	4472,14	2906,89	3819,95	11198,97
3	3333,3	365,1	4	1460,6	1	1460,6	5477,23	3389,03	3651,48	12517,74
5	2000,0	282,8	5	1414,2	1	1414,2	7071,07	3676,96	3712,31	14460,33
10	1000,0	200,0	7	1400,0	1	1400,0	10000,00	4185,71	3732,14	17917,86
20	500,0	141,4	10	1414,2	1	1414,2	14142,14	4843,68	3712,31	22698,13
30	333,3	115,5	12	1385,6	1	1385,6	17320,51	5246,67	3752,78	26319,96
50	200,0	89,4	15	1341,6	1	1341,6	22360,68	5858,50	3819,95	32039,13
70	142,9	75,6	18	1360,7	1	1360,7	26457,51	6428,55	3790,14	36676,20
100	100,0	63,2	21	1328,2	1	1328,2	31622,78	7047,36	3841,79	42511,93

Tabelle 8: Hersteller, Intermediär und Abnehmer optimieren gemeinsam

n	b_h/n	x	m	mx	q	qmx	nK_{Gf}	K_{Gi}	K_{Gh}	K_G
1	10000,0	1385,6	1	1385,6	1	1385,6	4185,79	721,69	3752,78	8660,25
2	5000,0	662,9	2	1325,7	1	1325,7	4822,94	2268,61	3845,78	10937,32
3	3333,3	460,3	3	1380,8	1	1380,8	5624,63	2927,38	3759,91	12311,92
5	2000,0	340,7	4	1362,8	1	1362,8	7193,85	3328,30	3786,93	14309,09
10	1000,0	229,5	6	1377,2	1	1377,2	10095,03	3929,10	3765,14	17789,28
20	500,0	163,5	8	1307,7	1	1307,7	14290,78	4391,41	3876,08	22558,26
30	333,3	131,8	10	1318,3	1	1318,3	17472,86	4838,23	3858,07	26169,16
50	200,0	101,4	13	1318,1	1	1318,1	22536,79	5468,07	3858,43	31863,29
70	142,9	84,8	16	1357,2	1	1357,2	26633,24	6044,64	3795,57	36473,45
100	100,0	71,0	19	1348,3	1	1348,3	31832,57	6633,90	3809,41	42275,88

Tabelle 9: Gemeinsame Optimierung unter Vernachlässigung der Ganzzahligkeitsbedingungen

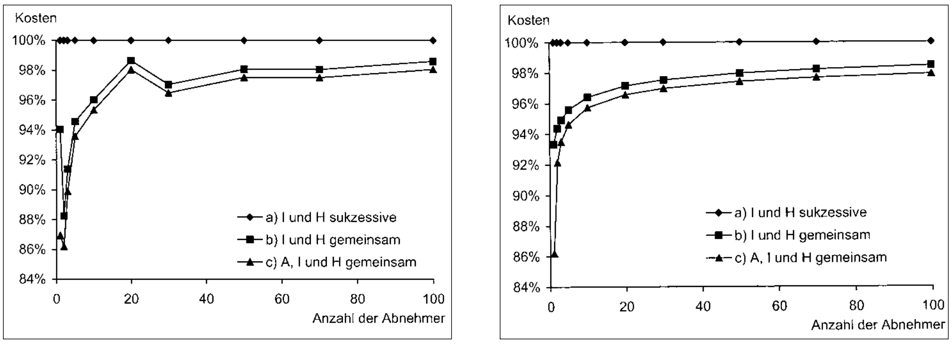
n	b_h/n	x	m	mx	q	qmx	nK_{Gf}	K_{Gi}	K_{Gh}	K_G
1	10000,0	1581,14	0,75	1183,22	1,25	1477,10	4585,30	-3,87	4019,76	8601,20
2	5000,0	645,50	1,83	1183,22	1,25	1477,10	4776,68	2096,60	4019,76	10893,04
3	3333,3	476,73	2,48	1183,22	1,25	1477,10	5673,10	2571,24	4019,76	12264,10
5	2000,0	345,03	3,43	1183,22	1,25	1477,10	7211,19	3034,80	4019,76	14265,75
10	1000,0	233,13	5,08	1183,22	1,25	1477,10	10117,68	3606,43	4019,76	17743,86
20	500,0	161,37	7,33	1183,22	1,25	1477,10	14265,49	4226,74	4019,76	22511,99
30	333,3	130,86	9,04	1183,22	1,25	1477,10	17456,19	4649,08	4019,76	26125,03
50	200,0	100,81	11,74	1183,22	1,25	1477,10	22520,89	5278,60	4019,76	31819,25
70	142,9	85,00	13,92	1183,22	1,25	1477,10	26639,80	5771,38	4019,76	36430,94
100	100,0	71,00	16,67	1183,22	1,25	1477,10	31834,26	6379,67	4019,76	42233,69

Ein Vergleich zwischen den *Tabellen 8* und *9* zeigt, daß sich die Gesamtkosten bei beiden Berechnungsformen um weniger als 0,7% unterscheiden. Mit einer wachsenden Zahl von Abnehmern wird der relative Unterschied immer geringer.

Die *Abbildung 4* zeigt, wie sich die unterschiedlichen Formen der Optimierung auf die Gesamtkosten auswirken. Veranschaulicht wird die relative Höhe der Gesamtkosten der jeweiligen Strategie gegenüber den Gesamtkosten bei einer sukzessiven Anpassung des Intermediärs und des Herstellers. Der linke Teil der Abbildung zeigt die exakte Kostenentwicklung, der rechte Teil die Näherung, die unter Vernachlässigung der Ganzzahligkeit ermittelt wurde. Ein Vergleich zeigt, daß insbesondere bei einer größeren Zahl von Abnehmern die Näherung zufriedenstellende Ergebnisse liefert. Die relative Kostenreduktion verringert sich mit einer wachsenden Zahl von Abnehmern. Beschränkt man die Betrachtung auf Systeme mit mehr als zehn Abnehmern, so reduziert eine gemeinsame Anpassung des Intermediärs und des Herstellers die Kosten um 1,4% – 4,0%. Eine gemeinsame Optimierung aller beteiligten Subjekte kann die Gesamtkosten zusätzlich um 0,6% – 0,7% verringern. Es zeigt sich, daß im Vergleich zu einer gemeinsamen Vorgehensweise von Intermediär und Hersteller eine gemeinsame Optimierung aller Wirtschaftssubjekte, das heißt die Einbeziehung der Abnehmer in die Optimierung, die Gesamtkosten nur geringfügig reduziert.

Abbildung 4: Einfluß der Optimierungsstrategie auf die Kosten

a) ganzzahlige Lösungen *b) nicht ganzzahlige Lösungen*

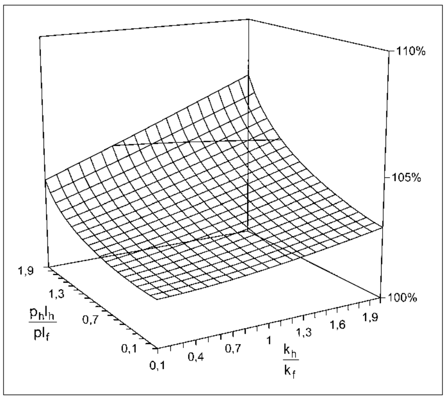


Die Tatsache, daß die Vernachlässigung der Ganzzahligkeitsrestriktionen die Analyse der Kostenentwicklung nicht übermäßig stark beeinträchtigt, wird zum Anlaß genommen, im weiteren die Ganzzahligkeit außer acht zu lassen und so die Untersuchungen zu vereinfachen. So zeigt die *Abbildung 5* den Anstieg der Gesamtkosten bei einer individuellen Optimierung (Fall a) gegenüber den Gesamtkosten bei einer gemeinsamen Optimierung (Fall c) unter Vernachlässigung der Ganzzahligkeit. Wegen der gegenüber der Direktbelieferung hinzugekommenen Parameter des Intermediärs ist die Analyse der Formeln mit zusätzlichen Schwierigkeiten verbunden. Untersucht man erneut den Einfluß, der vom Verhältnis der Bestellkostensätze k_h und k_f, vom Verhältnis der mit den Preisen p_h und p gewichteten Lagerkostensätze l_h und l_f und vom Verhältnis der Bedarfs- und Produktionsrate b_h und d ausgeht, so erhält man die in den *Abbildungen 5a)* und *5b)* dargestellten Zusammenhänge. Da die Einschaltung eines Intermediärs nur bei mehreren Abnehmern sinnvoll ist, beschränkt sich die Darstellung auf den Fall n = 100. Verglichen mit dem Modell ohne Intermediär ist der Einfluß der Parameter auf die Höhe des Kostenanstiegs schwächer ausgeprägt. Das gilt insbesondere für den

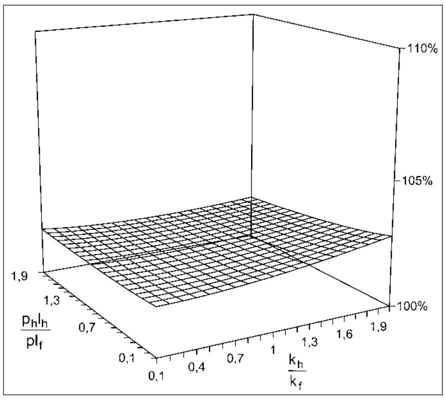
Fall $b_h/d > 0{,}5$. Ist das Verhältnis zwischen der Bedarfs- und der Produktionsrate kleiner als 0,5, so nimmt der Kostenanstieg mit wachsendem Quotienten der Kostensätze überproportional zu.

Abbildung 5: Relativer Anstieg der Gesamtkosten bei einer individuellen Optimierung

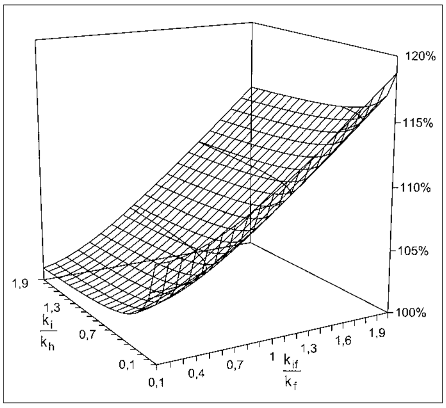
a) $b_h/d < 0{,}5;\ n = 100$



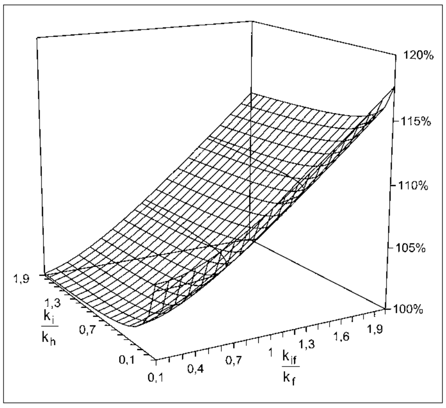
b) $b_h/d > 0{,}5;\ n = 100$



c) $b_h/d < 0{,}5;\ n = 100$



d) $b_h/d > 0{,}5;\ n = 100$



Die *Abbildungen 5c)* und *5d)* veranschaulichen den Einfluß der Kostenparameter des Intermediärs auf die Kostensteigerung, die durch eine isolierte Optimierung hervorgerufen wird. Es wird deutlich, daß vom Parameter k_{if}, das heißt von der Höhe der Kosten, die durch eine Bestellung des Abnehmers beim Intermediär verursacht werden, eine starke Wirkung auf den Kostenanstieg ausgeht. Das Verhältnis zwischen der Bedarfs- und der Produktionsrate übt nahezu keinen Einfluß auf den Kostenverlauf aus.

3.3 System mit und ohne Intermediär – ein Vergleich

Vergleicht man ein System mit und ohne Intermediär, so interessiert vor allem die Frage, unter welchen Bedingungen die Gesamtkosten durch die Einschaltung eines Intermediärs gesenkt werden können.

Für eine Kostenreduktion kommen in dem betrachteten Modell folgende Gründe in Betracht:

– die Einschaltung eines Intermediärs ermöglicht eine bessere Koordination der Produktion des Herstellers und des Bedarfs des Abnehmers,

– der Intermediär ist in der Lage, die Lagerfunktion kostengünstiger durchzuführen,

– die Bestellkosten des Intermediärs sind niedriger.

Ein Vergleich der Kostenfunktionen (25) und (19) zeigt folgendes. Gegenüber einer direkten Abstimmung zwischen Hersteller und Abnehmer sind die Kosten des Intermediärs, die aus drei Kostenkomponenten bestehen, hinzugekommen. Das Interesse gilt der Frage, ob diese Kosten durch eine Reduktion der Kosten des Herstellers und der Abnehmer ausgeglichen werden können. Die Kosten der Abnehmer haben zwar die gleiche Form wie in Formel (19), die optimale Bestellmenge x ist jedoch in beiden Modellen im Regelfall unterschiedlich. Die Kosten des Herstellers unterscheiden sich darin, daß an die Stelle der Bestellmenge x das Produkt der beiden Parameter m und x tritt. Beide Gesamtkostenfunktionen haben zwar bezüglich der Bestellmenge x die einfache Form $ax + \frac{b}{x}$ mit der Minimumstelle $\sqrt{\frac{b}{a}}$ und dem Minimum $2\sqrt{ab}$, doch die Koeffizienten a und b hängen selbst von den Optimierungsparametern q beziehungsweise q und m ab. Ein einfacher Vergleich der minimalen Kosten ist auf einem analytischen Wege nicht möglich. Eine generelle Aussage darüber, unter welchen Bedingungen das Minimum der Kostenfunktion (25) kleiner als die minimalen Kosten im System ohne Intermediär ist, wird zudem von der großen Zahl von Inputgrößen erschwert. Durch die Modellierung der Kosten des Intermediärs enthält die Gesamtkostenfunktion drei neue Kostenkoeffizienten k_i, k_{if} und l_i, die den Verlauf der Kostenfunktion beeinflussen. Für die Zahlen des Beispiels aus den Abschnitten 3.1 und 3.2 erhält man die in *Abbildung 6* dargestellte Kostensituation.

Bei mehr als 8 Abnehmern ist die Einschaltung eines Intermediärs kostengünstiger als eine Direktbelieferung. Das spezielle Ergebnis hängt natürlich von der Konstellation der Parameter ab, so daß überlegt werden muß, welchen Einfluß einzelne Größen auf das Ergebnis ausüben. Eine entscheidende Rolle spielen hierbei die Parameter des Intermediärs, beziehungsweise ihre relative Höhe im Vergleich zu den Parametern des Herstellers und der Abnehmer. *Abbildung 7* zeigt das Verhältnis zwischen den Kosten eines Systems mit und ohne Intermediär. In beiden Fällen werden 100 Abnehmer beliefert. Veranschaulicht wird der Einfluß, der von den Kostensätzen k_i und k_{if} ausgeht. Je größer ihr Verhältnis zu den Kostensätzen k_f beziehungsweise k_h, die in der Abbildung konstant gehalten werden, um so geringer der Kostenvorteil, der aus der Einschaltung eines Intermediärs resultiert. Wachsen die Quotienten weiter an, kehrt sich die Situation um und eine Direktbelieferung weist geringere Kosten auf. Die Abbildung zeigt, daß der Koeffizient k_{if} die Kostenentwicklung viel stärker beeinflußt als der Koeffizient k_i. Die Einschaltung eines Intermediärs ist folglich vor allem dann vorteilhaft, wenn dieser in der Lage ist, die durch eine Bestellung des Abnehmers ausgelösten Kosten im Vergleich zu denen, die durch eine Direktbestellung beim Hersteller verursacht würden, zu reduzieren.

Abbildung 6: Gesamtkosten mit und ohne Intermediär

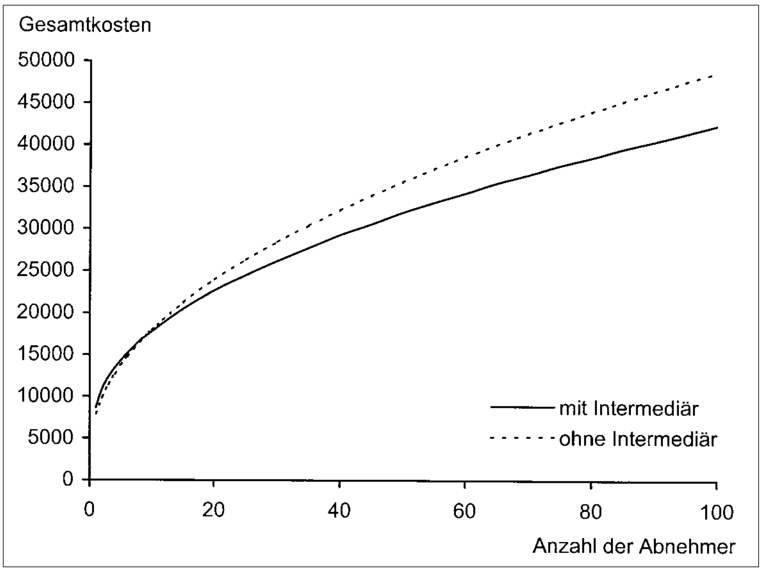
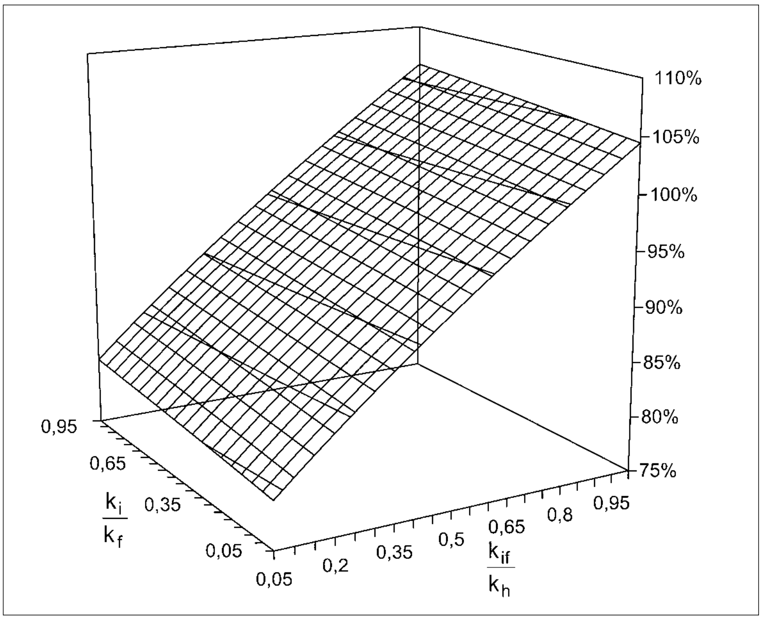


Abbildung 7: Verhältnis zwischen den Kosten eines Systems mit und ohne Intermediär



Auf die Frage, wie hoch die Kostensätze des Intermediärs sind, läßt sich keine theoretische Antwort finden. Dennoch ist zu überlegen, ob die Annahme, er sei fähig die betreffenden Prozesse kostengünstiger durchzuführen, inhaltlich gerechtfertigt erscheint und worauf man diese Fähigkeit zurückführen kann. Denkbar sind unterschiedliche Erklärungsansätze. Zum einen ist auf das Know-how des Spezialisten zu verweisen, das ihn in die Lage versetzt, bestimmte Funktionen effizienter durchzuführen. Zum anderen führt die Tatsache, daß er in der Regel zwischen mehreren Herstellern und mehreren Abnehmern vermittelt, zu Bündelungsmöglichkeiten verschiedener Warenströme und zu Ausgleichsmöglichkeit bei der zeitlichen Auslastung seiner Kapazitäten. Daraus schöpft er die Möglichkeit, bestimmte Funktionen kostengünstiger zu erbringen. Aufschluß darüber müssen letztendlich aber empirische Untersuchungen geben.

4 Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wurde das für einen Hersteller und einen Abnehmer entwickelte JELS-Modell auf ein System mit einem zwischen den Hersteller und mehrere Abnehmer geschalteten Intermediär erweitert. Um zu prüfen, wie der Intermediär die Bedeutung einer wirtschaftsstufenübergreifenden Optimierung beeinflußt, wurden zuvor in einem System der Direktbelieferung eine isolierte und eine gemeinsame Optimierung miteinander verglichen. Es zeigt sich, daß in einem System mit Intermediär die gemeinsame Optimierung zu einer tendenziell geringeren Kostenersparnis führt als in einem System ohne Intermediär. Das Modell mit Intermediär macht zudem deutlich, daß die Kostenersparnis, die aus der zwischen allen drei Stufen abgestimmten Bestellpolitik resultiert, in einem hohen Maße bereits durch eine gemeinsame Optimierung des Herstellers und des Intermediärs realisiert werden kann.

Das Ausmaß, in dem Kosten reduziert werden können, hängt zum einen von der Höhe der Kostenparameter ab, zum anderen zeigt sich, daß mit einer wachsenden Zahl von Abnehmern die Höhe der relativen Kostenersparnis kleiner wird. Im Vergleich zum JELS-Grundmodell ist die Größenordnung der Kostensenkung deutlich geringer. Dennoch bietet eine abgestimmte Bestellpolitik deutliche Vorteile gegenüber einer isolierten Optimierung. Die Ergebnisse der unterschiedlichen Ansätze machen darüber hinaus deutlich, daß die gemeinsame Kostenminimierung die Lösung eines anderen Problems erforderlich macht. Da im Mittelpunkt der Analyse ein Vergleich mit den Kosten eines Systems steht, in dem die Abnehmer autonom die kostenminimalen Parameter ihrer Bestellpolitik bestimmen, führt eine gemeinsame Optimierung automatisch zu einer Erhöhung der Kosten der Abnehmer. Nutznießer der koordinierten Bestellpolitik ist in diesem Fall der Hersteller. Für die Abnehmer besteht kein Anreiz, sich an einer gemeinsamen Optimierung zu beteiligen. Daraus resultiert die Notwendigkeit, eine Aufteilungsregel für die Kostenersparnis zu finden. Sie umfaßt möglicherweise Maßnahmen, mit denen der Hersteller das Verhalten der Abnehmer steuern kann[32]. Dieses Problem wurde hier nicht diskutiert.

32 Eine Analyse des aus dieser Überlegung entstandenen IRRD-Verfahrens zeigt allerdings, daß eine gemeinsame Optimierung dem Versuch, das Verhalten des Abnehmers so zu beeinflussen, daß seine individuelle Kostenminimierung für das Gesamtsystem optimal wird, überlegen ist; siehe *Goyal/Srinivasan* (1992). Zu Literaturhinweisen auf weitere Modelle siehe *Toporowski* (1996), S. 206–207.

Literatur

Ahlert, Dieter (1996), Distributionspolitik: Das Management des Absatzkanals, 3. Auflage.

Banerjee, Avijit (1986a), A Joint Economic-Lot-Size Model for Purchaser and Vendor, in: Decision Sciences, Vol. 17, S. 292–311.

Banerjee, Avijit (1986b), Notes On „A Quantity Discount Pricing Model to Increase Vendor Profits“, in: Management Science, Vol. 32, S. 1513–1517.

Bowersox, Donald J./Dröge, Cornelia (1989), Similarities in the Organization and Practice of Logistics Management Among Manufactures, Wholesalers and Retailers, in: Journal of Business Logistics, Vol. 10, S. 61–72.

Coyle, John J./Bardi, Edward J./Langley, Jr., Clarmond J. (1996): The Management of Business Logistics, 6. Auflage.

Goyal, Suresh K. (1987a), Determination of a Supplier's Economic Ordering Policy, in: Journal of the Operational Research Society, Vol. 38, S. 853–857.

Goyal, Suresh K. (1987b), Comment on: A Generalized Quantity Discount Pricing Model to Increase Supplier's Profits, in: Management Science, Vol. 33, S. 1635–1636.

Goyal, Suresh K. (1988), „A Joint Economic-Lot-Size Model for Purchaser and Vendor“: A Comment, in: Decision Sciences, Vol. 19, S. 236–241.

Goyal, Suresh K./Deshmukh, S. G. (1992), A Critique of the Literature on Just-in-Time Manufacturing, in: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 12, S. 18–28.

Goyal, Suresh K./Srinivasan, Gopolan (1992), The Individually Responsible and Rational Decision Approach to Economic Lot Sizes for One Vendor and Many Purchasers: A Comment, in: Decision Sciences, Vol. 23, S. 777–784.

Heydt, Andreas von der (1997), Efficient Consumer Response (ECR), Basisstrategien und Grundtechniken, zentrale Erfolgsfaktoren sowie globaler Implementierungsplan.

Joglekar, Profulla N. (1988), Comments On „A Quantity Discount Pricing Model to Increase Vendor Profits“, in: Management Science, Vol. 34, S. 1391–1398.

Joglekar, Profulla N./Tharthare, Suresh (1990), The Individually Responsible and Rational Decision Approach to Economic Lot Sizes for One Vendor and Many Purchasers, in: Decision Sciences, Vol. 21, S. 492–506.

Kleer, Michael (1991), Gestaltung von Kooperationen zwischen Industrie- und Logistikunternehmen: Ergebnisse theoretischer und empirischer Untersuchungen.

Kotzab, Herbert (1997): Neue Konzepte der Distributionslogistik von Handelsunternehmen.

Lee, Han L./Rosenblatt, Meir J. (1986), A Generalized Quantity Discount Pricing Model to Increase Supplier's Profits, in: Management Science, Vol. 32, S. 1177–1185.

Lerchenmüller, Michael (1998), Handelsbetriebslehre 3. Auflage.

Mentzer, John T. (1993), Managing Channel Relations in the 21st Century, in: Journal of Business Logistics, Vol. 14, S. 27–42.

Monahan, James P. (1984), A Quantity Discount Pricing Model to Increase Vendor Profits, in: Management Science, Vol. 30, S. 720–726.

Monahan, James P. (1988), Reply On „Comments on a Quantity Discount Pricing Model to Increase Vendor Profits“, in: Management Science, Vol. 34, S. 1398–1400.

Stern, Louis W./El-Ansary, Adel I./Coughlan, Anne T. (1996), Marketing Channels, 5. Auflage.

Szendrovits, Andrew Z. (1983), Non-Integer Optimal Lot Size Ratios in Two-Stage Production/Inventory Systems, in: International Journal of Production Research, Vol. 21, S. 323–336.

Toporowski, Waldemar (1996), Logistik im Handel. Optimale Lagerstruktur und Bestellpolitik einer Filialunternehmung.

Zentes, Joachim (1990), Logistik vom Hersteller bis zum Kunden: Neuorientierung der Distribution als gesamteuropäische Aufgabe, in: Dynamik im Handel, 34 Jg., Heft 6, S. 47–50.

Summary

In modern concepts of physical distribution the joint optimization of logistics processes among the various channel elements very often is emphasized. The focus in this area of management science, dealing with the optimization on inventory management, is on the comparison of independent optimization strategies with those of joint economic-lot-sizing. Many of these approaches are characterized by the fact that they aim at distribution systems, where buyers are served by manufacturers directly. In real life situations however, different forms of multi-echelon distribution systems are typical.

This article examines how joint economic-lot-sizing affects the total costs of inventory management, if an intermediary is established between the manufacturer and the purchaser. Along with the comparison of the resulting total costs under individual and joint optimization, it is analyzed how far and when the use of intermediaries in distribution systems is advantageous compared to a direct delivery system.