

# Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitsprinzip am Beispiel eines Molkereiproduktsortiments

von B. Müller

Institut für Ökonomie der Ernährungswirtschaft, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Standort Kiel, Postfach 60 69, 24121 Kiel

## 1. Problemstellung

Die Festlegung der Verkaufspreise für ihre Produkte ist von zentraler Bedeutung für den ökonomischen Erfolg von Unternehmen, die in einem marktwirtschaftlichen Umfeld agieren. Diese Aufgabe steht dabei im Spannungsfeld zwischen der Notwendigkeit, die entstandenen Kosten durch entsprechende Erlöse auf Basis genügend hoher Verkaufspreise auszugleichen, und dem Zwang, für produzierte Mengen auch die entsprechende kaufbereite Kundschaft zu finden, wobei deren Kaufbereitschaft oft nur durch möglichst niedrige Preise entsprechend stimuliert werden kann (19).

Hierbei gibt es eine Asymmetrie in der Verfügbarkeit der Informationen zur Lösung dieses Problems. Während das einzelne Unternehmen über die eigene Kostenfunktion in der Regel gut informiert ist, so liegen Informationen über die Preis-Absatz-Funktionen, in denen sich die Kaufbereitschaft der Kundschaft in Abhängigkeit der festgesetzten Verkaufspreise manifestiert, entweder gar nicht oder nur in sehr vager Form vor. Dies kann dazu führen, dass die Preisgestaltung ausschließlich auf Basis der Kosteninformation durchgeführt wird, etwa, in dem Verkaufspreise unter Berücksichtigung der Einzelkosten des Produkts zuzüglich eines Gemeinkostenzuschlags berechnet werden, wobei dann dieser Gemeinkostenzuschlag selbst entweder als Prozentsatz der Einzelkosten oder bezogen auf die Nutzung bestimmter Engpasseinheiten kalkuliert wird ((29), S. 428ff).

Für Molkereien ergibt sich diese Problematik in besonderem Maße, da je nach Problemperspektive kaum echte Einzelkosten der Produkte anfallen ((20), (21)), selbst der Rohstoff Milch wird, in seine Komponenten Fett und Nichtfett zerlegt und unterschiedlich gemixt, gemeinsam in fast allen Produkten der Molkerei verwendet.

Ein Unternehmen, das in der zuvor beschriebenen Weise wegen der leichten Verfügbarkeit der Informationen aus dem Kostenbereich die „richtigen Preise“ allein aus diesem hell erleuchteten Gebiet der Kosteninformation ableitet, verhält sich aber wie ein abendlicher Spaziergänger, der seine Schlüssel unter der Laterne sucht „weil es dort so schön hell ist“, obwohl er weiß, dass er auf dem dunklen Parkplatz seine Schlüssel verloren hat. Ziel dieses Beitrags ist es, diesen „dunklen Parkplatz“ der Information aus der Preis-Absatz-Funktion durch geeignete methodische Hilfsmittel soweit zu erhellen, dass „der Schlüssel“ der richtigen Preisgestaltung auch tatsächlich gefunden werden kann.

## 2. Gang der Untersuchung

Ausgangspunkt der weiteren Untersuchung ist eine Analyse der ökonomischen Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Preisgestaltung, ausgehend von der idealisierten Form eines Ein-Produkt-Monopolisten bis hin zur realistischen Situation eines Mehr-Produkt-Unternehmens mit Kuppelproduktion im Preiswettbewerb. Hierbei wird deutlich, dass schon im einfachen Fall der Cournotsche Punkt (2) der optimalen Preis-Mengen-

Kombination in der Regel verfehlt wird, wenn Preise allein aus Kosteninformation abgeleitet werden, und dass die Zurechnung von Gemeinkosten auf Produkte im Verhältnis zur Nutzung der Gemeinkostenstellen dieses Problem noch verschlimmert. Bezüglich der sich als methodisch richtig erweisenden Zurechnung der Gemeinkosten nach dem Tragfähigkeitsprinzip gemäß Riebel werden für die praktische Umsetzung zwei Probleme deutlich:

- Zum einen liegen Informationen über Preis-Absatz-Beziehungen im Unternehmen verteilt auf verschiedene Personen vor (4), und es ist nicht von vornherein im Interesse dieser Personen, darüber wahrheitsgemäß zu berichten. Dieses Principal-Agent-Problem kann auf Basis einer Vergütung nach Grooves-Prinzipien ((13), (18), (22)) gelöst werden. Diese Lösung ist der Inhalt des sechsten Kapitels.
- Zum anderen sind bei sich simultan ändernden Mengen und Preisen und gleichzeitig mehreren potentiell wirksam werdenden Engpässen die zum Auffinden des Gesamt-optimums im Mehr-Produkt-Unternehmen zu verarbeitenden Informationen so komplex, dass sie nur mit Hilfe eines mathematischen Algorithmus zu bewältigen sind. Das hierbei entstehende Modell ist in seiner Zielfunktion wegen der gleichzeitigen Variabilität von Mengen und Preisen quadratisch, kann aber durch eine Linearisierung auf Basis einer Taylor-Entwicklung der Zielfunktion ((5), (23)) praktisch lösbar gemacht werden. Dies geschieht im fünften Kapitel.

Das siebente Kapitel baut die Ergebnisse des fünften und sechsten Kapitels in eine Methodik ein, die es erlaubt, das Riebelsche Tragfähigkeitsprinzip praktikabel umzusetzen.

Im achten Kapitel wird das Beispiel einer Modellmolkerei vorgestellt, auf die die im siebenten Kapitel entwickelte Lösungsmethodik angewendet wird.

Überlegungen zum weiteren Forschungsbedarf schließen die Arbeit ab.

### **3. Ökonomische Rahmenbedingungen der Preisgestaltung**

In einem marktwirtschaftlichen System ergeben sich die Produktpreise aus dem Handeln der Anbieter und Nachfrager. Für Molkereien als Anbieter von Molkereiprodukten sind sie von zentraler Bedeutung. Betrachtet man nämlich vereinfachend die längerfristige Maximierung des ökonomischen Gewinns (also der periodisierten Überschüsse der Einzahlungen über die Auszahlungen) als Ziel der Molkerei, so bestimmen die Preise zum einen den Erlös je verkaufter Einheit, haben aber zum anderen über die Preis-Absatz-Funktion unmittelbaren Einfluss auf die verkaufbare Menge.

Bezüglich der eigenen Handlungsmöglichkeiten der Molkerei ergeben sich hierbei drei unterschiedliche Situationen ((3) S. 121ff).

- Für die Handlungsparameter Preis und Menge hat die Molkerei keinen Gestaltungsspielraum, d. h. sie kann weder die vom Handel vorgegebenen Preise noch die zu produzierenden Mengen beeinflussen, z. B., weil sie auf Grund zuvor eingegangener Verpflichtungen schon erworbene Milch verarbeiten muss und neben den Handelsanforderungen über keine realisierbaren Verwertungsalternativen verfügt. Diese Situation eines Optionsempfängers sollte tunlichst vermieden werden.
- Realistischer ist die Situation eines Mengenanpassers, bei der die Molkerei zwar die Produktpreise nicht beeinflussen kann, aber in der Lage ist, auf die gegebenen Preise mit einer Anpassung der Produktionsmengen zu reagieren. Wie in der ersten Situation stellt sich (leider) aber auch in dieser Situation für das Molkereiunternehmen nicht das

Problem einer eigenverantwortlichen Preisgestaltung, da nur die Produktionsmengen durch die Molkerei beeinflusst werden können. Dieser Fall kann bei starker Marktmacht des Handels und gleichzeitig fehlender Profilierung der Molkerei durchaus eintreten.

- Die Molkerei kann zumindest beim Einstieg in die Verkaufsverhandlungen ihre Produktpreise frei wählen, muss dabei aber beachten, dass die absetzbaren Produktmengen dann auch eine Funktion der gewählten Preise sind.

Nur im dritten Falle stellt sich für die Molkerei das Problem einer eigenständigen Preisfestsetzung. Selbst im strukturell einfachsten Fall eines Ein-Produkt-Unternehmens als Monopolisten würde sich eine solche Molkerei aber nicht optimal verhalten, wenn sie ihre Preise allein aus ihren Gesamtkosten plus selbst festgelegtem Gewinnzuschlag ableiten würde, da hierdurch das Gewinnoptimum in der Regel weit verfehlt wird. Dies zeigt die folgende Übersicht 1.

### Übersicht 1: Preiskalkulation nach Kostengesichtspunkten für einen Ein-Produkt-Monopolisten

Seien

m: die Menge des Produkts,

f: die nicht mengenabhängigen Kosten des Produkts,

v: die mengenproportionalen Stückkosten des Produkts,

g: der für die Preiskalkulation unterstellte Gewinnzuschlag,

a)  $pk(m) := v + \frac{f+g}{m}$  der vom Unternehmen kalkulierte Preis,

$a(p)$  die für das Unternehmen mögliche Absatzmenge beim Preis p.

Dann gilt:

b)  $u(m) := \begin{cases} m \cdot pk(m) & \text{für } m < a(p) \\ a(p) \cdot pk(m) & \text{für } m \geq a(p) \end{cases}$  ist der Umsatz des Unternehmens und:

c)  $G(m,p) := u(m) - m \cdot v - f$  ist der Gewinn des Unternehmens.

Wählt das Unternehmen seinen Preis gemäß a) so gibt es drei Möglichkeiten:

d)  $m < a(pk(m))$

Dann gilt:

$$G(m, pk(m)) := m \cdot pk(m) - m \cdot v - f < a(pk(m)) \cdot pk(m) - a(pk(m)) \cdot v - f = G(a(pk(m)), pk(m))$$

da  $a(pk(m)) > m$  und  $pk(m) > v$

Das Unternehmen könnte also bei dem gewählten Preis seine Produktion (von  $m_2$  nach  $\vec{m}_2$ ) ausdehnen und den Gewinn erhöhen. Es könnte alternativ auch seinen Preis erhöhen (von  $p_2$  nach  $\vec{p}_2$ ) und damit ebenfalls den Gewinn (die schraffierten Flächen zeigen die DB-Veränderungen), wie Abbildung 1 zeigt.

e)  $m > a(pk(m))$

Dann gilt:

$$G(m, pk(m)) := a(pk(m)) \cdot pk(m) - m \cdot v - f < a(pk(m)) \cdot pk(m) - a(pk(m)) \cdot v - f = G(a(pk(m)), pk(m))$$

da  $m > a(pk(m))$  und  $v > 0$ .

Das Unternehmen kann seine Produktion nicht absetzen und könnte deshalb mit verminderter Produktion (von  $m_1$  nach  $\vec{m}_1$ ) seinen Gewinn erhöhen. Alternativ könnte es auch seinen Preis (von  $p_1$  nach  $\vec{p}_1$ ) so weit reduzieren, bis die Menge absetzbar ist und damit ebenfalls seinen Gewinn erhöhen, wie die Abbildung 1 zeigt.

f)  $m = a(pk(m))$

Auch in diesem Fall wird in der Regel das Optimum beim Cournotschen Punkt ( $m_C, p_C$ ) nicht erreicht, wie die Abbildung 1 zeigt.

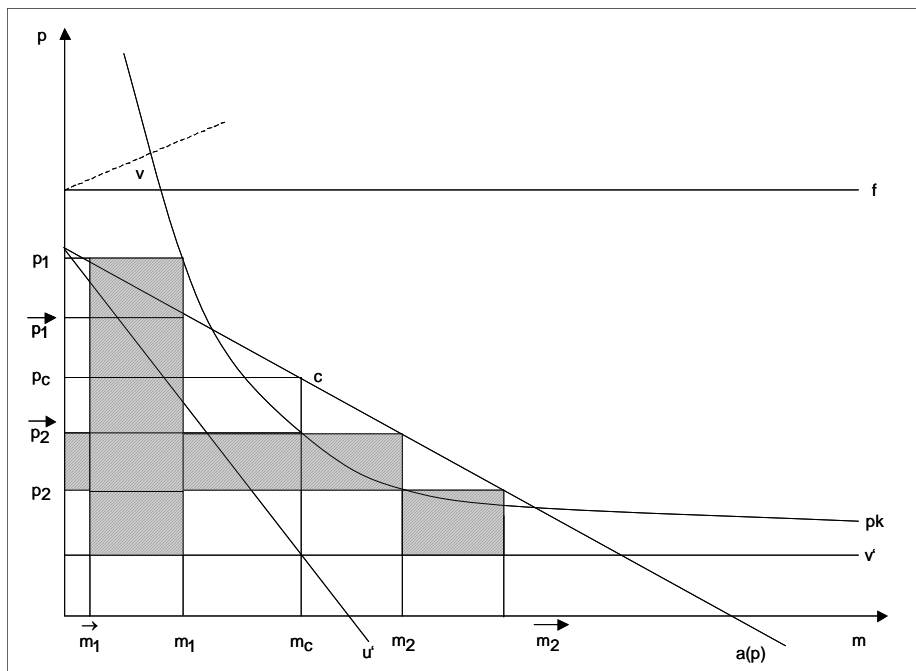


Abb. 1: Nichtoptimale Preisgestaltung nach Kostengesichtspunkten

Auch eine iterative Veränderung der Produktmengen als Reaktion auf die Über- und Unterproduktion würde bei Verwendung der Preisformel gemäß Übersicht 1 nicht zu einem überzeugenden Erfolg führen. Im Fall d) würde das Unternehmen schrittweise seine Produktion ausdehnen, (von  $m_2$  nach  $\vec{m}_2$ ) wenn es erkennt, dass es mehr abset-

zen kann, dabei gleichzeitig jedoch gemäß der eigenen Preisformel den Preis weiter reduzieren und so insgesamt im Vergleich zum Optimum beim Cournotschen Punkt  $(m_c, p_c)$  eine weit überhöhte Menge produzieren, im Fall e) müsste das Unternehmen seine Produktion schrittweise zurücknehmen, würde dabei aber gleichzeitig die Preise gemäß der eigenen Preisformel weit erhöhen und müsste schließlich die Produktion ganz einstellen, ohne in der Lage zu sein, noch einen Beitrag zur Deckung der Fixkosten zu erzielen. Auch im an sich schon relativ unwahrscheinlichen Fall f), würde das Unternehmen das Preis-Mengen-Optimum nicht erreichen, da zufällig die gewählten Preise und Produktionsmengen zusammenpassen und demzufolge kein Anlass bestände, Anpassungen vorzunehmen. Vergleiche hierzu die Abbildung 2:

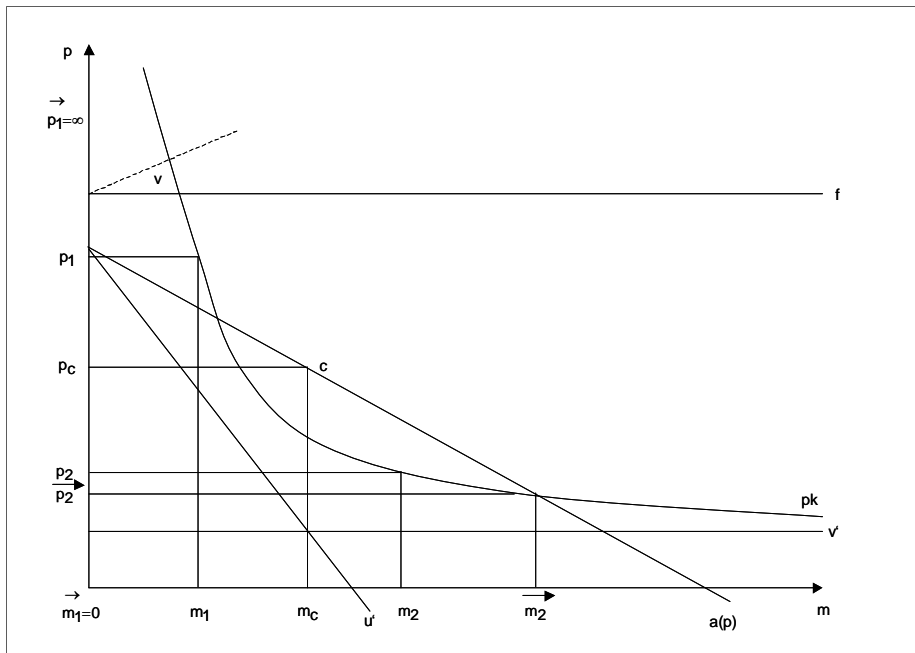


Abb. 2: Mangelhafte iterative Preisgestaltung nach Kostengesichtspunkten

Man kann allgemein zeigen, dass der optimale Preis nicht von den Fixkosten des Unternehmens abhängig ist. Betrachtet man nämlich mit den Begriffen der Übersicht 1 den Gesamtgewinn  $G$

$$G(m,p) = u(m) - m \cdot v - f \\ = p \cdot (m(p)) - m \cdot v - f$$

so ist eine notwendige Bedingung für ein Optimum, dass gilt:

$$\frac{dG}{dp} = 0$$

Setzt man für  $G$  ein, so ergibt sich:

$$\frac{dG}{dp} = m(p) + p \cdot \frac{dm(p)}{dp} - v = 0 \Rightarrow m(p) + p \cdot \frac{dm(p)}{dp} = v$$

Beim optimalen Preis muss der Grenzumsatz mit den Grenzkosten übereinstimmen, d. h., die Fixkosten haben keinen Einfluss auf den optimalen Preis. Durch Umformung entsteht aus dieser Fixpunktbedingung die Amoroso-Robinson-Relation.

Diese für das Molkereiunternehmen nachteiligen Effekte einer solchen Preisgestaltung werden im realistischen Fall eines Mehr-Produkt-Unternehmens als Nichtmonopolist noch in verstärktem Ausmaß wirksam, denn:

- a) Tatsächlich existieren in der Regel Wettbewerber, die durch ihr konkurrierendes Angebot gleichartiger Produkte bei falscher Preisgestaltung der Molkerei deren Fehler nutzen und schnell dafür sorgen können, dass der eigene Absatz zum gewählten Preis auf Null fällt. Für Nichtmonopolisten kann die Preis-Absatz-Funktion  $a(p)$  also durch ein falsches Preismodell zusätzlich negativ reagieren.
- b) Im Mehrproduktfall, der die Regel ist, ist zusätzlich eine Zuordnung der Fixkosten zu den Produkten nicht eindeutig möglich. Selbst, wenn alle Konkurrenzunternehmen auch Preise nach Kosten kalkulieren würden, könnten sich so erhebliche Abweichungen der marktrelevanten Preise ergeben.
- c) Durch diese Willkür der Fixkostenzurechnung kann für ein Produkt ein zu geringer Preis, für ein anderes gleichzeitig ein zu hoher Preis gefordert werden, ohne dass wegen der Kapazitätsbeschränkungen und der Kuppelproduktionszusammenhänge eine auch nur iterative Mengenanpassung wie im Einproduktfall überhaupt möglich wäre. Deshalb wird besonders für Kuppelproduktionsunternehmen wie Molkereien eine Preisgestaltung unter Berücksichtigung der Fixkosten nach dem Tragfähigkeitsprinzip vorgeschlagen ((3), (9), (26)). Dieses Vorgehen wird im folgenden Kapitel dargestellt.

#### **4. Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitsprinzip**

Ein Unternehmen kann langfristig nur überleben, wenn die auch durch die Verkaufspreise bestimmten Umsatzerlöse die Kosten mindestens decken. Deshalb spielen die Kosten eine wichtige Rolle bei der Preisgestaltung. Andererseits ist eine Festlegung von Verkaufspreisen allein nach Kostengesichtspunkten ohne Berücksichtigung der sich in der Preis-Absatz-Funktion manifestierenden Marktbedingungen kontraproduktiv, wie im vorigen Kapitel gezeigt wurde.

Selbst bei Kenntnis dieser Preis-Absatz-Funktionen ist jedoch in Mehr-Produkt-Unternehmen eine isolierte Preisgestaltung für die einzelnen Produkte gemäß den Cournotschen Punkten nicht möglich, denn Kapazitäts-, Verbund- und Kuppelproduktionswirkungen sorgen dafür, dass die den Cournotschen Punkten zugrunde liegenden Produktmengen in der Regel kein durchführbares Produktionsprogramm ergeben. Vielmehr sind neben den Wechselwirkungen zwischen Produktpreisen und absetzbaren Produktmengen bei den einzelnen Produkten auch die zwischen den produzierten Mengen der verschiedenen Produkte zu beachten. Damit ist die Preisgestaltung sinnvoll nur simultan für das ganze durch Verbundwirkungen erfasste Produktionsprogramm möglich. Aber auch hierbei ist eine Preisermittlung nur für die Objekte möglich, über die einzeln disponiert werden kann. Besteht dagegen ein Kontrakt einer Molkerei mit einem Handelsunternehmen aus der Vereinbarung über die Lieferung einer Mehrzahl von Produkten und kann dieser Kontrakt nur als Ganzes zustande kommen, so kann auch ein „richtiger Preis“ nur für dieses Produktbündel ermittelt werden.

In Zukunft soll deshalb „Produkt“ synonym für ein im Vertrieb einzeln disponierbares Objekt stehen, ohne Beschränkung der Allgemeinheit kann damit also auch ein Produktbündel gemeint sein, während auf der anderen Seite in der Substanz gleiche

Erzeugnisse als unterschiedliche Produkte angesprochen werden können, wenn sie z. B. als verschiedene Marken oder auf verschiedenen Distributionswegen getrennt disponiert werden können. Bezüglich der so definierten Entscheidungsobjekte „Produkt“ ( $i = 1, \dots, I$ ) muss nun ein Preis  $p_i$  und eine Produktionsmenge  $m_i$  festgelegt werden, so dass

- a) das Produktionsprogramm  $\{m_i\}_{i=1}^I$  durchführbar ist,
- b) die Menge  $m_i$  zum Preis  $p_i$  absetzbar ist,
- c) die Gesamtkosten des Unternehmens durch die Gesamterlöse gedeckt werden,
- e) ein möglichst hoher Gewinn erzielt wird.

Bezüglich der Produkte  $p_i$  entstehen dabei im Unternehmen mengenproportionale Einzelkosten  $v_i$  im Sinne einer Riebel'schen Deckungsbeitragsrechnung (26) und Gemeinkosten  $f$ . Die mengenproportionalen Einzelkosten sind dadurch gekennzeichnet, dass diese Kosten wegfallen, wenn die entsprechende Einheit nicht produziert wird. Gemeinkosten sind demgegenüber alle Kosten, die dem Unternehmen entstehen, unabhängig davon, ob eine Einheit des entsprechenden Produktes produziert wird oder nicht. Die Zuordnung der konkreten Kostenarten zu den Kategorien Einzelkosten oder Gemeinkosten hängt dabei vom Blickwinkel der Planungsaufgabe ab. So sind längerfristig auch Anlagekosten Einzelkosten der Produkte, wenn über die Anlage erst disponiert wird. Umgekehrt können in einer Molkerei selbst die Rohstoffkosten Gemeinkosten bezüglich der Produkte sein, weil der Rohstoff Milch im Rahmen der Kuppelproduktion in unterschiedlichen Produkten verwendet wird und, wie z. B. in einer Genossenschaft, bezahlt werden muss, unabhängig davon, wie er verwertet werden kann.

In der Realität kann hierbei eine mehrstufige Hierarchie entstehen, ausgehend z. B. von den (relativen) Einzelkosten des Unternehmens über Einzelkosten einzelner Betriebsstätten, Abteilungen, Produktgruppen, Kunden und den jeweils zugeordneten (relativen) Gemeinkosten. In einem solchen Fall ist die hier dargestellte Ermittlung der Deckungszuschläge für die einzelnen Entscheidungsobjekte ebenfalls mehrstufig durchzuführen, wobei ein Top-Down-Ansatz zu verwenden ist (siehe auch (2) S. 133ff).

Da die Vorgehensweise jedoch in jeder Stufe gleich ist, soll im Folgenden nur ein Schritt dieses Systems dargestellt werden. Demgemäß wird nur eine Menge von Produkten betrachtet, bezüglich derer mengenproportionale Einzelkosten  $v_i$  und Gemeinkosten einschließlich Gewinnzuschlag  $f$  bestehen. (Nicht mengenproportionale Produkteinzelkosten können über die Einfügung einer weiteren Hierarchiestufe behandelt werden, in der neben der Entscheidung über die Herstellung einer einzelnen Einheit eines Produktes auch entschieden wird, ob das Produkt überhaupt hergestellt wird oder nicht).

Für die Ermittlung geeigneter Produktpreise unter Kostengesichtspunkten kann zunächst festgehalten werden, dass die gesuchten Produktpreise  $p_i$  zumindest nicht niedriger als die mengenproportionalen Produkteinzelkosten  $v_i$  sind, denn sonst wäre es günstiger, keine Einheit des Produktes  $i$  herzustellen (es sei daran erinnert, dass definitionsgemäß über das Produkt einzeln disponiert werden kann, dass also ein Erzeugnis, das auch unter Einzelkosten im Rahmen eines Gesamtkontrakts verkauft wird, im Sinne der hier verwendeten Definitionen kein Produkt ist). Der Preis des Produktes  $p_i$  ergibt sich also zu:

$$p_i = v_i + f_i \quad \text{mit} \quad \sum_{i=1}^I f_i \cdot m_i \geq f$$

wobei  $p_i$  so gewählt werden muss, dass die Menge  $m_i$  absetzbar ist im Sinne der Preis-Absatz-Funktion und der Gesamtdeckungsbeitrag maximal wird. Diese Vorgehensweise fasst die Übersicht 2 zusammen.

## Übersicht 2: Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitsprinzip

Gegeben seien:

$i = 1, \dots, I$  Produkte des Unternehmens,

$j = 1, \dots, J$  Produktionsrestriktionen,

$\{b_{ij}\}_{i=1}^I \{j=1}^J$  Koeffizienten dieser Restriktionen,

$\{c_j\}_{j=1}^J$  Beschränkungen dieser Restriktionen,

$\{v_i\}_{i=1}^I$  mengenproportionale Einzelstückkosten der Produkte,

$f$  Gemeinkosten bezüglich der Produkte  $1, \dots, I$  einschl. Gewinnzuschlag,

$\{a_i(p_i)\}_{i=1}^I$  Maximale Absatzmengen gemäß den Preis-Absatz-Funktionen.

Gesucht werden:

$\{m_i\}_{i=1}^I$  Produktionsmengen,

$\{f_i\}_{i=1}^I$  Gemeinkostenzuschläge,

so dass gilt:

a)  $\sum_{i=1}^I (p_i - v_i) \cdot m_i - f = \max$  Der Deckungsbeitrag wird maximiert.

b)  $\wedge_{i=1}^I p_i = v_i + f_i$  Der Preis setzt sich aus den Einzelkosten plus einem Deckungszuschlag zusammen.

c)  $\sum_{i=1}^I f_i \cdot m_i \geq f$  Die Gemeinkosten werden gedeckt.

d)  $\wedge_{i=1}^I m_i \leq a_i(p_i)$  Die produzierten Mengen sind zum gewählten Preis absetzbar gemäß den Preis-Absatz-Funktionen.

e)  $\wedge_{j=1}^J \sum_{i=1}^I b_{ij} \cdot m_i \leq c_j$  Das Produktionsprogramm ist realisierbar.

f)  $\wedge_{i=1}^I m_i \geq 0, \quad f_i \geq 0$

An Hand einfacher ökonomischer Beispiele kann man sich leicht klar machen, dass die so zu ermittelnden Deckungsbeiträge  $f_i$  sich grundsätzlich von Gemeinkostenzuschlägen rein nach Kostengesichtspunkten unterscheiden. Üblich in der Kostenrechnung sind z. B. Gemeinkostenzuschläge auf Personaleinsatz oder Rohstoffverbrauch bezogen oder



bezüglich der Nutzung der Kapazitäten bestimmter Abteilungen. Betrachtet man die letzte Art der Schlüsselung, so würde sie dazu führen, dass Produkte, die am Markt schwer absetzbar sind und deshalb nur in geringer Menge hergestellt werden, die damit in der Regel auch in nicht ausgelasteten Abteilungen produziert werden, demzufolge im Vergleich zu Rennerprodukten erhöhte Gemeinkostenzuschläge zu tragen hätten. Würde man dagegen eine Ermittlung der Deckungsbeiträge nach dem Tragfähigkeitsprinzip vornehmen, wie hier vorgeschlagen, so müssten solche Produkte, deren Absatzchancen eher schwach sind, mit vergleichsweise niedrigeren Gemeinkostenzuschlägen belastet werden.

Im hier vorgestellten Modell konkretisiert sich die Ermittlung der Gemeinkostenzuschläge  $f_i$  nach Marktgesichtspunkten einerseits in der Restriktion d), die sicherstellt, dass die ermittelten Preise zu den abzusetzenden Mengen passen, andererseits in der Zielfunktion a), in der Preise und Mengen simultan so gewählt werden, dass der Deckungsbeitrag maximal wird. Bei einem gegebenen Datensatz hat die Restriktion c) keine zusätzliche Steuerungswirkung für das Auffinden der optimalen Lösungen, da allein durch die Zielfunktionen sichergestellt wird, dass der Term  $\sum f_i \cdot m_i$  maximiert wird. Die Restriktion c) entscheidet nur darüber, ob es überhaupt eine zulässige Lösung gibt oder nicht.

Die Abbildung 3 verdeutlicht die Zusammenhänge.

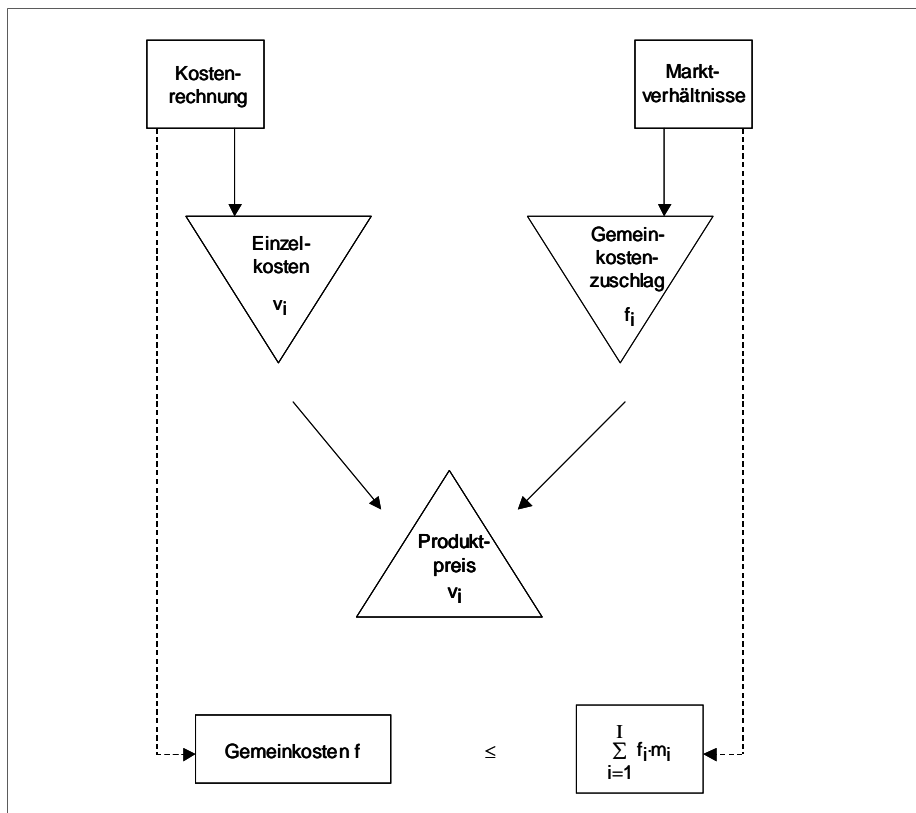


Abb. 3: Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitsprinzip

Die Struktur des Modells macht jedoch auch die Schwierigkeit einer Preisgestaltung nach Tragfähigkeitsgesichtspunkten deutlich. Es müssen simultan alle Produktmengen und Produktpreise bestimmt werden, wobei Änderungen einzelner Produktpreise über die damit dann auch notwendigen Änderungen dieser Produktmengen und die Verbundwirkungen in der Produktion zu notwendigen Änderungen anderer Produktpreise und – Mengen führen können. Solche Verbundwirkungen sind insbesondere im Kuppelproduktionsunternehmen Molkerei zu erwarten, bei dem die Produkte nicht nur über die gemeinsame Nutzung unterschiedlicher Anlagen oder Personalkapazitäten, sondern insbesondere auch über die gemeinsame Nutzung des Rohstoffs Milch, bzw. seiner Komponenten Fett und Nichtfett in jeweils variierender Zusammenstellung, miteinander verbunden sind. Ohne die Verwendung eines mathematischen Modells erscheint eine effektive Auswertung der vielfältigen Informationen, die zur Lösung dieses Problems notwendig sind, kaum möglich.

Zusätzlich müssen die zur Modellbeschreibung benötigten Daten vorliegen. Während die Einzel- und Gemeinkosten des Produktsortiments durch ein geeignet aufgebautes internes Rechnungswesen zu ermitteln sind, liegen die Informationen über die Preis-Absatz-Funktionen der verschiedenen Produkte – wenn überhaupt – nur indirekt und auf unterschiedliche Personen im Unternehmen verteilt vor (Key-Account-Manager, Produktmanager, Marketingfachleute etc.). Deren Prognose über mögliche Absatzmengen bei gegebenen Preisen wird in der Regel aber interessengeleitet sein, denn diese Personen tragen oft auch eine operative Verantwortung dafür, dass die prognostizierten Absatzziele auch tatsächlich erreicht werden, was naturgemäß einfacher ist, wenn konservative Schätzungen übermittelt werden. Hierdurch wird aber nicht nur das Auffinden eines Optimums sondern sogar das Erreichen eines ausreichenden Deckungsbeitrages gefährdet. Das sechste Kapitel behandelt dieses Problem.

Selbst bei vorliegenden Daten ergeben sich jedoch Schwierigkeiten bei Verwendung des in der Übersicht 2 dargestellten Modells. Sowohl die Zielfunktion a) als auch die Nebenbedingungen c) und d) sind nicht linear, die Zielfunktion a) und die Nebenbedingungen c) sind quadratisch. Die numerische Lösung eines solchen Problems ist – jedenfalls für größere Problemdimensionen – mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Im folgenden Kapitel wird deshalb ein Weg zur Behebung dieser Schwierigkeiten aufgezeigt.

## 5. Linearisierung des Modells zur Preisgestaltung nach Tragfähigkeit

Die zentrale Idee zur Linearisierung des Planungsproblems der Übersicht 2 ergibt sich aus einer lokalen Entwicklung der verwendeten Funktionen ((5), (10), (12), (23), (27)). Für die Zielfunktion der Übersicht 2a) bedeutet das, den absoluten Preis  $p_i$  durch einen Basispreis  $pb_i = fb_i + v_i$  und eine (kleine) Abweichung von diesem Basispreis  $f\delta_i$  zu ersetzen. Entsprechend wird die absolute Menge  $m_i$  durch eine Basismenge  $mb_i$  und eine (kleine) Abweichung  $m\delta_i$  ersetzt. Algorithmische Gründe der linearen Optimierung erfordern zusätzlich, dass die Abweichungen  $f\delta_i$  und  $m\delta_i$  als Differenz zweier nur positiver Abweichungen ausgewiesen werden, also:

$$f\delta_i = fp_i - fm_i \quad ; \quad m\delta_i = mp_i - mm_i$$

Dies stellt jedoch keine zusätzliche Einschränkung dar, denn jede Zahl kann als Differenz zweier positiver Zahlen geschrieben werden, ohne die Lösung eines Optimierungsproblems zu verändern ((28) S. 28).

Die Zielfunktion 2a) wird demnach zu einer Summe der Erlöse der Basismengen bezogen auf den Basispreis subtrahiert um die Fixkosten (1), der Wirkung der Mengenänderung beim Basispreis (2), der Wirkung der Preisänderungen bei der Basismenge (3) und einer Reständerung (4). Diese Reständerung wird für genügend kleine Preis- und Mengenänderungen beliebig klein.

Durch diese Überarbeitung des Modells wird die Restriktion 2b) nicht mehr benötigt, da die Preisdefinition bereits in die Zielfunktion eingesetzt wurde. Auch die Restriktion 2c) ist obsolet, denn sie wird durch die Zielfunktion in dem Sinne ersetzt, dass ein genügend großer Zielfunktionswert im Optimum die Erfüllung der Restriktion 2c) automatisch sicher stellt. Sie kann bei der Lösung des Problems also ersetzt werden durch eine entsprechende Prüfung des optimalen Zielfunktionswertes und ist bei Nichteinhaltung im gegebenen Modell auch nur durch Änderung der Modellparameter erfüllbar.

Die durch die Preis-Absatz-Funktion definierte Restriktion 2d) stellt selbst einen starken Grund für die lokale Entwicklung des Gesamtproblems um eine Basislösung ( $m_b, p_b$ ) dar, denn Elastizitäten sind, wenn überhaupt, nur in einer kleinen Umgebung eines realisierten Mengen-Preis-Punktes ermittelbar ((11), (14), (15) S. 78). Diese Restriktion wird deshalb ersetzt durch lokal wirksame. Zur Schätzung der Elastizitäten sind 4 Fälle denkbar:

a)  $e < 0$

In diesem üblichen Fall führt eine positive Preisabweichung, also eine Preiserhöhung zu einer negativen Mengenabweichung, also einem Absatzrückgang, umgekehrt eine negative Preisabweichung, also eine Preisreduktion, zu einer positiven Mengenabweichung, also einer Absatzausweitung.

b)  $e > 0$

In diesem (seltenen) Fall führt eine positive Preisabweichung zu einer positiven Mengenabweichung und umgekehrt eine negative Preisabweichung zu einer negativen Mengenabweichung.

In beiden Fällen kann die Elastizitätsrestriktion durch zwei Restriktionen ersetzt werden, die bezüglich der jeweils von Null verschiedenen Preis- und Mengenabweichungen zu formulieren sind. Eine lokale Schätzung der Elastizität kann erfolgen, wenn vorher die zu einer vorgegebenen kleinen Preisabweichung zugehörige Mengenabweichung geschätzt wird.

c)  $e = 0$

In einem solchen Fall sind die Absatzmengen nicht durch eine Preisänderung beeinflussbar, es sollte also bei gegebener Absatzmenge der optimale, d. h. im Rahmen der Gültigkeit der Annahmen über die Elastizität maximale Preis gewählt werden. Hierdurch wird das Gesamtproblem ebenfalls linearisiert, jedoch soll auf diesen Spezialfall nicht weiter eingegangen werden.

d)  $e = \infty, -\infty$

In diesem Fall kann der Preis nicht variiert werden, wenn von dem Produkt etwas abgesetzt werden soll. Er ist damit fix und das Problem ebenfalls linearisiert, auch dieser Spezialfall soll hier jedoch nicht weiter behandelt werden. Es wird der Fall a) untersucht, b) kann entsprechend bearbeitet werden.

Die Restriktion 2e) kann bei Verwendung der neuen Definitionen unverändert übernommen werden, in die Restriktionen 2f) sind die Beschränkungen für die Mengen- und Preisänderungen ergänzend einzufügen. Die Übersicht 3 stellt das veränderte Planungsproblem zusammenfassend dar.

### Übersicht 3: Linearisierung des Modells zur Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitsprinzip

Gegeben seien:

- $i = 1, \dots, I$             Produkte des Unternehmens,
- $j = 1, \dots, J$             Produktionsrestriktionen,
- $\{p_{ij}\}_{i=1}^I \quad j=1$         Koeffizienten dieser Restriktionen,
- $\{c_j\}_{j=1}^J$                 Beschränkungen dieser Restriktionen,
- $\{v_i\}_{i=1}^I$                 mengenproportionale Einzelstückkosten der Produkte ,
- $f$                             Gemeinkosten bezüglich der Produkte 1, ..., I,
- $\{mb_i\}_{i=1}^I$                 zulässige Produktionsmengen der Produkte,
- $\{fb_i\}_{i=1}^I$                 Deckungsbeiträge der Produkte bezüglich eines Preises  $pb_i$ , zu dem die Menge  $mb_i$  verkäuflich ist,
- $pb_i := fb_i + v_i$
- $\{fo_i\}_{i=1}^I$                 Begrenzung der positiven Deckungsbeitragsänderungen,
- $\{fu_i\}_{i=1}^I$                 Begrenzung der negativen Deckungsbeitragsänderungen,
- $\{mo_i\}_{i=1}^I$                 Absatzänderung bei Nutzung der maximalen negativen Deckungsbeitragsänderung,
- $\{mu_i\}_{i=1}^I$                 Absatzänderungen bei Nutzung der maximalen positiven Beitragsänderungen.

Gesucht werden:

- $\{mp_i\}_{i=1}^I$                 positive Absatzmengenänderungen,
- $\{mm_i\}_{i=1}^I$                 negative Absatzmengenänderungen,
- $\{fp_i\}_{i=1}^I$                 positive Deckungsbeitragsänderungen,
- $\{fm_i\}_{i=1}^I$                 negative Deckungsbeitragsänderungen,

so dass gilt:

$$a) \sum_{i=1}^I (fb_i + fp_i - fm_i + v_i - v_j) \cdot (mb_i + mp_i - mm_i) - f = \max$$

$\Leftrightarrow$

$$b) \underbrace{\sum_{i=1}^I (fb_i \cdot mb_i)}_1 - f + \underbrace{\sum_{i=1}^I fb_i \cdot (mp_i - mm_i)}_2$$

$$+ \underbrace{\sum_{i=1}^I (fp_i - fm_i) \cdot mb_i}_3 + \underbrace{\sum_{i=1}^I (fp_i - fm_i) \cdot (mp_i - mm_i)}_4 = \max$$

$\Leftrightarrow$

$$c) \sum_{i=1}^I [fb_i \cdot (mp_i - mm_i) + (fp_i - fm_i) \cdot mb_i] + \left\{ \sum_{i=1}^I (fp_i - fm_i) \cdot (mp_i - mm_i) \right\} = \max$$

Der Gesamtdeckungsbeitrag ist zu maximieren mit:

$$\left\{ \right\} \leq I \cdot \text{MAX}_{i=1} (fo_i, fu_i) \cdot \text{MAX}_{i=1} (mo_i, mu_i)$$

$$d') \bigwedge_{i=1}^I \left( \frac{mb_i + mp_i - mb_i}{mb_i} \right) : \left( \frac{v_i + fb_i - fm_i - (v_i + fb_i)}{v_i + fb_i} \right)$$

$$\geq \left( \frac{mb_i + mo_i - mb_i}{mb_i} \right) : \left( \frac{v_i + fb_i - fu_i - (v_i + fb_i)}{v_i + fb_i} \right) = ep_i$$

$$\bigwedge_{i=1}^I \left( \frac{mb_i - mm_i - mb_i}{mb_i} \right) : \left( \frac{v_i + fb_i + fp_i - (v_i + fb_i)}{v_i + fb_i} \right)$$

$$\leq \left( \frac{mb_i - mu_i - mb_i}{mb_i} \right) : \left( \frac{v_i + fb_i + fo_i - (v_i + fb_i)}{v_i + fb_i} \right) = em_i$$

$\Leftrightarrow$

$$d) \bigwedge_{i=1}^I fm_i + \frac{v_i + fb_i}{ep_i \cdot mb_i} \cdot mp_i \geq 0$$

$$\bigwedge_{i=1}^I fp_i + \frac{v_i + fb_i}{em_i \cdot mb_i} \cdot mm_i \leq 0$$

Die Preis-Absatz-Funktionen sind zu beachten.

$$e') \quad \bigwedge_{j=1}^J \sum_{i=1}^I b_{ij} \cdot (mb_i + mp_i - mm_i) \leq c^j$$

$\Leftrightarrow$

$$e) \quad \bigwedge_{j=1}^J \sum_{i=1}^I b_{ij} \cdot (mp_i - mm_i) \leq c^j - \sum_{i=1}^I b_{ij} \cdot mb_i =: c_j$$

Alle Kapazitätsrestriktionen sind zu beachten.

$$\left( \begin{array}{l} f) \quad \bigwedge_{i=1}^I 0 \leq mp_i \leq mo_i \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad 0 \leq mm_i \leq mu_i \end{array} \right) \quad \text{diese Restriktionen werden schon durch d) sichergestellt}$$

$$\bigwedge_{i=1}^I 0 \leq fp_i \leq fo_i$$

$$\bigwedge_{i=1}^I 0 \leq fm_i \leq fu_i$$

Das in der Übersicht 3 dargestellte Modell kann iterativ mit Hilfe der linearen Optimierung gelöst werden (5), (23). Dazu wird zunächst der Ausdruck  $fp_i - fm_i$  im Term 4 der Zielfunktion durch eine Schätzung  $fd_i^k$  ( $k = \text{Iterationsindex}$ ) ersetzt. Als Startwert verwendet man  $fd_i^0 = 0$ .

Das so linearisierte Problem wird gelöst, wobei mit Hilfe von zusätzlichen 0/1 Variablen sichergestellt wird, dass jeweils nur eine der beiden möglichen Mengen- und Preisabweichungen von 0 verschieden ist. Man erhält mit der Lösung eine Abschätzung für die Differenz der wahren Zielfunktion und der linearisierten Zielfunktion bezüglich des Lösungsvektors. Erscheint einem diese Differenz noch zu groß, so ersetzt man die Schätzung  $fd_i^0$  durch  $fd_i^1 = fp_i^0 - fm_i^0$  und löst das zugehörige Problem erneut, dies wird so lange fortgeführt, bis eine befriedigende Annäherung der zwei Zielfunktionswerte erreicht ist. Die Übersicht 4 zeigt diese Vorgehensweise.

#### Übersicht 4: Algorithmus zur Lösung des Problems der Übersicht 3

- 1)  $k=0$  sei der Iterationsindex
- 2) Definiere:  $fd_i^0 = 0$
- 3) Ersetze in der Zielfunktion  $3c \{ \quad \}$  durch  $\sum_{i=1}^I (mp_i - mm_i) \cdot fd_i^k$

- 4) Ergänze das Problem 3a-e) durch 0/1 Variable:

$$\bigwedge_{i=1}^I fp_i, fm_i, mp_i, mm_i$$

und die Restriktionen:

$$\begin{aligned}
& \bigwedge_{i=1}^I && K \cdot fp_i - fp_i \geq 0 \\
& && K \cdot fm_i - fm_i \geq 0 \\
& && fp_i + fm_i \leq 1 \\
& && K \cdot mp_i - mp_i \geq 0 \\
& && K \cdot mn_i - mn_i \geq 0 \\
& && mp_i + mn_i \leq 1 \\
K > & \bigwedge_{i=1}^I \text{MAX}(fo_i, fu_i, mo_i, mu_i)
\end{aligned}$$

- 5) Löse das gemischt-ganzzahlige Problem, die Lösungen seien:

$$\left\{ mp_i^k \right\}_{i=1}^I; \left\{ mn_i^k \right\}_{i=1}^I; \left\{ fp_i^k \right\}_{i=1}^I; \left\{ fm_i^k \right\}_{i=1}^I$$

- 6) Definiere  $B^k := \text{MAX}_{i=1}^I \left| \left( fp_i^k - fm_i^k \right) - fd_i^k \right|$

Dann gilt: Der Zielfunktionswert der linearisierten Zielfunktion ist vom wahren Zielfunktionswert maximal

$$B^k \cdot \sum_{i=1}^I \left( mp_i^k - mn_i^k \right)$$

entfernt.

- 7) Abweichung ausreichend gering?
- ```

    ja / Ende
    nein \ gehe nach 8)

```

- 8)  $k := k + 1$

$$\bigwedge_{i=1}^I fd_i^k := fp_i^{k-1} - fm_i^{k-1}$$

gehe nach 3)

Zur Verwendung des Modells ist die Kenntnis eines zulässigen Produktionsprogramms, d. h. von Produktionsmengen und zugehörigen Absatzpreisen, die einen Gesamtabsatz der Produkte ermöglichen, notwendig. Solche Daten können in der Regel aus Vergangenheitsaufzeichnungen abgeleitet werden. Die weiterhin notwendigen Schätzungen für sich aus definierten kleinen Preisänderungen ergebende Absatzänderungen werden am besten durch die Mitarbeiter durchgeführt, die für den Absatz der entsprechenden Produkte verantwortlich sind, und demgemäß die Märkte entsprechend gut kennen.

Problematisch an dieser Vorgehensweise ist jedoch, dass diese Mitarbeiter mit den entsprechenden Schätzungen gleichzeitig Vorgaben für die von ihnen zu erreichenden Ziele in der nächsten Arbeitsperiode machen. Sie legen damit auch den Aufwand und ggf.

die Schwierigkeiten für ihre zukünftige Arbeit fest. Mit der Frage, wie trotz dieser Probleme durch geeignetes Anreizsystem möglichst realistische Schätzungen von den Mitarbeitern zu erreichen sind, beschäftigt sich das folgende Kapitel.

## **6. Anreizsystem für eine realistische Absatzschätzung durch die Produktverantwortlichen**

Mit Hilfe des in der Übersicht 3 dargestellten Modells können geeignete Produktpreise nur dann ermittelt werden, wenn die Schätzungen der Preis-Absatz-Funktionen, die in den Restriktionen 3d) abgebildet sind, korrekt sind. Hierbei ergeben sich eine Reihe von Problemen:

- Das Wissen über die einzelnen Produktmärkte als Voraussetzung solcher Schätzungen ist im Unternehmen in der Regel auf mehrere Personen verteilt.
- Diese Personen haben eigene Interessen, die mit dem Unternehmensinteresse nur bedingt kompatibel sind, es besteht also ein „Principle-Agent-Problem“.
- Für das Gesamtunternehmen ist es gut, wenn gegebene Preissenkungen zu einer möglichst großen Absatzausweitung, gegebene Preiserhöhungen zu einer möglichst geringen Absatzeinschränkung führen, dies führt aber für die einzelnen Produktverantwortlichen zu Mehrarbeit und erheblichen Risiken, weswegen bei ihnen ein Bestreben bestehen könnte, nur sehr konservative Schätzungen abzugeben.
- Andererseits sind auch sehr risikofreudige Absatzschätzungen jedenfalls dann nicht im Unternehmensinteresse, wenn die geplanten Absatzmengen nicht realisiert werden können. Gerade bei Unternehmen mit starken Verbundwirkungen kommt hierbei neben den Erlösminderungen durch nicht abgesetzte Produkte das Vergeben von Marktchancen bei anderen Produkten, die wegen der Verbundenheit über den Rohstoff zunächst gar nicht produziert wurden und demzufolge auch nicht abgesetzt werden können, zum Tragen.

Anreizsysteme nach dem Modell der sogenannten Groves-Schemata ((6), (13), (22)) versuchen, dieses Problem zu lösen. Sie wurden auch für Investitions- und Produktionsprobleme weiter entwickelt ((1), (13)). Im Rahmen dieser Groves-Schemata wird die Entlohnung der Produktverantwortlichen in Abhängigkeit ihres eigenen tatsächlichen Beitrags zum Gesamtunternehmenserfolg und dem Beitrag aller anderen Bereiche bei Realisierung aller Planangaben ermittelt. Eine direkte Übertragung der Groves-Schemata auf das hier vorliegende Problem ist jedoch nicht zu empfehlen ((10), (17)).

- Ihre Effektivität ist nur bei Planungsproblemen unter Sicherheit oder risikoneutralen Produktmanagern garantiert ((6), (24), (25)). Doch gerade bei der Schätzung zukünftiger Absatzmengen spielt die Differenz zwischen geschätzten und tatsächlichen Absatzmengen und die Folgen dieser Differenz eine entscheidende Rolle.
- Das hier vorliegende Planungsproblem ist quadratisch, so dass die zur Realisierung der Groves-Entlohnung benötigten Schattenpreise nur für die linearisierte Problemversion zur Verfügung stehen und auch dort nur sehr lokalen Informationswert haben.

Deshalb wird versucht, die Ideen der Groves-Entlohnung auf das hier vorliegende Problem anzupassen. Dabei werden folgende Prinzipien berücksichtigt:

- Die Entlohnung soll aus zwei Bestandteilen bestehen, einem positiven, der den Erfolgsbeitrag der Absatzschätzungen, unter der Annahme, dass diese auch realisierbar sind, berücksichtigt, und einem negativen, der die Entlohnung in Abhängigkeit der Folgen von nicht realisierten Absatzschätzungen vermindert.



- Die für alle gemeinsam zur Verfügung stehende Gesamtentlohnung ergibt sich als Anteil der durch die Absatzmenschätzungen bewirkten DB-Verbesserungen bzw. im negativen Teil als Anteil der durch die nicht realisierten Absatzschätzungen bewirkten DB-Verringerungen.
- Auf die einzelnen Produktverantwortlichen wird ein Anteil proportional zu ihrem jeweiligen Beitrag zu diesen Gesamtveränderungen zugeordnet.
- Die relativen Wirkungen des positiven und des negativen Entlohnungsbestandteils können in Abhängigkeit des Planungsziels (es werden noch mehr mutige Schätzungen benötigt oder es werden konservative Schätzungen benötigt) geändert werden. In der Übersicht 5 sind die entsprechenden Regelungen algorithmisch dargestellt.

### Übersicht 5: Vergütungsfunktion für die Produktverantwortlichen

Gegeben sei das Preisfestsetzungsproblem in der linearisierten Form der Übersichten 3 und 4. Gegeben seien weiter:

$$\{mb_i\}_{i=1}^I ; \{fb_i\}_{i=1}^I$$

ein zulässiges Produktionsprogramm mit Preisen, zu denen die geplanten Produktmengen absetzbar sind, sowie:

$$\{fo_i\}_{i=1}^I ; \{fu_i\}_{i=1}^I$$

maximale Preisveränderungen.

Bezüglich der maximalen Preisveränderungen sollen die Produktverantwortlichen die zugeordneten Mengenänderungen

$$\{mu_i\}_{i=1}^I ; \{mo_i\}_{i=1}^I$$

melden.

Auf Basis dieser Meldungen wird das Produktionsprogramm gestaltet.

Ex post ergeben sich tatsächliche Absatzmengen

$$\{mb_i + \tilde{m}p_i - \tilde{m}m_i\}_{i=1}^I,$$

aus denen

$$\left\{ \tilde{m}u_i \mid \bigwedge_{i=1}^I \tilde{m}u_i = \tilde{m}m_i \right\}_{i=1}^I ; \left\{ \tilde{m}o_i \mid \bigwedge_{i=1}^I \tilde{m}o_i = \tilde{m}p_i \right\}_{i=1}^I$$

abgeleitet werden können. Dabei gilt:

$$\bigwedge_{i=1}^I \tilde{m}u_i \geq mu_i ; \bigwedge_{i=1}^I \tilde{m}o_i \leq mo_i$$

denn zusätzliche positive Mengenabweichungen des Absatzes können nicht auftreten, da die produzierten Mengen durch die Planungsvorgaben beschränkt sind. Dagegen ist möglich, dass nach Plan produzierte Mengen tatsächlich nicht abgesetzt werden. Sei weiter:

$$a) \quad D\left(\{mb_i\}_{i=1}^I, \{0\}_{i=1}^I, \{fo_i\}_{i=1}^I, \{fu_i\}_{i=1}^I\right) = DB$$

Der Zielfunktionswert des Problems der Übersicht 3 für eine Basislösung, wenn also eine Preiserhöhung zum 0-Absatz und eine Preissenkung zu keinem Mehrabsatz führt,

$$b) \quad D\left(\{mu_i\}_{i=1}^I, \{mo_i\}_{i=1}^I, \{fo_i\}_{i=1}^I, \{fu_i\}_{i=1}^I\right) = DPM$$

der Zielfunktionswert des Problems der Übersicht 3 bei Berücksichtigung der gemeldeten Mengenänderungen.

$$c) \quad D\left(\{\tilde{m}u_i\}_{i=1}^I, \{\tilde{m}o_i\}_{i=1}^I, \{fo_i\}_{i=1}^I, \{fu_i\}_{i=1}^I\right) = D\tilde{P}M$$

der Zielfunktionswert des Problems der Übersicht 3 bei ex post Berücksichtigung der tatsächlich realisierbaren Mengenänderungen. Weiter sei definiert:

$$d) \quad \bigwedge_{I \neq 1}^I dpm_I := D\left(\{mb_i\}_{i=1}^I, \{0\}_{i=1}^I \wedge [mu_I, mo_I]; \{fo_i\}_{i=1}^I, \{fu_i\}_{i=1}^I\right)$$

der Beitrag des Produktes I zur geplanten Zielfunktionsverbesserung

$$e) \quad \bigwedge_{I \neq 1}^I d\tilde{p}\tilde{m}_I := D\left(\{mb_i\}_{i=1}^I, \{0\}_{i=1}^I \wedge [\tilde{m}u_I, \tilde{m}o_I]; \{fo_i\}_{i=1}^I, \{fu_i\}_{i=1}^I\right)$$

der Beitrag des Produktes I zur ex post tatsächlich realisierte Zielfunktionsverbesserung.

$$f) \quad \text{Seien } \alpha, \beta, \gamma \text{ reelle Zahlen } \gamma > 0; 0 < \alpha < \frac{1}{2 \cdot \gamma}; -\gamma \leq \beta \leq \gamma$$

Dann wird die Vergütung für den Verantwortlichen für den Absatz des Produktes I festgelegt zu:

$$g) \quad \bigwedge_{I=1}^I V_I := \alpha \cdot (\gamma - \beta) \cdot \frac{dpm_I - DB}{\sum_{I=1}^I (dpm_I - DB)} \cdot [DPM - DB] - \alpha \cdot (\gamma + \beta) \cdot \frac{dpm_I - d\tilde{p}\tilde{m}_I}{\sum_{I=1}^I (dpm_I - d\tilde{p}\tilde{m}_I)} \cdot [DPM - D\tilde{P}M]$$

$\alpha$  beschreibt der Anteil der Ergebnisverbesserung, der für die Summe aller Vergütungen verwendet wird,  $\beta$  das relative Gewicht des Vergütungsanteils in Abhängigkeit der Planrealisierung im Verhältnis zum Anteil für positive Plandaten,  $\gamma$  die maximale Stärke dieser relativen Gewichtung.

Dieses Entlohnungssystem hat eine Reihe von positiven Eigenschaften:

- Es wird nur ein  $\alpha$ -Anteil der tatsächlichen Deckungsbeitragsverbesserung zur Entlohnung verwendet.

- Sowohl zu konservative als auch zu optimistische Schätzungen werden proportional zur Folgewirkung dieser Fehlschätzungen sanktioniert.
- Umgekehrt werden richtige Schätzungen proportional zu ihrem Beitrag zum Gesamterfolg honoriert.
- Über die Entlohnungsfunktionen können sowohl eher konservative als auch eher optimistische Schätzungen gefördert werden.

Mit Hilfe des hier vorgestellten Entlohnungssystems lässt sich eine wahrheitsgemäße Schätzung der Preis-Absatz-Funktionen fördern. Eine Entlohnung, die sicherstellt, dass in jedem Fall entsprechend dem Arbeitseinsatz gezahlt wird, ist damit nicht gesichert. Es soll auch nur der planungsrelevante Entlohnungsbestandteil dargestellt werden. Auf Basis dieser Preis-Absatz-Funktionen ist es wiederum mit Hilfe des in Übersicht 4 dargestellten Algorithmus möglich, marktkompatible Gemeinkostenzuschläge für die einzelnen Produkte und damit ein gewinnoptimales Preissystem für das Mehr-Produkt-Unternehmen zu generieren. Die Vorgehensweise wird zusammenfassend im folgenden Kapitel dargestellt.

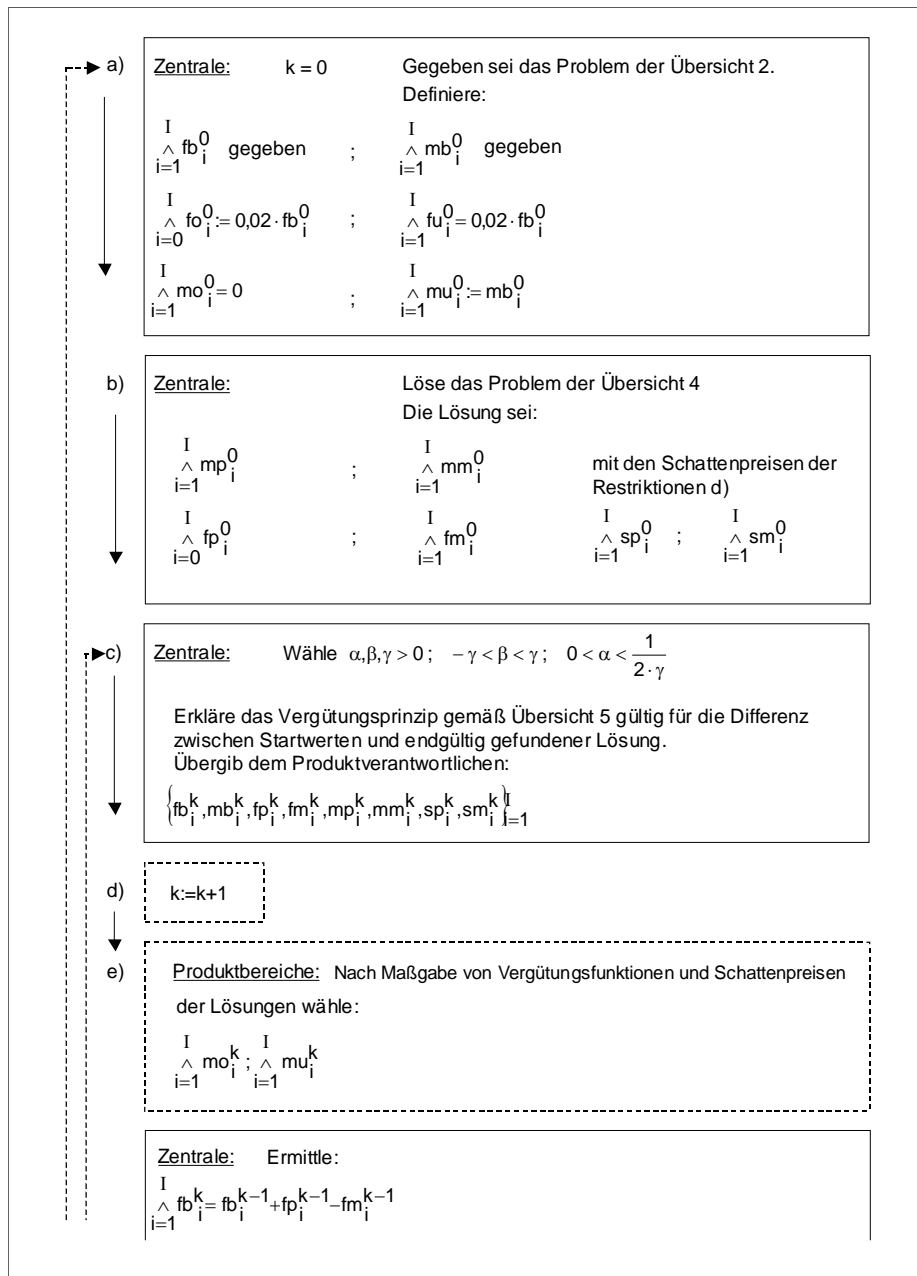
## **7. Algorithmus zur Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitsprinzip**

Das in den vorherigen Kapiteln zusammengestellte Handwerkszeug kann nun in eine Methodik zur Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitsprinzip integriert werden. Diese ist als iterativer Dialog zwischen der Zentrale, die das Produktionsprogramm einschließlich der Produktpreise simultan entwickelt, und den Produktmanagern, die ihre Information über die jeweiligen Preis-Absatz-Funktionen einbringen, gestaltet.

Ausgangspunkt dieses Dialogs ist es ein zulässiges Produktionsprogramm einschließlich zugeordneter Produkt-Absatz-Preise sowie ein erwünschtes Niveau des Deckungsbeitrags einschließlich des geplanten Gewinns dieses Produktionsprogramms. In der Regel wird dieses Ausgangsprogramm den geplanten Deckungsbeitragsbedarf noch nicht befriedigen. Die Zentrale nutzt dann den Algorithmus der Übersicht 4, um das Problem der Übersicht 3 für die sehr konservative Schätzung, dass weder Preiserhöhungen noch Preisreduzierungen für irgendein Produkt sinnvoll möglich sind, zu lösen. Es wird also die erste Schätzung für die möglichen Mehr- bzw. Minderabsatzzahlen bei vorgegebenen Preisreduzierungen bzw. Preiserhöhungen in der Gestalt getroffen, dass Preiserhöhung sofort zum vollständigen Zusammenbruch des Absatzes, eine Preisreduzierung dagegen zu keiner auch noch so geringen Ausweitung des Absatzes führen.

Die Zentrale verkündet den Entlohnungsmechanismus der Übersicht 5 an die Bereichsmanager mit dem Hinweis, dass dieser sich auf die Differenzen zwischen dem ebenfalls mitgeteilten Ausgangsproduktionsprogramm und einem befriedigenden Endproduktionsprogramm einschließlich Preisen bezieht. Gleichzeitig ergeben die Schättenpreise der Preis-Absatz-Funktions-Restriktionen Hinweise für die einzelnen Produktmanager über den Wert von möglichen Produktausweitungen bzw. Produktmengenreduzierungen bei entsprechenden Preisanpassungen. Auf dieser Basis entscheidet jeder Produktmanager, welche Mengenveränderung er für seine vorgegebenen Preiserhöhung, z. B. um 2 %, und eine entsprechende Preisreduktion melden will. Unter Zugrundelegung dieser Meldungen kann die Zentrale wiederum eine erneute Lösung bestimmen, führt diese zu einem erhöhten Deckungsbeitrag als die Lösung zuvor, so wird im Rahmen dieser Iteration dieses neue Produktionsprogramm zum Ausgangspunkt. Nach Übermittlung der entsprechenden Informationen der Produktmanager kann die Zentrale ein erneut verändertes Problem lösen. Führen die Meldungen der Produktmanager zu keinen Deckungsbeitragsverbesserungen mehr, ist jedoch das gewünschte

Deckungsbeitragsziel noch nicht erreicht, so kann die Zentrale durch Veränderung der Parametrisierung der Entlohnung risikofreudigere Schätzungen der Produktmanager abrufen. Führt auch dies nicht zum Erfolg, so muss dieses vorläufige Scheitern allen Produktmanagern mitgeteilt werden und auf Basis dieser Information über den Misserfolg beginnt das Verfahren erneut mit hoffentlich besseren Ergebnissen.



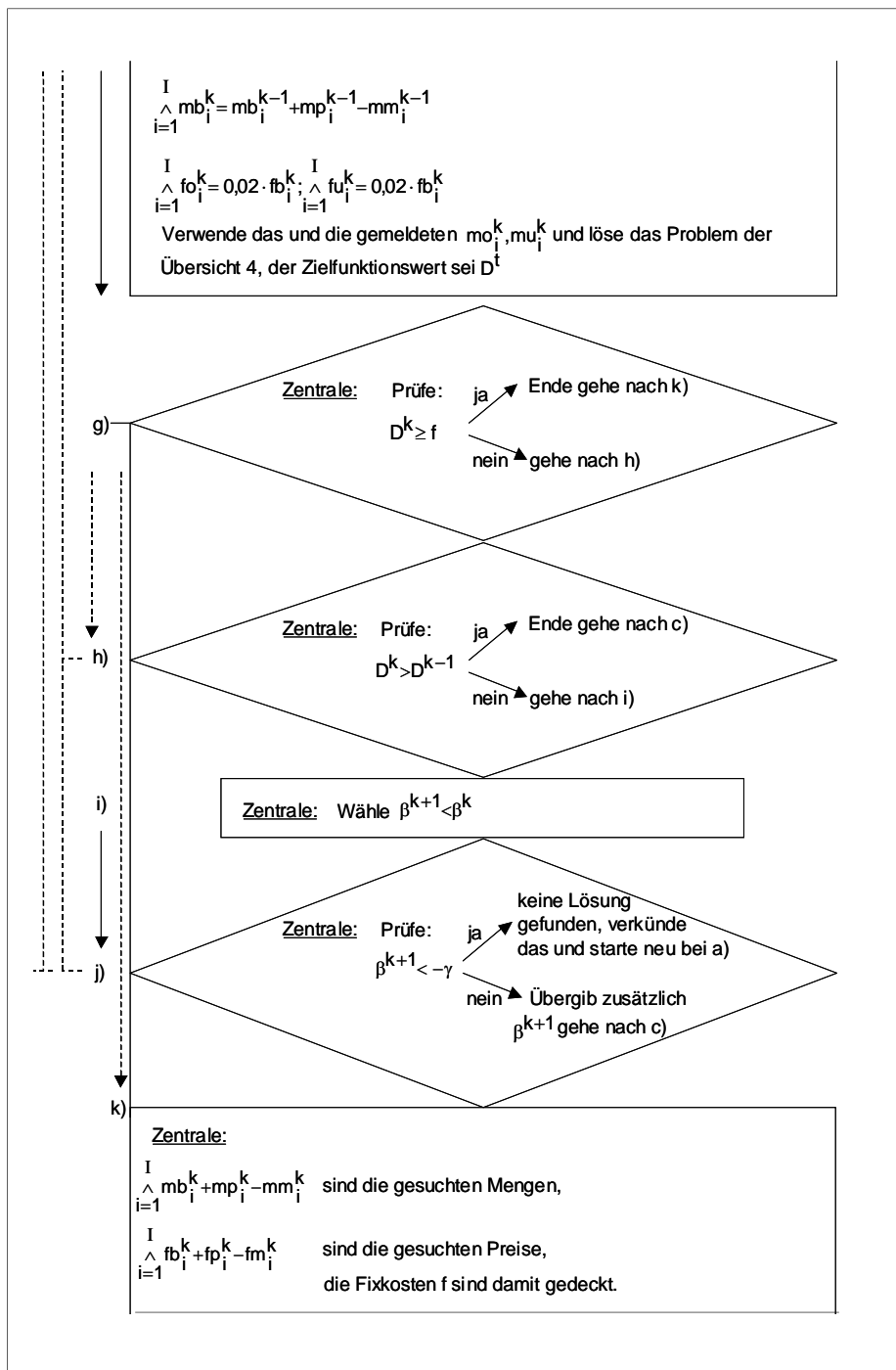


Abb. 4: Algorithmus zur Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitsprinzip

Will die Zentrale die Entlohnung nicht mehr in Richtung risikofreudiger Prognosen ändern und ist das gewünschte Deckungsbeitragsniveau erreicht sowie auf Basis der Meldungen keine weitere Erhöhung des Deckungsbeitragsniveaus mehr möglich, so ist die zuletzt gefundene Lösung das gesuchte Produktionsprogramm einschließlich der gesuchten Absatzpreise. Die Abbildung 4 fasst den Algorithmus noch einmal strukturell zusammen.

## 8. Beispielmolkerei

Zur Demonstration des Verfahrens wird eine Beispielmolkerei verwendet, die Drews (8) entwickelt hat. Untersucht wird das wöchentliche Produktionsprogramm für die Produkte Butter in 25 kg Blöcken, Butter in 250 g Paketen, H-Milch mit Fettgehalt 3,5 %, H-Milch mit Fettgehalt 1,5 %, Edamer in Kuppelproduktion mit Molkenpulver, Edamer in Kuppelproduktion mit Molke, Vollmilchpulver, Magermilchpulver sowie Magermilch zur Rückgabe an die Milcherzeuger. Das Produktionsprogramm wird wie in (23) um die Möglichkeit, Fett und Nichtfett in die nächste Periode zu übernehmen, erweitert, um bei extremen Situationen der Preis-Absatz-Funktionen die formale Verwendung des gesamten Rohstoffs sicherzustellen.

Restriktionen für das wöchentliche Produktionsprogramm ergeben sich aus der Kapazität der Butterei, der Kapazität der Käserei, den Kapazitäten für die Molken- und Milchtrocknung sowie den preisunabhängigen maximalen Absatzmengen für Butter, H-Milch und Vollmilchpulver. Zusätzlich wird die Produktion durch die verfügbare Rohstoffmenge beschränkt. Die zuvor beschriebenen Restriktionen werden ergänzt um die jeweils zwei Restriktionen zur Beschreibung der Preis-Absatz-Funktionen der einzelnen Produkte und um die formalen Restriktionen zur Einführung der 0/1 Variablen, die sicherstellen, dass jeweils nur eine der Mengen- und Preisabweichungen von 0 verschieden ist. Zu den Einzelheiten vergleiche man (23). Die Werte sind auf Euro umgestellt, die Preisbestandteile sowie die Ausgangsmengen geeignet angepasst. In der Übersicht 6 sind die Daten der Beispielmolkerei zusammengestellt. Das Produktionsprogramm wurde nicht aktualisiert, um die Vergleichbarkeit zu früheren Darstellungen zu erhalten.

## 9. Beispielergebnisse

Die hier dargestellten Ergebnisse sind die Folgen einer Simulation, wobei für die real von den Produktverantwortlichen beizutragenden Schätzungen für den Mehr- bzw. Minderabsatz bei gegebenen Preisveränderungen Annahmen berücksichtigt wurden, so dass die Wirksamkeit des Belohnungssystems der Übersicht 5 nicht getestet werden konnte. Alle Ergebnisse wurden mit Hilfe von XPRESS (7) erzielt. Zu den Einzelheiten vergleiche man (23). Die Übersicht 7 zeigt die Ergebnisse der Iterationsschritte.

Für  $t=0$  sind die Abschätzungen zunächst konservativ. Der DB steigt gegenüber dem Ausgangsprogramm nur um 6712 Euro. Für  $t=1$  werden deutlich mutigere Schätzungen unterstellt. Deshalb steigt der DB für dieses Programm gegenüber dem Endprogramm des Zustands  $t=0$  um 21756 Euro. Für  $t=2$  werden wegen der sehr vorsichtigen Abschätzungen keine wesentlichen Verbesserungen erreicht. Erst die unterstellte Veränderung der Vergütungsfunktion ergibt für  $t=3$  eine weitere Verbesserung um 15409 Euro.

Die Übersicht 8 vergleicht Ausgangsprogramm und gefundenes Endprogramm. Der DB steigt um 3,45 % von 1270389 Euro auf 1314216 Euro und damit über den gewünschten Soll-DB von 1300000 Euro.

Wählt man  $\alpha = 0,1, \beta = 0,3, \gamma = 1$  so ergeben sich die in der Übersicht 9 dargestellten Vergütungen, wenn man das dort genannte tatsächliche Absatzprogramm unterstellt.

**Übersicht 6: Daten der Beispielmolkerei zur Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitsprinzip**

| Restriktionen<br>$j=$<br>Produkte<br>$i=$ | Zielfunktion<br>DB/<br>Preis<br>$fb_j$ | 0<br>Menge<br>$mb_j$ | 1<br>Kapazität<br>Butterei<br>$b_{j1}$ | 2<br>Kapazität<br>Käsereien<br>$b_{j2}$ | 3<br>Kapazität<br>Molke-<br>trocknung<br>$b_{j3}$ | 4<br>Kapazität<br>Milch-<br>trocknung<br>$b_{j4}$ | 5<br>Absatz<br>Butter<br>250 g<br>$b_{j5}$ | 6<br>Absatz<br>H-Milch<br>3,5 %<br>$b_{j6}$ | 7<br>Absatz<br>H-Milch<br>1,5 %<br>$b_{j7}$ | 8<br>Absatz<br>Vollmilch-<br>pulver<br>$b_{j8}$ | 9<br>Fett-<br>menge<br>$b_{j9}$ | 10<br>Nichtfett-<br>menge<br>$b_{j10}$ |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|
| 1 Butter 25 kg                            | 4,2                                    | 117420               | 1                                      | -                                       | -                                                 | -                                                 | -                                          | -                                           | -                                           | -                                               | 0,842                           | 1,372                                  |
| 2 Butter 250 g                            | 4,3                                    | 10000                | 1                                      | -                                       | -                                                 | -                                                 | 1                                          | -                                           | -                                           | -                                               | 0,842                           | 1,372                                  |
| 3 H-Milch 3,5 %<br>Fettgehalt             | 0,30                                   | 50000                | -                                      | -                                       | -                                                 | -                                                 | -                                          | 1                                           | -                                           | -                                               | 0,0357                          | 0,9743                                 |
| 4 H-Milch 1,5 %<br>Fettgehalt             | 0,27                                   | 200000               | -                                      | -                                       | -                                                 | -                                                 | -                                          | -                                           | 1                                           | -                                               | 0,0156                          | 0,9944                                 |
| 5 Edamer/<br>Molkepulver                  | 2,85                                   | 30000                | -                                      | 1                                       | 0,546                                             | -                                                 | -                                          | -                                           | -                                           | -                                               | 0,235                           | 9,765                                  |
| 6 Edamer/<br>Molke                        | 2,70                                   | 30000                | -                                      | 1                                       | -                                                 | -                                                 | -                                          | -                                           | -                                           | -                                               | 0,235                           | 9,765                                  |
| 7 Vollmilch-<br>pulver                    | 2,45                                   | 25000                | -                                      | -                                       | -                                                 | 1,7                                               | -                                          | -                                           | -                                           | 1                                               | 0,264                           | 8,536                                  |
| 8 MM-Pulver                               | 1,99                                   | 213304               | -                                      | -                                       | -                                                 | 1,9                                               | -                                          | -                                           | -                                           | -                                               | 0,0005                          | 10,995                                 |
| 9 MM Rückgabe                             | 0,13                                   | 100000               | -                                      | -                                       | -                                                 | -                                                 | -                                          | -                                           | -                                           | -                                               | 0                               | 1                                      |
| 10 Fett                                   | 0,01                                   | 1730                 | -                                      | -                                       | -                                                 | -                                                 | -                                          | -                                           | -                                           | -                                               | 1                               | -                                      |
| 11 Nichtfett                              | 0,005                                  | 0                    | -                                      | -                                       | -                                                 | -                                                 | -                                          | -                                           | -                                           | -                                               | -                               | 1                                      |
| $c_j$                                     | -                                      | -                    | 144000                                 | 65000                                   | 123000                                            | 555400                                            | 10000                                      | 100000                                      | 200000                                      | 50000                                           | 133000                          | 3367000                                |

Alle Rechnungen wurden in sehr kurzer Zeit ausgeführt, wenn man die 0/1 Variablen gezielt nur für die Produkte einsetzt, bei denen aus numerischen Schwierigkeiten heraus sowohl positive als auch negative Abweichungen ungleich 0 auftreten, so lassen sich auch sehr große Probleme mit geringem Rechenaufwand lösen. Damit ist das EDV-mäßig etablierte System in der Lage, die Fragestellung der Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitssystem in einem kurzfristig abschließbaren Dialog zu unterstützen.

### Übersicht 7: Ergebnisse der Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitsprinzip

| i=              | t = 0 |                     |      |             |      |      |        |           |  |
|-----------------|-------|---------------------|------|-------------|------|------|--------|-----------|--|
|                 | fb    | mb                  | mo   | mu          | mp   | mm   | fp     | fm        |  |
| 1               | 4,2   | 117420              | 3600 | 1700        | 0    | 1700 | 0,0856 | 0         |  |
| 2               | 4,3   | 10000               | 500  | 300         | 1    | 0    | 0      | 0,0000176 |  |
| 3               | 0,3   | 50000               | 1100 | 500         | 0    | 500  | 0,0078 | 0         |  |
| 4               | 0,27  | 200000              | 6000 | 4000        | 0    | 4000 | 0,0072 | 0         |  |
| 5               | 2,85  | 30000               | 700  | 300         | 0    | 300  | 0,0616 | 0         |  |
| 8               | 2,7   | 30000               | 700  | 400         | 0    | 400  | 0,0574 | 0         |  |
| 7               | 2,45  | 25000               | 600  | 200         | 0    | 200  | 0,0504 | 0         |  |
| 8               | 1,99  | 213304              | 7000 | 4000        | 1390 | 0    | 0      | 0,00826   |  |
| 9               | 0,13  | 100000              | 2200 | 500         | 100  | 0    | 0      | 0,0000119 |  |
| 10              | 0,01  | 1730                |      |             |      |      |        |           |  |
| 11              | 0,005 | 0                   |      |             |      |      |        |           |  |
| Es gilt jeweils |       | fo = 0,02 · fb = fu |      | f = 1300000 |      |      |        |           |  |

| i=              | t = 1     |                     |       |             |      |         |          |            |  |
|-----------------|-----------|---------------------|-------|-------------|------|---------|----------|------------|--|
|                 | fb        | mb                  | mo    | mu          | mp   | mm      | fp       | fm         |  |
| 1               | 4,2856    | 115720              | 5000  | 1000        | 0    | 1000    | 0,087312 | 0          |  |
| 2               | 4,2999824 | 10001               | 2000  | 100         | 0    | 100     | 0,0882   | 0          |  |
| 3               | 0,3078    | 49500               | 2000  | 200         | 0    | 200     | 0,007956 | 0          |  |
| 4               | 0,2772    | 196000              | 10000 | 2000        | 0    | 2000    | 0,007344 | 0          |  |
| 5               | 2,9116    | 29700               | 3000  | 100         | 0    | 100     | 0,062832 | 0          |  |
| 8               | 2,7574    | 29600               | 4000  | 200         | 4000 | 0       | 0        | 0,058548   |  |
| 7               | 2,5004    | 24800               | 1000  | 100         | 0    | 100     | 0,0514   | 0          |  |
| 8               | 1,98174   | 214694              | 11000 | 2000        | 0    | 3062,57 | 0,041434 | 0          |  |
| 9               | 0,1299881 | 100100              | 4000  | 200         | 100  | 0       | 0        | 0,00000655 |  |
| 10              | 0,01      | 1805                |       |             |      |         |          |            |  |
| 11              | 0,0005    | 0                   |       |             |      |         |          |            |  |
| Es gilt jeweils |           | fo = 0,02 · fb = fu |       | f = 1300000 |      |         |          |            |  |



| i=              | t = 2  |                     |         |             |     |       |          |         |
|-----------------|--------|---------------------|---------|-------------|-----|-------|----------|---------|
|                 | fb     | mb                  | mo      | mu          | mp  | mm    | fp       | fm      |
| 1               | 4,3792 | 114720              | 500     | 6000        | 0   | 0     | 0        | 0       |
| 2               | 4,3882 | 9901                | 50      | 700         | 0   | 0     | 0        | 0       |
| 3               | 0,3158 | 49300               | 300     | 3000        | 0   | 0     | 0        | 0       |
| 4               | 0,2845 | 194000              | 1000    | 10000       | 0   | 0     | 0        | 0       |
| 5               | 2,9744 | 29600               | 200     | 5000        | 0   | 0     | 0        | 0       |
| 8               | 2,6989 | 33600               | 200     | 6000        | 0   | 0     | 0        | 0       |
| 7               | 2,5518 | 24700               | 100     | 3000        | 0   | 0     | 0        | 0       |
| 8               | 2,0232 | 211631              | 1000    | 211630      | 0   | 12,36 | 0,000005 | 0       |
| 9               | 0,13   | 100200              | 0,00001 | 10000       | 100 | 0     | 0        | 0,00004 |
| 10              | 0,01   | 1729                |         |             |     |       |          |         |
| 11              | 0,0005 | 0                   |         |             |     |       |          |         |
| Es gilt jeweils |        | fo = 0,02 · fb = fu |         | f = 1300000 |     |       |          |         |

| i=              | t = 3  |                     |       |             |      |        |           |           |
|-----------------|--------|---------------------|-------|-------------|------|--------|-----------|-----------|
|                 | fb     | mb                  | mo    | mu          | mp   | mm     | fp        | fm        |
| 1               | 4,3792 | 114720              | 2000  | 3000        | 0    | 0      | 0         | 0         |
| 2               | 4,3882 | 9901                | 400   | 100         | 0    | 100    | 0,08996   | 0         |
| 3               | 0,3158 | 49300               | 4000  | 300         | 0    | 300    | 0,008116  | 0         |
| 4               | 0,2845 | 194000              | 2000  | 4000        | 0    | 4000   | 0,00749   | 0         |
| 5               | 2,9744 | 29600               | 4000  | 200         | 4000 | 0      | 0         | 0,064088  |
| 6               | 2,6989 | 33600               | 300   | 1000        | 0    | 1000   | 0,0057378 | 0         |
| 7               | 2,5518 | 24700               | 1000  | 100         | 0    | 100    | 0,052504  | 0         |
| 8               | 2,0232 | 211619              | 12000 | 2000        | 0    | 2198,3 | 0,042263  | 0         |
| 9               | 0,1299 | 100300              | 1000  | 3000        | 100  | 0      | 0         | 0,0000262 |
| 10              | 0,01   | 1208,77             |       |             |      |        |           |           |
| 11              | 0,0005 | 0                   |       |             |      |        |           |           |
| Es gilt jeweils |        | fo = 0,02 · fb = fu |       | f = 1300000 |      |        |           |           |

### Übersicht 8: Planungsergebnisse

|       | Ausgangslage |        |         | Endlage    |           |            |
|-------|--------------|--------|---------|------------|-----------|------------|
|       | Preis        | Menge  | Erlös   | Preis      | Menge     | Erlös      |
| 1     | 4,28         | 117420 | 502558  | 4,452912   | 114720    | 510838,065 |
| 2     | 4,41         | 10000  | 44100   | 4,5881424  | 9801      | 44968,3837 |
| 3     | 0,39         | 50000  | 19500   | 0,413872   | 49000     | 20279,728  |
| 4     | 0,36         | 200000 | 72000   | 0,382034   | 190000    | 72586,46   |
| 5     | 3,08         | 30000  | 92400   | 3,140344   | 33600     | 105515,558 |
| 6     | 2,87         | 30000  | 86100   | 2,92623    | 32600     | 95395,098  |
| 7     | 2,52         | 25000  | 63000   | 2,674304   | 24600     | 65787,8784 |
| 8     | 2,08         | 213304 | 443672  | 2,155442   | 209420,77 | 451394,323 |
| 9     | 0,131        | 100000 | 13100   | 0,13091535 | 100400    | 13143,9011 |
| 10    | 0,01         | 0      | 0       | 0,01       | 1208,77   | 12,0877    |
| 11    | 0,0005       | 0      | 0       | 0,0005     | 0         | 0          |
| Summe |              |        | 1336430 |            |           | 1379921,48 |
| DB    |              |        | 1270389 |            |           | 1314716    |

### Übersicht 9: Vergütungen für die Produktverantwortlichen

| Produkte | tat. Absatz | Vergütung - Plan | Vergütung - Ist | Gesamtvergütung |
|----------|-------------|------------------|-----------------|-----------------|
| 1        | 114720      | 1104,84513       | 0               | 1104,84513      |
| 2        | 9000        | 115,767506       | -257,257211     | -141,489705     |
| 3        | 49000       | 113,095833       | 0               | 113,095833      |
| 4        | 180000      | 193,293112       | -267,423869     | -74,130757      |
| 5        | 32000       | 1597,82328       | -351,718618     | 1246,10467      |
| 6        | 33600       | 1151,22026       | 0               | 1151,22026      |
| 7        | 24600       | 366,165183       | 0               | 366,165183      |
| 8        | 200000      | 1049,58371       | -1421,415       | -371,831291     |
| 9        | 100000      | 5,65670836       | -366563,74      | 1,99107762      |
| Summen   |             | 5697,45072       | -2301,48027     | 3395,97044      |

### 10. Weiterer Forschungsbedarf

Während die Probleme der Informationsverarbeitung zur Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitsprinzip durch den vorgestellten Algorithmus als weitestgehend gelöst betrachtet werden können, ergeben sich Verbesserungsmöglichkeiten der Vorgehensweise, wenn an Stelle der intuitiven Expertenschätzung der Mengenveränderungen bei gegebener

nen Preisveränderungen, wie sie hier vorgestellt wurden, zusätzliche externe Informationen aus Statistik, ECR-Daten, Marktforschungsergebnissen und ähnlichem formalisiert in die entsprechenden Schätzungen eingebracht werden können. Auch eine Weiterentwicklung des hier dargestellten Entlohnungssystems und eine Überprüfung und Parametrisierung auf Basis entsprechender Tests wäre sinnvoll. Allerdings wird eine solche Tätigkeit im Rahmen der experimentellen Ökonomie sehr aufwendig. Das Verfahren ist auch anwendbar, um die intertemporale Verteilung der Gemeinkostenzuschläge zu bestimmen. Schließlich wäre zu klären, wie weit sich in der Molkereipraxis die Idee der Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitsprinzip für das gesamte Produktionsprogramm bereits durchgesetzt hat bzw. welche Verfahren dort tatsächlich angewendet werden. In den Bereichen, wo weiterhin nach Methoden der Vollkostenschlüsselung, wie sie z. B. auch bei vielen verwendeten Rohstoffwerten impliziert berücksichtigt wird, verfahren wird, sollte untersucht werden, warum diese nur zu suboptimalen Ergebnissen führenden Verfahren weiter angewendet werden und durch welche Schritte es erleichtert wird, diese Verfahren durch die verbesserten Methoden nach dem Tragfähigkeitsprinzip abzulösen.

## 11. Literatur

- (1) Bamberg, G.; Locarmek, H.: Groves-Schemata zur Lösung von Anreizproblemen bei der Budgetierung. In: Spremann, K. (Hrsg) Controlling: Gabler Verlag, Wiesbaden. S. 657-670 (1992)
- (2) Bender D. et al: Vahlens Kompendium der Wirtschaftstheorie und Wirtschaftspolitik. Verlag Vahlen, 1995
- (3) Besse, H. et al: Das Rechnungswesen in milchwirtschaftlichen Betrieben. Th. Mann Verlag Gelsenkirchen-Buer, 1980
- (4) Bitz, M. et al: Vahlens Compendium der Betriebswirtschaftslehre. Vahlen Verlag München, 1998
- (5) Brecht, W.: Kombinierte Mengen- und Preisoptimierung für einen Produktionsbetrieb. Zimmermann, U. (ed.) Operations Research Proceedings 1996. Selected Papers of the Symposium SOR 96, 1997
- (6) Cohen, S.; Loeb, M.: The Groves Scheme, Profit Sharing and Moral Hazard. Manage. Sci. (30) 20-24 (1984)
- (7) Dash Associates: XPRESS-MP. Warwickshire, 1994
- (8) Drews, M.: Die Bestimmung des kurzfristig optimalen Produktionsprogramms einer Molkerei mit Hilfe der linearen Programmierung. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte (30) 219-249 (1978)
- (9) Drews, M. et al: Deckungsbeitragsrechnung in Molkereien. Heinrichs Verlag Hildesheim, 1977.
- (10) Fang, S.-C.; Puthenpura, S.: Linear Optimization and Extensions. Prentice Hall Englewood Cliffs, 1993
- (11) George, J.; Mercer, A.; Wilson, H.: Variations in Price Elasticities. European Journal of Operations Research (88) 13-22 (1996)
- (12) Gill, P.E.; Murray, W.; Wright, M. H.: Practical Optimization. Academic Press London ..., 1981.
- (13) Groves, T.: Incentives in Teams. Econometrica (41) 617-632 (1973)
- (14) Herberg, H.: Preistheorie. Kohlhammer Verlag Stuttgart ..., 1994
- (15) Kilger, W.: Optimale Produktions- und Absatzplanung. Westdeutscher Verlag Opladen, 1973
- (16) Kim, J.B.; Ibrahim, M. E.: The Effect of Alternative Cost Allocation on Managerial Utility and Production Under Uncertainty. Journal of Business (1) 27-48 (1996)
- (17) Krahen, J. P.: Kostenschlüsselung und Investitionsentscheidung. ZfB (64) 189-202 (1993).
- (18) Luhmer, A.: Produktionsprogrammplanung bei asymmetrischer Information. ZfB Ergänzungsheft (4) 131-149 (1999)
- (19) Maus, S.: Strategiekonforme Kostenrechnung. Schäffer-Poeschel Verlag Stuttgart, 1996
- (20) Müller, B.: Die Planung des kurzfristig optimalen Produktionsprogramms einer Molkerei mit mehreren Betriebsstätten. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **30** (4) 361-378 (1978)
- (21) Müller, B.: Verbesserte Rohstoffverwertung in Molkereien auf Basis von Unternehmensvergleich und linearer Optimierung. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **38** (1) 49-76 (1986)

- (22) Müller, B.: Opportunitätskosten, Unsicherheit, dezentrale Organisation - Gründe für eine Renaissance der Vollkostenrechnung? Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **50** (1) 31-51 (1998)
- (23) Müller, B.: Simultane Preis- und Mengenoptimierung für die Produktionsprogrammplanung einer Molkerei. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **52** (3, 4) 245-267 (2000)
- (24) Pfaff, D.: Kostenrechnung, Unsicherheit und Organisation. Physica Verlag Heidelberg, 1993
- (25) Pfaff, D.; Leuz, Chr.: Groves - Schemata - Ein geeignetes Instrument zur Steuerung der Ressourcen-Allocation im Unternehmen? ZfBf (47) 659-690 (1995)
- (26) Riebel, P.: Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung. Gabler Verlag Wiesbaden 1994
- (27) Saigal, R.: Linear Programming - A Modern Integrated Analysis. Kluwer Academic Publishers Norwell, 1995
- (28) Seiffart, E.; Manteuffel, K.: Lineare Optimierung. Teubner Verlag Leibzig, 1974
- (29) Zikmund, W.; Dámico, M.: Marketing. Wiley Verlag New York ..., 1986

## 12. Zusammenfassung

Müller, B.: **Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitsprinzip am Beispiel eines Molkereiproduktssortiments**. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **56** (2) 73-102 (2004)

### **29 Molkereiwirtschaftliche Ökonomie** (Preisgestaltung, Tragfähigkeitsprinzip, Molkereiproduktssortiment)

Die Festlegung der "richtigen" Produktpreise gehört zu den zentralen Aufgaben im Rahmen eines erfolgreichen Molkereigeschäfts. Die Berücksichtigung der Notwendigkeit, die eigenen Kosten, auch die Produktgemeinkosten, zu decken einerseits, und des Zusammenhangs zwischen Produktpreisen und Absatzmengen andererseits führt für das Kuppelproduktionsunternehmen Molkerei dazu, dass die Verkaufspreise nur simultan für das gesamte Sortiment unter Berücksichtigung der Gemeinkosten nach dem Tragfähigkeitsprinzip optimal ermittelt werden können. Dies ergibt einerseits Probleme der Informationsverarbeitung bei der Berücksichtigung der Preis-Absatz-Mengen-Beziehungen und der übrigen Restriktionen für das gesamte Sortiment und andererseits die Notwendigkeit, die Informationen über die Preis-Absatz-Funktionen der einzelnen Produkte, die in der Regel verteilt im Unternehmen bei den Produktverantwortlichen vorliegt, abzurufen. Zur Lösung des ersten Problems kann ein hier dargestellter Algorithmus beitragen, der das tatsächlich entstehende quadratische Optimierungsproblem durch seine lokale Entwicklung linearisiert und somit effektiv lösbar macht. Zur Lösung des zweiten Problems soll ein Entlohnungsmechanismus führen, der für die Produktverantwortlichen effektive Anreize schafft. Zur Lösung des zweiten Problems soll ein Entlohnungsmechanismus führen, der für die Produktverantwortlichen effektive Anreize schafft, ihr tatsächliches Wissen über die zu erwartenden Absatzveränderungen bei gegebenen Preisveränderungen zu offenbaren und die entsprechend prognostizierten Absatzmengen dann auch möglichst zu erreichen. Beide Methoden werden in einem iterativen Dialog integriert, durch den sich mit Computerunterstützung die auf Basis der vorliegenden Informationen optimalen Produkt-Absatz-Preise für alle Molkereiprodukte ermitteln lassen. Das Verfahren wird an einer Beispielmolkerei demonstriert. Der zur Umsetzung notwendige Aufwand ist so gering, dass die Methode geeignet ist, die in der Praxis noch vielfach verwendeten Vollkostenmethoden der Produktpreisgestaltung zu ersetzen.

## Summary

Müller, B.: **Pricing according to the principle of bearability at the example of a milk product assortment.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **56** (2) 73-102 (2004).

**29 Dairy economics** (Pricing, principle of bearability, milk product assortment)

To fix the „right“ product prices is the central task of a successful dairy . The necessity to cover on one hand the own costs as well as the products' indirect costs, and the correlation between product prices and sales volume on the other hand results for the joint-product production of a dairy in the fact that the sales price can only be optimally determined on a simultaneous basis for the whole assortment taking into account the indirect costs according to the bearability principle. On one hand, this creates problems in the processing of information at observing the relations between price-sales volume, and the restrictions for the whole assortment, and, on the other hand, the necessity to retrieve information about the price-sales functions for the individual products, which generally are spread among the persons in charge with the products. A presented algorithm, which linearizes the occurring quadratic optimization problem by its local development may contribute to an efficient solution of this problem. To solve the second problem a remuneration mechanism creating efficient incentives should induce the persons in charge with the products to disclose their real knowledge about the expected changes in the sales under given price changes, and to reach the corresponding forecasted sales volume. Both methods are integrated in an iterative dialogue which, on the basis of the presently available information and with computer assistance, allows to determine the optimal product-sales prices for all milk products. The method is demonstrated at the example of a dairy. The required expenditure for the implementation is so minimal that the method is well suited to replace the full-cost method of pricing still much used.

## Résumé

Müller, B.: **Structuration des prix selon le principe orienté sur le niveau de saturation à l'exemple d'un assortiment de produits de laiterie.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **56** (2) 73-102 (2004)

**29 Economie laitière** (Structuration des prix, principe orienté sur le niveau de saturation, assortiment de produits laitiers)

La fixation des prix „corrects“ pour les produits est une des tâches essentielles pour la réussite sur le marché laitier. Pour la laiterie qui fonctionne selon le principe de la „joint production“, la prise en considération de la nécessité de couvrir les propres coûts ainsi que les frais généraux des produits d'un côté, et de la relation entre prix du produit et volume des ventes de l'autre côté a pour effet que les prix de vente pour l'assortiment complet ne peuvent être déterminés de manière optimale et simultanément qu'en tenant compte des coûts généraux selon le principe du niveau de saturation. Ceci crée des problèmes dans le traitement des informations en tenant compte des relations entre prix-volume de vente et les autres restrictions pour l'assortiment complet, et la nécessité de se procurer les informations sur les fonctions prix-demande des produits individuels. En général, ce sont les responsables de la production dans l'entreprise qui détiennent ces informations.

L'algorithme présenté peut contribuer à résoudre le premier problème, comme l'algorithme linéarise le problème d'optimisation dans le carré créé par son développement local et est ainsi capable de le résoudre. Pour résoudre le deuxième problème un mécanisme de rémunération est prévu ayant un effet stimulateur sur les responsables de la production de révéler leur savoir sur les changements attendus du volume des ventes provoqués par les variations de prix et d'atteindre les volumes de vente ainsi pronostiqués. Les deux méthodes sont intégrées dans un dialogue itératif qui permet, assisté par ordinateur, de déterminer sur la base des informations données la relation optimale prix- produit-vente-prix pour tous les produits de laiterie. La méthode est démontrée à l'exemple d'une laiterie. Les dépenses requises sont si minimales que la méthode est bien appropriée pour remplacer les différentes méthodes du prix de revient encore beaucoup utilisées pour la structuration des prix des produits.