

# **Bewertung der Inhaltsstoffe der Milch – Methodische Möglichkeiten und Grenzen**

Von B. Müller

Institut für Ökonomie der Ernährungswirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Standort Kiel, Postfach 6069, D-24124 Kiel

## **1. Problemstellung**

Der Rohstoff Milch und die durch ihn verursachten Kosten haben eine überragende Bedeutung für alle Molkereien. Bei einigen Produkten werden über 80 % der Produkterlöse für die Bezahlung des Rohstoffes verwendet (6, 16). Gleichzeitig wird aber die Berücksichtigung des Rohstoffes Milch in der Kostenrechnung der Molkerei durch besondere Probleme erschwert:

- Für die vielfach genossenschaftlich organisierten Molkereien existiert für den von den Genossen angelieferten Rohstoff Milch kein Einkaufspreis, weil die tatsächlichen Zahlungen an die Milcherzeuger erst nachträglich bekannt sind und durch diese Zahlung auch die Verzinsung des eingesetzten Kapitals und der Gewinnanteil abgegolten werden.
- In der Produktion der Milchprodukte wird in der Regel nicht die unveränderte Rohmilch in einem Produkt verarbeitet. Vielmehr werden die Bestandteile der Milch nach unterschiedlichen Mischungsverhältnissen produktspezifisch kombiniert. Für diese Bestandteile existieren auch in Privatmolkereien in der Regel keine Einkaufspreise (sehr wohl aber für Rahm, Magermilch und einige andere Milchinhaltsstoffe).
- Der Produktionsprozess einer Molkerei ist nicht durchgängig. Vielmehr werden sowohl zusammenfassende als auch zerlegende Prozesse miteinander kombiniert (siehe Übersicht 1).

In durchgängigen Produktionsprozessen wären sowohl eine Verrechnung der Kosten auf die Produkte als auch eine retrograde Verrechnung der Erlöse auf die Produktionsfaktoren verursachungsgerecht möglich (8).

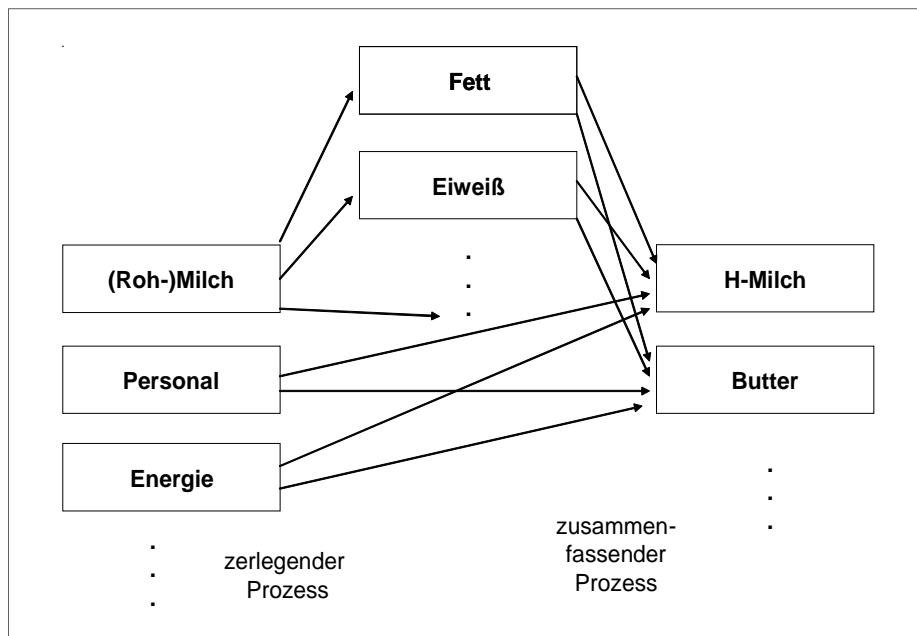
Bei einem rein zusammenfassenden Prozess ist nur noch die Verrechnung der Kosten auf die Produkte, nicht aber eine retrograde der Erlöse auf die Produktionsfaktoren möglich (8).

Bei einem reinen zerlegenden Prozess ist nur noch die retrograde Verrechnung der Erlöse auf die Produktionsfaktoren, nicht aber eine der Kosten auf die Produkte verursachungsgerecht möglich (8).

Demgemäß existiert beim sowohl zerlegenden als zusammenfassenden Prozess in Molkereien weder die eine noch die andere Möglichkeit (8). Bei einem Kuppelproduktionsprozess dieser Art können Bezugsobjekte der identitätsgerechten Kostenrechnung nur die Kuppelpäckchen sein (9, 19).

Hieraus ergibt sich, dass der „Wert“ der Bestandteile der Milch im Allgemeinen jedenfalls nicht im Sinne von Einzelkosten der Molkereiprodukte oder der Einkaufspreise von Produktionsfaktoren bei einer retrograden Rechnung verwendbar ist.

**Übersicht 1: Produktionsprozess einer Molkerei**



Gleichzeitig wurde gezeigt, dass sich alle algorithmisierbaren Darstellungen wohl definierter Entscheidungssituationen in Molkereien ebenso wie die zugehörigen Steuerungs- und Dokumentationsaufgaben auch ohne eine Bewertung der Milch Inhaltsstoffe bearbeiten lassen (16).

So kann man Entscheidungsprobleme mit Modellen der linearen oder gemischt-ganzzahligen Optimierung bearbeiten (8), für Fragen der Preisgestaltung empfiehlt sich das Tragfähigkeitsprinzip auf Basis einer Deckungsbeitragsrechnung (12, 17), und auch die Einbeziehung von Marktinformationen bei der Optimierung der Rohstoffverwertung ist ohne „Rohstoffwerte“ sinnvoll möglich (11).

Trotzdem gibt es aber eine Reihe von Problemen in Molkereien, bei denen die Datenlage unsicher oder die Entscheidungssituation und die Entscheidungsalternativen offensichtlich nicht vollständig bekannt sind und demzufolge auf besagte Algorithmen nicht zugegriffen werden kann.

Jedenfalls erfreut sich in der Praxis die seit vielen Jahren vom Kieler Institut veröffentlichte Rohstoffwertberechnung (6) einer immer noch wachsenden Beliebtheit.

Diese Erfahrung läuft eigentlich allen Erwartungen entgegen, denn die ökonomische Situation, für den dieser Kieler Rohstoffwert entwickelt wurde (für den jedenfalls eine rationale Rekonstruktion seines Inhalts möglich ist), ist weitestgehend nicht mehr gegeben. Zum einen werden neben dem Rohstoffbestandteil Fett weitere Inhaltsstoffe der Milch zunehmend wichtig, die jedoch in der Kieler Rohstoffwertrechnung nur summarisch als Nichtfett berücksichtigt werden (6) (die Ausweisung des Nichtfettwertes als Eiweißwert ändert hieran nichts). Zum zweiten haben die Produkte Butter und Magermilchpulver, aus denen der Kieler Rohstoffwert abgeleitet wird (6), ihre dominierende Bedeutung als Basisverwertung in Molkereien weitestgehend verloren.

Um einerseits den Wünschen der Praxis nach einem Rohstoffwert nicht taub gegenüberzustehen, um andererseits aber den zuvor erwähnten Änderungen der Realität Tribut zu zollen, soll deshalb in dieser Arbeit untersucht werden, inwieweit es möglich ist, die zuvor erwähnten Einschränkungen in der Definition des Rohstoffwertes aufzuheben.

## 2. Der Kieler Rohstoffwert

Der Kieler Rohstoffwert bewertet die Bestandteile Fett und Nichtfett des Rohstoffes Milch auf Basis der Kosten und Erlöse der Produkte Butter und Magermilchpulver (6). Er wurde entwickelt zu einer Zeit, als es eine unbeschränkte staatliche Interventionspflicht für diese Produkte zu festgesetzten und nur in größeren Zeitabständen veränderten Preisen gab. Gleichzeitig verfügte fast jede Molkerei über Reserveproduktionskapazitäten zur Herstellung dieser Produkte.

In einer solchen Situation ist der so definierte Rohstoffwert mit Einschränkungen auch für bestimmte Produktionsentscheidungen verwendbar. Kalkuliert man nämlich Kosten und Erlöse anderer Produkte unter zu Hilfenahme dieser Rohstoffwerte, so erfüllen diese die Funktion von Opportunitätskosten bezüglich einer alternativen Produktion von Butter und Magermilchpulver (14). Ergibt diese Kalkulation eine Unterdeckung, so ist ceteris paribus die Produktion von Butter und Magermilchpulver vorteilhafter, bei einer Überdeckung die der Alternativprodukte. Zwar lässt sich auch in einem solchen Fall die Entscheidung, was zu tun ist, rein aufgrund des Vergleichs der Kosten und Erlöse der beiden Alternativen mit genau dem gleichen Aufwand erzielen, jedoch bringt die Verwendung des Rohstoffwertes zumindest keine expliziten Nachteile.

Nun existieren eine Reihe von weiteren Definitionen von Rohstoffwerten (4), doch genießt der Kieler Rohstoffwert eine gewisse Sonderstellung, weil er unter dieser zuvor beschriebenen besonderen Situation tatsächlich auch für harte Entscheidungskalküle (eingeschränkt) verwendbar ist.

Die Einschränkungen der Verwendbarkeit dieses Kalküls auch in den zuvor erwähnten Sonderfällen ergibt sich u.a. daraus, dass den Produkten Butter und Magermilchpulver auch solche Kosten zugerechnet werden müssen, die nicht Einzelkosten dieser Produkte sind, wenn man ermitteln will, wieviel vom Erlös für diese Produkte zur Bezahlung des Rohstoffes „übrig“ ist. Zur Kritik hieran vergleiche man (18). Da diese Einschränkungen jedoch für alle Definitionen von Rohstoffwerten zutreffen, die versuchen, aus dem Erlös und den Kosten bestimmter Produkte den Wert von Rohstoffbestandteilen abzuleiten, soll trotz dieser Kritik an dieser Stelle untersucht werden, inwieweit eine Erweiterung der Definition des Rohstoffwertes, ausgehend von der Basis der Kieler Definition, möglich ist. Die Übersicht 2 zeigt hierzu noch einmal die Vorgehensweise bei der Ermittlung des Kieler Rohstoffwertes.

### Übersicht 2: Ermittlung des Kieler Rohstoffwertes

Gegeben seien die Produkte  
 $w = 1$  (Butter) und  $w = 2$  (Magermilchpulver)  
 $W (=2)$  sei die Anzahl der Produkte.  
Betrachtet werden die Milchhaltsstoffe  $r = 1$  (Fett) und  $r = 2$  (Nichtfett)  
 $R (=2)$  sei die Anzahl der betrachteten Milchhaltsstoffe.  
Gegeben seien weiter die Nettoverwertungen

$$E = \{e(w)\}_{w=1}^W$$

der Produkte je kg Produkt als der Nettoerlös abzüglich „geeignet“ bestimmter Vollkosten.

Gegeben seien auch die Anteile der Inhaltsstoffe in den Produkten (nicht der Rohstoffeinsatz)

$$I = \{i(w,r)\}_{w=1}^W \quad R$$

je kg Produkt.

Die gesuchten Rohstoffwerte

$$B = \{b(r)\}_{r=1}^R$$

b (1) = Wert je kg Fett

b (2) = Wert je kg Milchfett

ergeben sich als Lösung des Gleichungssystems

$$i(1,1) \cdot b(1) + i(1,2) \cdot b(2) = e(1)$$

$$i(2,1) \cdot b(1) + i(2,2) \cdot b(2) = e(2)$$

oder

$$I \cdot \bar{B} = \bar{E}$$

### 3. Probleme einer Übertragung auf mehr Rohstoffbestandteile und mehr Produkte

Will man die zuvor dargestellte Ableitung des Rohstoffwertes auf weitere Produkte bzw. Rohstoffbestandteile übertragen, so ergibt sich ein erstes Problem schon beim Versuch, die Struktur der Berechnung der Rohstoffbewertung in anderen Situationen als in denen eines alternativen Kalküls bezüglich der Produktion von Butter und Magermilchpulver zu verwenden.

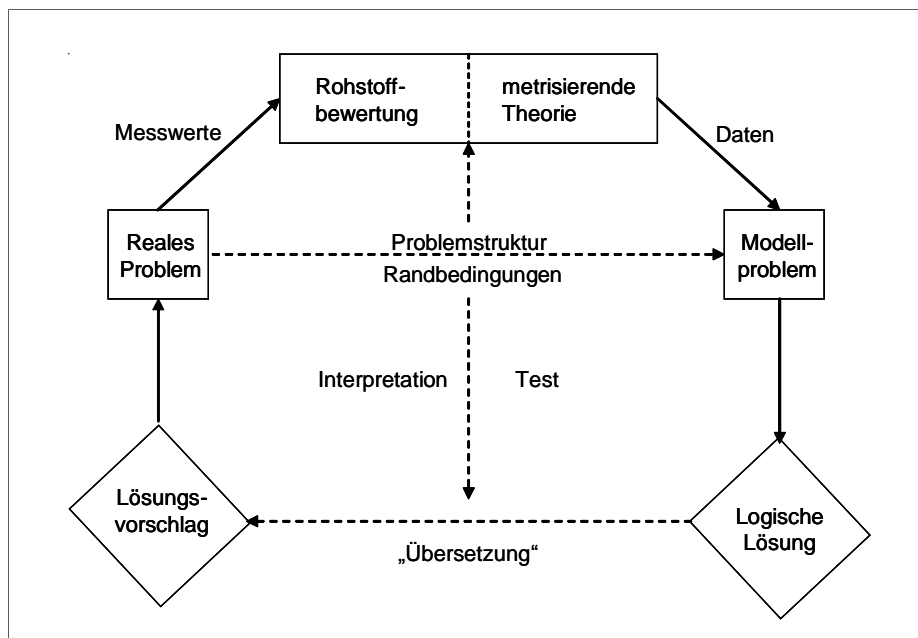
Die Rohstoffbewertung ist eine metrisierende Theorie im Sinne der Wissenschaftstheorie (10, 13, 20, 21, 22). Die Aufgabe einer metrisierenden Theorie ist es, auf logisch einwandfreiem Wege aus realen Messdaten den Input für den Kern einer Theorie, also für das Modell zu generieren. Die Begriffe der Theorieebene (hier Kosten und Erlöse) werden in diesem Fall mit Hilfe eines Marktmodells zur Gewinnentstehung als beobachtbare Zahlung interpretiert. Dies gilt für alle Kostendefinitionen. Die Übersicht 3 verdeutlicht diese Funktion von metrisierenden Theorien im gesamten Theoriegebäude.

Die Rohstoffbewertung ist also in diesem Sinne „richtig“, wenn die mit Hilfe des zugeordneten Entscheidungsmodells getroffenen Entscheidungen richtig sind, d.h. übereinstimmend mit dem eigentlich zu verwendenden Totalmodell auf Zahlungsbasis.

Dieses für metrisierende Theorien zentrale Wahrheitskriterium ist jedoch auf eine Erweiterung der Definition der Berechnung von Rohstoffwerten nicht anwendbar, weil, wie zuvor dargestellt, jenseits einer Verwendung als Opportunitätskostenkalkül keine Rohstoffwerte existieren können, die solche Entscheidungskalküle sinnvoll unterstützen. Da die Verwendung einer erweiterten Rohstoffwertdefinition in wohl definierten Entscheidungssituationen nicht möglich ist, fällt auch dieses Kriterium zur Überprüfung der Richtigkeit einer solchen Definition weg. Diese zentrale Schwierigkeit in der Ableitung einer erweiterten Definition von Rohstoffwerten soll in dieser Arbeit umgangen werden, in dem zunächst auf rein modelltheoretischer Ebene untersucht wird, welche Möglichkei-

ten existieren, den Modellkern der Rohstoffwertdefinition zu erweitern. Inwieweit sich dann aus diesen rein theoretischen Überlegungen eine Rückkopplung zu empirisch gehaltvollen Theorien ergeben, bleibt nach Abschluss der Kernerweiterung zu überprüfen. Hierbei soll jedoch schon an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass es im wissenschaftstheoretisch einwandfreiem Sinne keine Rechtfertigung für diese Kernerweiterung geben wird, dass es hierbei nur darum gehen kann, diese in irgendeinem nicht näher definierten Sinne „hilfreich und vernünftig“ (oder auch nicht) zu finden.

**Übersicht 3: Rohstoffbewertung als Teil der metrisierenden Theorie bei der wirtschaftswissenschaftlichen Bearbeitung realer Probleme**



Untersucht man, diesem Gedankengang folgend, in spielerischer Weise Abänderungsmöglichkeiten der Definition von Rohstoffwerten gemäß der Übersicht 2 auf rein formaler Ebene, so wird deutlich, dass diese Rohstoffwerte formal wohlgeformt genau dann definiert sind, wenn das lineare Gleichungssystem der Übersicht 2 eindeutig lösbar ist. Außer in degenerierten Fällen ist hierfür notwendig und hinreichend, dass die Koeffizientenmatrix  $I$  invertierbar ist.

Hieraus ergibt sich, dass außer in degenerierten Fällen (beide betrachteten Produkte haben genau den gleichen Fettanteil) jede Kombination von zwei Molkereiprodukten Basis der Definition von Rohstoffwerten sein kann, denn nur in einem solchen degenerierten Fall ist  $I$  nicht invertierbar. Dagegen ist schon nicht jede Kombination von zwei Rohstoffbestandteilen geeignet, auf diesem Wege Rohstoffwerte dieser Bestandteile zu definieren. Nur solche Kombinationen, bei denen das eine Produkt einen hohen Anteil bei einem Rohstoffbestandteil und einen niedrigen Anteil bei einem anderen Rohstoffbestandteil hat, und dies bei dem anderen Produkt umgekehrt ist, führt zu einer invertierbaren Matrix und damit zu einer Lösung des Problems. Für die beiden Rohstoffbestandteile Fett/Nichtfett ist dieses bei beliebigen Produktkombinationen automatisch

gegeben, weil sich beide zu 1 ergänzen und demzufolge ein erhöhter Rohstoffbestandteil bei Fett bei einem Produkt automatisch zu einem erhöhten Rohstoffbestandteil Nichtfett bei einem beliebigen anderen Produkt führt.

Führt man diese Überlegungen weiter, so ist zu erkennen, dass schon für drei Produkte und drei Rohstoffbestandteile nicht jede Produktkombination verwendbar ist, egal welche Rohstoffbestandteile man bewerten will, denn selbst wenn sich die drei Rohstoffbestandteile in der Summe zu 1 ergänzen würden, könnte der Fall eintreten, dass ein Produkt bezüglich der ersten beiden Rohstoffbestandteile höhere Anteile aufweist als ein anderes zur Berechnung verwendetes Produkt und damit die Invertierbarkeit der definierenden Matrix  $I$  nicht gegeben ist.

Beweise für diese Aussagen liefern Beispiele des Kapitels 7, aus denen Kombinationen von Produkten und Rohstoffbestandteilen zu ersehen sind, für die das zugehörige Gleichungssystem nicht oder nicht eindeutig lösbar ist. Noch verstärkt gilt diese Aussage trivialerweise für Kombinationen von mehr als drei Produkten und mehr als drei Rohstoffbestandteilen. Die Übersicht 4 fasst diese Erkenntnisse tabellenartig zusammen.

**Übersicht 4: Möglichkeiten einer Erweiterung der Definition von Rohstoffwerten**

Beibehaltung der Produkte Fett und Nichtfett	→	für fast alle Produktpaare definiert
2 beliebige Rohstoffbestandteile	→	für fast alle Produkt-Paare definiert, falls sich die Rohstoffbestandteile zu 1 ergänzen
3 Rohstoffbestandteile	→	nur für geeignete Gruppen zu je 3 Produkten definiert
Anzahl Rohstoffbestandteile $\neq$ Anzahl Produkte	→	nicht definiert

Will man die Kieler Definition zur Rohstoffbewertung auf eine Kombination von mehr Rohstoffbestandteilen als Produkten ausdehnen, so ergeben sich in der Regel unendlich viele Lösungen des zugeordneten Gleichungssystems und demzufolge unendlich viele Rohstoffwerte, was praktisch sicherlich nicht angemessen ist.

Im für die Realität wichtigsten Fall, in dem mehr Produkte (z.B. das gesamte Sortiment einer Molkerei) als Rohstoffbestandteile in die Definition von Rohstoffwerten eingehen sollen, existieren in der Regel keine Lösungen des zugeordneten Gleichungssystems. Da, wie erwähnt, dies jedoch die praktisch wichtigste Fragestellung ist, soll im Folgenden

untersucht werden, wie im Fall einer solchen Situation, wo für eine Anzahl von Rohstoffbestandteilen einerseits und eine größere Anzahl von Produkten andererseits, die für die Definition verwendet werden, Rohstoffwerte berechnet werden sollen, vorgegangen werden kann. Eindeutig ist, dass nach den Ergebnissen der bisherigen Untersuchungen, das Gleichungssystem

$$I \cdot \bar{B} = \bar{E}$$

in der Regel keine Lösung hat. Es bieten sich zwei Kernerweiterungen für diese Bestimmung von Rohstoffwerten an:

a)  $I \cdot \bar{B} \leq \bar{E}$

und

b)  $I \cdot \bar{B} \geq \bar{E}$

Beide sind ökonomisch interpretierbar. Im Fall a) wird die Rohstoffbewertung so gewählt, dass keinerlei Unterdeckungen bei den einzelnen Produkten auftreten, also für alle Produkte der Nettoertrag zumindest ausreicht, die so bewerteten Rohstoffbestandteile zu bezahlen. Der Rohstoffwert wird so bestimmt, dass er für jedes Produkt durch den Erlös realisierbar ist.

Im Fall b) wird umgekehrt gefordert, dass keinerlei Überdeckungen auftreten. Die Rohstoffwerte sind so hoch festgelegt, dass bei keinem einzigen Produkt mehr Geld erwirtschaftet werden kann, als zur Bezahlung des Rohstoffes für dieses Produkt notwendig ist. In gewisser Weise werden durch beide Definitionen gemeinsam Grenzen für Rohstoffwerte ermittelt.

Allerdings erzeugt man durch die Behebung des Problems der Unlösbarkeit des linearen Gleichungssystems durch Umwandlung in zwei Ungleichungssysteme ein neues Problem. Es gibt jeweils unendlich viele Lösungen, denn alle genügend kleinen Rohstoffwerte sorgen dafür, dass keine Unterdeckungen entstehen, alle genügend großen Rohstoffwerte sorgen dafür, dass keine Überdeckungen entstehen.

Um die so erzeugte Vielfalt von Rohstoffwerten wiederum einzuschränken, bietet es sich an, aus der Menge der in diesem Sinne zulässigen Rohstoffwerte, die die oben genannten Bedingungen erfüllen, jeweils die „besten“ auszusuchen. Da, wie erwähnt, anstelle eines Rohstoffwertes ein Intervall von „ausgezeichneten“ Rohstoffwerten ermittelt wird, bietet es sich an, dieses Intervall klein zu halten. Deshalb ist von allen Rohstoffwerten, die Unterdeckungen verhindern, der jeweils größte am besten, denn der stellt die untere Grenze des gesuchten Intervalls dar, von allen Rohstoffwerten, die Überdeckungen verhindern, ist der kleinste am besten, denn der stellt die obere Grenze des so definierten Intervalls dar. Hierdurch ist aus dem zuvor in der Kieler Definition verwendeten linearen Gleichungssystem ein System von zwei linearen Optimierungsproblemen entstanden:

c)  $F_1(B) \rightarrow \max$   
 $I \cdot \bar{B} \leq \bar{E}$

d)  $F_2(B) \rightarrow \min$   
 $I \cdot \bar{B} \geq \bar{E}$

Es lässt sich leicht sehen, dass die so definierten Modelle einer Erweiterung des Modells für den Kieler Rohstoffwert darstellen, denn wenn gilt:

$$I \cdot \bar{B} = \bar{E}$$

und die Lösung  $\bar{B}$  eindeutig ist, so ist dies auch die gemeinsame Lösung der linearen Ungleichungssysteme c) und d). Das so definierte Intervall für Rohstoffwerte schmilzt zu einem Punkt zusammen, dem Kieler Rohstoffwert.

Für die Zielfunktion  $F_1$  und  $F_2$  gibt es wiederum verschiedene Möglichkeiten der Kernerweiterung. Eine bestände z.B. darin, beide Modelle zusammen zu fassen und zu fordern, dass die irgendwie gewichtete Summe aller Über- und Unterdeckungen minimiert werden sollte, hierdurch entsteht das Modell aus (4). Außerdem könnte man fordern, dass der über die Rohstoffwerte definierte Gesamtwert des eingesetzten Rohstoffes im gesamten Produktionsprogramm jeweils im zuvor dargestellten Sinne zu optimieren ist. Beiden Methodiken fehlt jedoch eine eindeutige ökonomische Interpretation, d.h. es kann nicht angegeben werden, für welche ökonomische Theorie die so definierte metrisierende Theorie der Rohstoffwerte Entscheidungshilfe leisten kann. Deshalb wird hier ein anderer Weg beschritten und getrennt für jedes Produkt untersucht, welche Rohstoffbewertung dieses Produkt aus Sicht der Molkerei bzw. aus Sicht der Molkereikunden als besonders gut bzw. optimal erscheinen lässt.

Es entstehen zwei Systeme von linearen Optimierungssystemen, einmal aus Sicht der Molkerei, einmal aus Sicht der Molkereikunden und die Rohstoffwerte der so entstehenden Systeme der linearen Optimierung sind interpretierbar als die Bewertungen, die das jeweils betrachtete Produkt gerade als in optimalem Maße effizient aus Sicht der Molkerei bzw. der Molkereikunden betrachten lassen. Dies führt zu Modellen der DEA, deren ökonomischer Gehalt im folgenden Kapitel beschrieben werden soll, die Übersicht 5 zeigt jedoch zunächst die Schritte der Ableitung der Kernerweiterung des Kieler Rohstoffwertes zum DEA-Modell.

**Übersicht 5: Erweiterte Modelle zur Rohstoffbewertung**

Rohstoffbestandteile	Produkte	Modell	Lösung
Fett,Nichtfett	Butter,Magermilchpulver	$I \cdot \bar{B} = \bar{E}$	eindeutig
Fett,Nichtfett	beliebigesPaar	$I \cdot \bar{B} = \bar{E}$	eindeutig
beliebigesPaar	beliebigesPaar	$I \cdot \bar{B} = \bar{E}$	Lösung existiert nicht immer
R = 3	W = 3	$I \cdot \bar{B} = \bar{E}$	Lösung existiert selten
R > W	W	$I \cdot \bar{B} \leq \bar{E}$ $I \cdot \bar{B} \geq \bar{E}$	unendlich viele Lösungen
R < W	W	$F_1(B) \rightarrow \max$ $I \cdot \bar{B} \leq \bar{E}$ $F_2(B) \rightarrow \min$ $I \cdot \bar{B} \geq \bar{E}$	Lösungsintervall

#### 4. DEA als Hilfsmittel zur Rohstoffbewertung

Die DEA ist ein Instrument zur Ermittlung und zum Vergleich der Effizienz von Entscheidungseinheiten, die multiple Inputs in multiple Outputs umwandeln (5). Sie wurde zunächst vor allem in Bereichen eingesetzt, wo Inputs und Outputs nicht einfach über



Geld gemessen werden können, lässt sich jedoch auch in der Molkereiwirtschaft sinnvoll einsetzen (15) und wurde auch schon nur Bestimmung der Zahlungsbereitschaft von Kunden für bestimmte Produkteigenschaften verwendet (7), was der Bewertung der Inhaltsstoffe von Molkereiprodukten aus Kundensicht entspricht. Es existieren diverse DEA-Modelle (5), die hier im vorherigen Kapitel abgeleitete Methodik zur Rohstoffbewertung lässt sich als additives Modell mit konstanten Skalenerträgen interpretieren.

Als Maß der Effizienz wird das Verhältnis von Outputs (bzw. summierten gewichteten Outputs) zu Inputs (bzw. gewichteten summierten Inputs) verwendet. Eine Entscheidungseinheit gilt als effizient, wenn das Verhältnis bei 1 liegt. Jede Abweichung von 1 wird als Maß für die Ineffizienz interpretiert.

Im Rahmen der DEA wird nun untersucht, ob für eine betrachtete Entscheidungseinheit Gewichte der Inputs und Outputs so gefunden werden können, dass für alle Entscheidungsträger die Differenz der gewichteten Summen der Outputs und der gewichteten Summen der Inputs negativ ist und diese Differenz für die betrachtete Entscheidungseinheit minimal wird. Eine Entscheidungseinheit gilt dann als effizient, wenn die Differenz 0 ist. Diese DEA-Definition der Effizienz ist äquivalent zu der für die Rohstoffbewertung gefundenen Definition auf Basis eines linearen Optimierungsproblems (15). Die Übersicht 6 fasst diese Definition zusammen.

#### Übersicht 6: Effizienzmessung durch DEA

Seien:

$w = 1, \dots, W$  die Entscheidungsträger

$s = 1, \dots, S$  die verwendeten Inputs (z.B. Produkte),

$r = 1, \dots, R$  die entstehenden Outputs

mit den zugehörigen Inputmengen

$$\{(e(w,s))\}_{w=1}^W \quad s=1$$

und Outputmengen

$$\{(i(w,r))\}_{w=1}^W \quad r=1$$

Für jedes  $\bar{w} = 1, \dots, W$  bildet dann das lineare Optimierungsproblem

$$\begin{aligned} & \sum_{r=1}^R i(\bar{w}, r) \cdot b(\bar{w}, r) \rightarrow \max \\ & \sum_{w=1}^W \sum_{r=1}^R i(w, r) \cdot b(\bar{w}, r) - \sum_{s=1}^S e(w, s) \cdot \tilde{b}(\bar{w}, s) = 0 \\ & \sum_{r=1}^R b(\bar{w}, r) = 1 \quad \text{oder} \quad \sum_{s=1}^S \tilde{b}(\bar{w}, s) = 1 \\ & \sum_{r=1}^R b(\bar{w}, r) \geq 0 \quad \sum_{s=1}^S \tilde{b}(\bar{w}, s) \geq 0 \end{aligned}$$

Das System der Effizienzbestimmung.

Die  $\tilde{b}(w,s)$  sind die Gewichte des Inputs (die  $b(w,r)$  die der Outputs).

Betrachtet man nun die Molkereiprodukte aus der Sicht der Käufer, so ist ihr rohstoffbezogener Output definiert durch den jeweiligen Rohstoffgehalt bezüglich der zu bewer-

tenden Rohstoffbestandteile der Milch, der entsprechende Input ist definiert durch die rohstoffbezogene Nettoverwertung. Hieraus ergibt sich das folgende DEA-Problem.

**Übersicht 7: Kundenorientiertes DEA-Modell zur Rohstoffbewertung**

Gegeben seien die Rohstoffbestandteile  
 $r = 1, \dots, R$   
für die Produkte  
 $w = 1, \dots, W \quad (W > R)$   
durch  
 $\{i(w, r)\}_{w=1}^W \quad r=1$   
sowie die zugehörigen Nettoverwertungen:  
 $\{e(w)\}_{w=1}^W$   
Für jedes Produkt  $1 \leq \bar{w} \leq W$  ist dann die Lösung  
 $\{b^u(\bar{w}, r)\}_{r=1}^R$   
des Problems  
 $\sum_{r=1}^R i(\bar{w}, r) \cdot b^u(\bar{w}, r) \rightarrow \max$   
 $\wedge \sum_{r=1}^R i(w, r) \cdot b^u(\bar{w}, r) \leq e(w)$   
 $\wedge b^u(\bar{w}, r) \geq 0$   
eine kundenorientierte DEA Bewertung der Rohstoffbestandteile dergestalt, dass dieses Produkt  $\bar{w}$  sei optimale Effizienz erreicht.  
Gilt:  
 $\sum_{r=1}^R i(\bar{w}, r) \cdot b^u(\bar{w}, r) = e(\bar{w})$   
so ist das Produkt  $\bar{w}$  im kundenorientierten Sinne effizient.

Betrachtet man umgekehrt die Molkereiprodukte als Entscheidungseinheit aus Sicht der Molkerei, so sind die zu bewertenden Rohstoffbestandteile die Inputs und die Nettoverwertung ist der Output der entsprechenden Entscheidungseinheit. Waren bei der Betrachtung aus Kundensicht die Bewertungsfaktoren der Inputeinheiten auf 1 normiert, so kann man umgekehrt hier nun die Bewertungen der Outputeinheiten auf 1 normieren, hierdurch entsteht als Zielfunktion des linearen Optimierungsproblems eine Minimierung der gewichteten Inputs. Es ergibt sich das folgende Problem der DEA.

### Übersicht 8: Molkereiorientiertes DEA-Modell zur Rohstoffbewertung

Gegeben seien die Rohstoffbestandteile

$$r = 1, \dots, R$$

für die Produkte

$$w = 1, \dots, W \quad (W > R)$$

durch

$$\{(i(w,r))\}_{w=1}^W \quad R$$

sowie die zugehörigen Nettoverwertungen

$$\{e(w)\}_{w=1}^W$$

Für jedes Produkt  $1 \leq \bar{w} \leq W$  ist dann die Lösung

$$\{b^0(\bar{w}, r)\}_{r=1}^R$$

des Problems

$$\sum_{r=1}^R i(\bar{w}, r) \cdot b^0(\bar{w}, r) \rightarrow \min$$

$$\bigwedge_{w=1}^W \sum_{r=1}^R i(w, r) \cdot b^0(\bar{w}, r) \geq e(w)$$

$$\bigwedge_{r=1}^R b^0(\bar{w}, r) \geq 0$$

eine molkereiorientierte DEA-Bewertung der Rohstoffbestandteile dergestalt, dass Produkt  $\bar{w}$  seine optimale Effizienz erreicht.

Gilt:

$$\sum_{r=1}^R i(\bar{w}, r) \cdot b^0(\bar{w}, r) = e(\bar{w})$$

so ist das Produkt  $\bar{w}$  im molkereorientierten Sinne effizient.

Beide Definitionen zusammen beschreiben das „Intervall“, in der die Rohstoffwerte aus der DEA-Definition liegen, wobei der Begriff „Intervall“ sich auf den gesamten Vektor der Rohstoffbewertungen bezieht in dem Sinne, dass die kundenorientierte Rohstoffbewertung eine Untergrenze für den Wert des insgesamt verarbeiteten Rohstoffes ergibt, die molkereiorientierte Rohstoffbewertung eine Obergrenze. Dabei beziehen sich diese „Rohstoffwerte“ jeweils auf ein Produkt, für unterschiedliche Produkte aus dem Produktionsprogramm ergeben sich unterschiedliche Rohstoffwerte, die die Effizienz des jeweils betrachteten Produkts aus Sicht der Molkerei bzw. aus Sicht der Molkereikunden im zuvor definierten Sinne optimieren. Bis zu diesem Punkt ergibt sich für die hier gefundene erweiterte Definition von Rohstoffwerten eine eindeutige ökonomische Interpretation, die allerdings in nur sehr geringer Weise den intendierten Verwendungen der Rohstoffwerte entspricht.

## 5. Ein heuristisches Modell zur Rohstoffbewertung

Will man aus diesen vielen Rohstoffbewertungen einzelne auszeichnen, so lässt sich dieses logisch zwingend wie zuvor erwähnt nur tun, wenn man ein Modell voraussetzt, in Bezug auf das die Rohstoffwerte als metrisierend wirken sollen. Wie ebenfalls zuvor gezeigt, existiert jedoch ein solches Modell nicht. Eine Rohstoffbewertung für nicht näher definierte „heuristische“ Zwecke ist aber genauso ungenau wie diese intendierten Verwendungsmöglichkeiten. Es bleibt deshalb nur, im Weiteren „heuristisch“ vorzugehen und es dem Verwender zu überlassen, inwieweit so definierte Rohstoffwerte für ihn sinnvoll sind.

In einem nicht näher zu bezeichnenden Sinn „vernünftig“ könnte es sein, die Rohstoffwerte bzgl. der verschiedenen Produkte zunächst unter Berücksichtigung der relativen Bedeutung der Rohstoffbestandteile in den einzelnen Produkten einerseits und der relativen Bedeutung der Produkte im Produktsortiment andererseits zu einer „durchschnittlichen“ Rohstoffbewertung, jeweils aus Kunden- und Molkereisicht, zu aggregieren, und so anstelle der produktbezogenen Rohstoffwertintervalle solche zu erhalten, die eindeutig durch das unterstellte Produktionsprogramm und die entsprechenden Parameter definiert sind. Als Repräsentant des gesamten Intervalls könnte dann ein Rohstoffwert für den jeweiligen Rohstoffbestandteil als arithmetisches Mittel dieser beiden Rohstoffwerte aus Kunden- und Molkereisicht definiert werden. Diese Vorgehensweise beschreibt die Übersicht 9.

### Übersicht 9: Eine aggregierte DEA Rohstoffbewertung

Gegeben seien die DEA Rohstoffbewertungen

$$\left\{ b^u(\bar{w}, r) \right\}_{r=1}^R \quad \frac{W}{w=1}, \quad \left\{ b^o(\bar{w}, r) \right\}_{r=1}^R \quad \frac{W}{w=1}$$

Gegeben seien ferner die mengenmäßigen Anteile der Produkte am gesamten Produktionsprogramm

$$\left\{ a(w) \right\}_{w=1}^W$$

Durch:

$$\hat{b}^u(\bar{r}) = \frac{\sum_{w=1}^W a(w) \cdot i(w, \bar{r}) \cdot b^u(w, \bar{r})}{\sum_{r=1}^R \left( \sum_{w=1}^W a(w) \cdot i(w, r) \right)}$$

und

$$\hat{b}^o(\bar{r}) = \frac{\sum_{w=1}^W a(w) \cdot i(w, \bar{r}) \cdot b^o(w, \bar{r})}{\sum_{r=1}^R \left( \sum_{w=1}^W a(w) \cdot i(w, r) \right)}$$

sowie

$$\hat{b}(r) = \frac{b^u(r) + b^o(r)}{2}$$

wird eine heuristische Rohstoffbewertung

$$\left\{ b(r) \right\}_{r=1}^R$$

definiert, die bezüglich beliebiger Rohstoffbestandteile und eines beliebigen Produktionsprogramms wohl definiert ist.

## 6. Praktische Erprobung des so definierten Rohstoffwertes

Um beispielhaft zu untersuchen, welche Rohstoffwerte sich für unterschiedliche Konstellationen von Produktionsprogrammen und ausgesuchten Rohstoffbestandteilen ergeben, wurde ein plausibler Datensatz (3) verwendet. Er beschreibt zehn verschiedene Produkte als Leitprodukte für die jeweils wichtigsten Produktgruppen. Beschrieben werden diese Leitprodukte bezüglich sechs unterschiedlicher Inhaltsstoffe der Rohmilch. Neben den relativen Gehalten dieser Inhaltsstoffe in den fertigen Produkten wird die jeweilige relative Bedeutung der Produktgruppen verwendet, die aus der bundesdeutschen Produktion des Jahres 2006 abgeleitet ist. Ebenso verwendet werden die durchschnittlichen Erlöse für diese Leitprodukte und die Herstellungskosten für diese Produkte ohne Rohstoff, also die Nettoverwertung, wobei für die Berechnung der entsprechenden Verarbeitungskosten die Modellabteilungsrechnung des Instituts verwendet wurden. Die Übersicht 10 gibt die entsprechenden Daten wieder, sie wurden von Herrn Groß zur Verfügung gestellt.

**Übersicht 10: Daten zur Berechnung von Rohstoffkosten**

	Anzahl im Produkt in %						Anteil im Sortiment in %	Erlös/kg in Euro	Kosten/kg in Euro
	r01 Wasser	r02 Fett	r03 Eiweiß	r04 Lactose	r05 Calcium	r06 andere			
w01 Vollmilchpulver	3,5	26,3	25,3	38	0,9	6	1	3,9	0,32
w02 Magermilchpulver	3,8	0,9	35,5	51,5	1,3	7	2	2,9	0,32
w03 Käse	45	28	22,7	0	0,75	3,55	11	4,05	0,55
w04 gerührter Fruchtojoghurt, 3 % Fett	73,1	3	3,5	4,3	0	16,1	3	1,7	0,76
w05 Magermilchjoghurt	90,6	0,1	3,4	4,2	0	1,7	1,5	1,2	0,65
w06 Frischmilch 3,5 %	87,5	3,5	3,3	4,8	0	0,9	63	0,68	0,22
w07 Butter 83 %	15,5	83	0,7	0,6	0	0,2	5	4,4	0,34
w08 Milchmischgetränke	78,2	2,4	4,4	5,4	0	9,6	2	0,8	0,28
w09 Speisequark 10 % Fett	80,5	2	11,6	3,8	0	2,1	8	0,7	0,35
w10 Süßmolke	93,8	0,2	0,6	4,8	0	0,6	3,5	0,66	0,32

Quelle: (3)

Die diversen Optimierungsprobleme wurden mit Hilfe von XPRESS (2) gelöst, wobei die jeweiligen Rechenzeiten vernachlässigbar gering sind, da es sich nur um lineare Optimierungsprobleme ohne ganzzahlige Komponenten handelt. Die Daten wurden in Excel gehalten und entsprechend den Vorgaben aggregiert.

## 7. Ergebnisse

Ziel dieser Untersuchung war es, die Abhängigkeit der abzuleitenden Rohstoffwerte bezüglich der verwendeten Produkte einerseits und der zu berücksichtigten Rohstoffbestandteile andererseits zu bestimmen. Deshalb wurde eine Reihe unterschiedlicher Modelle aus dem zuvor dargestellten Datensatz erzeugt. Zunächst wurde der Kieler Rohstoffwert auf Basis dieser Daten ermittelt, d.h. für die Rohstoffbestandteile Fett und Nichtfett wurde eine Bewertung auf Basis der Produkte Butter und Magermilchpulver erzeugt. Natürlich fielen die produktbezogenen Rohstoffwerte hier zusammen ebenso wie die aus Kunden- und aus Molkereisicht. Umgerechnet auf den Eiweißgehalt des Rohstoffes ergab sich eine Bewertung von 4,83 € je kg Fett und von 7,14 € je kg Eiweiß. Hieraus ergibt sich für den eingesetzten Rohstoff ein Wert von 0,35 € je kg, wobei der Wert des eingesetzten Rohstoffes aus dem Wert des in den Produkten vorhandenen Rohstoffes einerseits und dem Verhältnis zwischen eingesetztem Rohstoff und noch in den Produkten vorhandenen Rohstoff andererseits abgeleitet wurde. Sowohl aus Molkereisicht als auch aus Kundensicht sind beide Produkte effizient.

Ebenfalls ein eindeutiges Ergebnis für die Rohstoffwerte ergab sich bei einer Berücksichtigung der Rohstoffbestandteile Fett, Eiweiß und Lactose einerseits unter Verwendung der Produkte Frischmilch, Butter und Speisequark. Die ermittelten Rohstoffwerte betragen 4,85 € je kg Fett, 0,26 € je kg Eiweiß und 5,87 € je kg Lactose. Der Wert des eingesetzten Rohstoffes beträgt 0,29 € je kg sowohl aus Kunden- als auch aus Molkereisicht sind alle drei Produkte effizient.

Als Beweis, dass sich auch für nur zwei Rohstoffbestandteile und zwei Produkte das Kieler Modell ohne Erweiterung nicht immer zur Rohstoffwertdefinition heranziehen lässt, kann das Beispiel einer Rohstoffbewertung für die Rohstoffbestandteile Fett und Eiweiß (nicht Nichtfett) durch die Produkte Käse und Magermilchjoghurt betrachtet werden. Das zugehörige Gleichungssystem ist nicht lösbar, durch den zuvor dargestellten Algorithmus ergeben sich Rohstoffwerte von 10,66 € je kg Fett und 2,43 € je kg Eiweiß, der Wert des eingesetzten Rohstoffes liegt bei 0,44 €. Auch hier sind noch beide Produkte sowohl aus Kunden- als auch aus Molkereisicht effizient.

Entsprechend kann für die Rohstoffbestandteile Fett, Eiweiß und Lactose sowie die Produkte Magermilchpulver, Trinkmilch und Butter gezeigt werden, dass nicht alle Modelle mit drei Rohstoffbestandteilen und drei Produkten zu eindeutigen Ergebnissen führen. In diesem Zusammenhang ergeben sich Rohstoffwerte von 17,28 € je kg Fett, 0,0 € je kg Eiweiß und 3,98 € je kg Lactose. Der Wert des verwendeten Rohstoffes liegt bei 0,70 € je kg. Aus Molkereisicht sind alle drei Produkte effizient, aus Kundensicht jedoch nur die Produkte Magermilchpulver und Butter.

Erweitert man dieses Modell um die Produkte Käse, Fruchtojoghurt und Speisequark, so ergeben sich Rohstoffwerte von 5,28 € je kg Fett, 0,55 € je kg Eiweiß und 2,44 € je kg Lactose. Der Wert des eingesetzten Rohstoffes liegt bei 0,39 € je kg. Aus Konsumentensicht sind die Produkte Magermilchpulver und Butter effizient, aus Molkereisicht die Produkte Magermilchpulver, Käse, Fruchtojoghurt und Butter.

Erweitert man das Modell wiederum und berücksichtigt alle zehn in der vorstehenden Übersicht enthaltenen Produkte, so ergeben sich Rohstoffwerte von 6,56 € je kg Fett, 3,59 € je kg Eiweiß und 4,70 € je kg Lactose. Der Wert des eingesetzten Rohstoffes liegt bei

0,41 € je kg. Aus Konsumentensicht sind die Produkte Magermilchpulver, Butter und Quark effizient, aus Molkereisicht die Produkte Magermilchpulver, Käse, Fruchtojoghurt, Butter und Süßmolkenpulver.

Berücksichtigt man in dem Modell zusätzlich Calcium als Rohstoffbestandteil, so ergeben sich Rohstoffwerte von 5,55 € je kg Fett, 3,56 € je kg Eiweiß, 0,08 € je kg Lactose und 47,62 € je kg Calcium, der Wert des eingesetzten Rohstoffes beträgt 0,43 € je kg. Effizient aus Kundensicht sind die gleichen Produkte wie zuvor, aus Molkereisicht kommt Magermilchjoghurt hinzu.

Nimmt man noch die „sonstigen Inhaltsstoffe“ der Rohmilch hinzu, so ergeben sich Rohstoffbewertungen von 5,02 € je kg Fett, 0,63 € je kg Eiweiß, 12,99 € je kg Lactose, 47,62 € je kg Calcium und 39,89 € je kg sonstiger Inhaltsstoffe. Der Wert des eingesetzten Rohstoffes liegt dann bei 0,76 €. Aus Konsumentensicht werden die Milchmischgetränke zusätzlich effizient, aus Molkereisicht sind die gleichen Produkte effizient wie zuvor.

Berücksichtigt man schließlich alle Milchinhaltstoffe, so ergeben sich Bewertungen von 0,84 € je kg Wasser, 2,96 € je kg Fett, 0,04 € je kg Eiweiß, 68,18 € je kg Lactose, 3,91 € je kg Calcium und 2,04 € je kg sonstige Inhaltsstoffe. Der Wert des eingesetzten Rohstoffes beträgt 0,43 € je kg. Aus Kundensicht wird zusätzlich das Produkt Süßmolkenpulver effizient, aus Molkereisicht das Produkt Vollmilchpulver.

Insgesamt wird deutlich, dass, wie zu erwarten, mehr Produkte als effizient ausgewiesen werden, wenn durch die Berücksichtigung zusätzlicher Rohstoffbestandteile weitere Restriktionen in das Modell aufgenommen werden. Entstehen durch die zusätzlichen Rohstoffbestandteile keine neuen zusätzlichen Restriktionen, so liefern unterschiedliche Modelle identische Ergebnisse. Die ermittelten Durchschnittswerte sind nur dann sinnvoll interpretierbar, wenn das Modell vollständig und abgeschlossen ist, in dem Sinn, dass alle zur Produktion der Produkte benötigten Rohstoffbestandteile auftauchen und dass Mengenverhältnisse von Produkten und Rohstoffbestandteilen in dem Sinn zueinander passen, dass das Produktionsprogramm genau aus dieser Rohstoffmischung erzeugbar ist.

Die Übersicht 11 fasst die Ergebnisse zusammen.

Neben den zuvor dargestellten Ergebnissen wurden noch weitere Modellkonstellationen untersucht, z. B. wurde eine Aggregation durchgeführt, indem als Zielfunktion in die Modelle aus Molkerei- und Kundensicht jeweils die Minimierung bzw. Maximierung des Wertes des insgesamt eingesetzten Rohstoffes verwendet wurde. An den Ergebnissen ändert sich jedoch nichts.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die so definierten Intervalle für die Rohstoffwerte sehr groß sind, demgemäß ergeben sich bei der Aggregation der Daten zu einzelnen Rohstoffwerten stark unterschiedliche Werte für die Rohstoffbestandteile, je nach dem, welches Modell verwendet wird. Es ist demzufolge nicht ersichtlich, welchen sinnvollen Beitrag so definierte Rohstoffwerte auch nur im Rahmen der heuristischen Betrachtungen in der Molkereiwirtschaft haben sollen, weswegen von einer Erweiterung der Definitionen des Rohstoffwertes über die Situation eines Opportunitätskostenkalküls für Fett und Nichtfett auf Basis von Butter und Magermilchpulver hinaus auch aus diesen Gründen abgeraten wird.

Sucht man nach Gründen für dieses Ergebnis, so sind zwei Dinge zu berücksichtigen:

Die hedonistische Preistheorie, die in (7) verwendet wurde, um die Zahlungswilligkeit von Konsumenten für einzelne Produkteigenschaften zu ermitteln, greift hier nicht, weil die Rohstoffbestandteile nicht unabhängig voneinander variierbare Eigenschaften eines Produktes sind, da sie sich zu 1 ergänzen. Zum anderen kann auch kein linearer Zusammenhang zwischen dem relativen Gehalt eines Rohstoffbestandteiles im Produkt und der Wertschätzung durch den Kunden unterstellt werden. Es kann insbesondere so

sein, dass z.B. in Fruchtjoghurts und auf einem relativ niedrigem Niveau ein Zuwachs an Fett wegen des damit verbundenen Geschmackserlebnisses als positiv bewertet wird, während gleichzeitig z.B. in Streichfetten wie der Butter eine Abnahme des Fettgehaltes wegen der Gesundheitsfolgen für den Konsumenten positiv ist.

**Übersicht 11: Ergebnisse der Rohstoffbewertung**

Nr.	Bewertete Rohstoffe	Verwendete Produkte	Effizient aus Kundensicht	Effizient aus Molkepersicht	Rohstoffwerte in Euro/kg der Rohstoffbestandteile						Wert der Rohmilch in den Produkten in Euro/kg
					r01	r02	r03	r04	r05	r06	
1	r02, Nichtfett	w02, w07	w02, w07	w02, w07	4,83	7,14	-	-	-	-	0,35
2	r02, r03, r04	w06, w07, w09	w06, w07, w09	w06, w07, w09	4,85	5,87	0,26	-	-	-	0,29
3	r02, r03	w03, w05	w03, w05	w03, w05	10,66	-	2,43	-	-	-	0,44
4	r02, r03, r04	w02, w06, w07	w02, w07	w02, w06, w07	17,28	3,98	0	-	-	-	0,70
5	r02, r03, r04	w02, w03, w04, w07, w09	w02, w07	w02, w03, w04, w07	5,28	2,44	0,55	-	-	-	0,39
6	r02, r03, r04	w01-w10	w02, w07, w09	w02, w03, w04, w07, w10	6,56	4,70	3,59	-	-	-	0,41
7	r02, r03, r04, r05	w01-w10	w02, w07, w09	w02, w03, w04, w05, w07, w10	5,55	0,08	3,56	47,62	-	-	0,43
8	r02, r03, r04, r05, r06	w01-w10	w02, w07, w08, w09	w02, w03, w04, w05, w07, w10	5,02	12,99	0,63	47,62	39,89	-	0,76
9	r01-r06	w01-w10	w02, w07, w08, w09, w10	w01, w02, w03, w04, w05, w07, w10	2,96	68,18	0,04	3,91	2,04	-	0,43



Als zweiter Grund ist die schon erwähnte „Vollkostenrechnung“ zu erwähnen, die verwendet werden muss, um die so genannte Nettoverwertung für die einzelnen Produkte zu ermitteln. Hier werden in letztlich willkürlicher und nicht zu begründender Weise Kosten auf die einzelnen Produkte verteilt, diese Verteilung spiegelt sich direkt in der dem Produkt zugeordneten Nettoverwertung wieder. Dass diese Bewertung mit der Wertschätzung der Kunden für einzelne Produkte korreliert oder mit der Bedeutung von Produkten für den Geschäftserfolg der Molkerei wäre reiner Zufall.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass es mit Hilfe der DEA möglich ist, effiziente Produkte sowohl aus Kunden- als auch aus Molkereisicht auszuweisen und die Möglichkeit besteht, Bewertungen der Rohstoffbestandteile bezüglich dieser Effizienzdefinitionen vorzunehmen. Eine Zusammenfassung dieser Rohstoffbewertungsintervalle zu Rohstoffwerten scheint jedoch für keinen heuristischen Zweck sinnvoll, weswegen sich eine Erweiterung der Definition von Rohstoffwerten über das Opportunitätskostenkalkül für Fett und Nichtfett auf Basis von Butter und Magermilchpulver des Kieler Modells hinaus hieraus nicht ergibt.

Ich möchte an dieser Stelle ganz besonders Frau Mang danken, nur durch ihre Arbeit ist es gelungen, ein auch in der äußeren Form lesbares Manuskript zu erstellen, und dies nicht nur bei dieser Arbeit, sondern auch bei vielen weiteren zuvor.

## 8. Weiterer Forschungsbedarf

Ausgehend von den hier dargestellten Überlegungen besteht die Möglichkeit, zu überprüfen, inwieweit alternative Modelle der DEA (5) zu anderen und vielleicht besser nutzbaren Rohstoffwerten führen. Auch ließe sich untersuchen, ob statistische Modelle der Ermittlung der Zahlungsbereitschaft von Konsumenten wie z. B. das Conjoint-Measurement (1) geeignet sind, praktisch verwendbare Rohstoffwerte zu generieren. Die zuvor dargestellten grundsätzlichen Bedenken gelten jedoch notwendigerweise auch für alle solche Versuche, so dass sie aus heutiger Sicht wenig Erfolg versprechend erscheinen.

## 9. Literatur

- (1) Backhaus, K. et al: Multivariate Analysemethoden. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2003.
- (2) Dash Associates: XPRESS-MP Reference Manual. Dash Associates Blisworth UK, 1999.
- (3) Groß, K.-U.: Unveröffentlichtes Manuskript über Inhaltsstoffe von Molkereiprodukten. Institut für Ökonomie der Ernährungswirtschaft der BFEL, Kiel, 2007.
- (4) Huber, A.: Rohstoffbewertungsmodelle für Molkereien. Hochschulschriften zur Betriebswirtschaftslehre, Band 131, Verlag V. Florentz, München, 1997.
- (5) Kleine, A.: DEA-Effizienz. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden, 2002.
- (6) Krell, E.; Wietbrauk, H.: Die Bewertung des Rohstoffes Milch und seine Bedeutung als Kostenfaktor. Deutsche Milchwirtschaft, Heft 17, S. 824-831, 1993.
- (7) Lee, J.-D., et al: Estimating Consumers Willingness to Pay for Individual Attributes with DEA. Journal of the Operational Society, 55, S. 1064-1070, 2004.
- (8) Müller-Merbach, H.: Die Konstruktion von Input-Output-Modellen. In: Kortzflesch, G.; Berger, H. (ed.): Abhandlungen aus dem Industrieseminar zu Köln, 1978.
- (9) Müller, B.: Die Planung des kurzfristig optimalen Produktionsprogrammes einer Molkerei mit mehreren Betriebsstätten. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 30 (4) 361-378 (1978).
- (10) Müller, B.: Zur Methodik des Einsatzes mathematischer Modelle bei der Strukturplanung von Molkereien. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 36 (4) 199-240 (1984).

- (11) Müller, B.: Verbesserte Rohstoffverwertung in Molkereien auf Basis von Unternehmensvergleich und Linearer Optimierung. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **38** (1) 49-76 (1986).
- (12) Müller, B.: Zur Struktur einer entscheidungsorientierten Kostenrechnung unter besonderer Berücksichtigung der Probleme von Molkereiunternehmen – Das Grundmodell. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **44** (3) 249-279 (1992).
- (13) Müller, B.: Daten und Modelle – Unterstützung bei der Bearbeitung ökonomischer Probleme durch numerische Modelle und strukturverträgliche Daten. Betriebs- und marktwirtschaftliche Studien zur Ernährungswirtschaft (10) 68-77 (1997), Kiel.
- (14) Müller, B.: Opportunitätskosten, Unsicherheit, dezentrale Organisation – Gründe für eine Renaissance der Vollkostenrechnung? Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 50 (1) 31-51 (1998).
- (15) Müller, B.: Effizienzmessung in der Molkereiwirtschaft mittels Data Envelopment Analysis (DEA). Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **52** (4) 355-378 (2000).
- (16) Müller, B.: Rohstoffbewertung in Molkereien – Eine rationale Rekonstruktion. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **54** (2) 149-173 (2002).
- (17) Müller, B.: Preisgestaltung nach dem Tragfähigkeitsprinzip am Beispiel eines Molkereiprodukt-sortiments. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **56** (2) 73-102 (2004).
- (18) Müller, B.: Zur Struktur von Kostensimulationsmodellen. Anmerkungen am Beispiel der Modell-abteilungsrechnung. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **57** (2) 117-131 (2005).
- (19) Riebel, P.: Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung. Gabler Verlag, Wiesbaden (1994).
- (20) Schneider, D.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Oldenbourg Verlag München, Wien, 1987.
- (21) Stegmüller, W.: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Band 1: Erklärung, Begründung, Kausalität. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1983.
- (22) Stegmüller, W.: Theorie und Erfahrung, 2. Halbband: Theoriestrukturen und Theoriedynamik. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1985.

## 10. Zusammenfassung

Müller, B.: **Bewertung der Inhaltsstoffe der Milch – Methodische Möglichkeiten und Grenzen.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **59** (3) 161-180 (2007)

### 29 Ökonomie der Molkereiwirtschaft (Planung)

Der Rohstoff Milch und seine Bestandteile haben eine überragende Bedeutung für die Molkereiwirtschaft, deshalb wird auch immer wieder versucht, diese Bedeutung über einen „Rohstoffwert“ in Entscheidungen der Molkereien vereinfachend zu berücksichtigen, obwohl solche Rohstoffwerte als metrisierende Theorie für allgemeine Entscheidungen wegen des Kuppelproduktionscharakters der Molkereiproduktion nicht existieren. Opportunitätskosten beschreiben den Rohstoffwert bezüglich einer simulierten Alternativverwertung. Der Kieler Rohstoffwert wird bezüglich der Alternativverwertung in Butter und Magermilchpulver berechnet

Ausgehend vom Kieler Rohstoffwert, der die Opportunitätskosten bezüglich der Alternativverwertung von Fett und Nichtfett durch die Produkte Butter und Magermilchpulver simuliert, wird untersucht, ob sich diese Definitionen von Rohstoffwerten auf eine größere Zahl von Rohstoffbestandteilen und eine größere Zahl von Produkten erweitern lässt. Es kann gezeigt werden, dass sich ausgehend von diesem Kern der Rohstoffwertdefinition eine Erweiterung auf Basis der DEA formulieren lässt, wobei Rohstoffwerte sowohl als Kunden- als auch aus Molkereisicht so definiert werden, dass die jeweils betrachteten Produkte in optimaler Weise effizient sind. Eine Zusammenfassung der so

produktspezifisch definierten Rohstoffwertintervalle ist möglich, die Ergebnisse schwanken jedoch in Abhängigkeit von den verwendeten Rohstoffbestandteilen einerseits und den berücksichtigten Produkten andererseits so stark, dass nicht erkennbar ist, für welche auch nur heuristischen Zwecke solche Rohstoffwerte verwendet werden sollten. Deshalb wird von einer Erweiterung der Rohstoffwertdefinition über das Kieler Modell hinaus abgeraten.

### **Summary**

Müller, B.: **Valuation of the milk ingredients – methodical possibilities and limits.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **59** (3) 161-180 (2007)

### **29 Dairy Economics** (planning)

The raw material milk and its constituents have a high relevance for the dairy industry. It has been tried again and again to take into account this relevance in general decisions via a „raw material value“. Nevertheless such raw material values do not exist as a meterising theory for general decisions because of their joint product production character. Opportunity costs describe the raw material value concerning a simulated alternative utilization. In the Kiel model, the raw material value concerning the alternative utilization is calculated in butter and skimmilk powder.

On the basis of the raw material value, which simulates the opportunity costs concerning the alternative utilization of fat and non-fat in the products butter and skimmilk powder, the scientists of the institute in Kiel examine whether these definitions of raw material values can be extended to a larger number of raw material constituents and products. It is displayed that on the basis of this core definition of the raw material value an extension on the basis of the DEA can be formulated, whereby raw material values are defined both from the customer view and the dairy view in such a way that the considered products have an optimal efficiency. A round-up of the product-specifically defined intervals of the raw material value is possible. However, the results vary so strongly according to the used raw material constituents on the one hand and for the considered products on the other hand that it is not recognizable, for whatever only heuristic purposes such raw material values should be used. Therefore one does not recommend an extension of the definition of the raw material value beyond the Kiel model.

### **Résumé**

Müller, B.: **Évaluation des composants du lait – possibilités méthodiques et limites.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **59** (3) 161-180 (2007)

### **29 Economie de l'industrie laitière** (planning)

La matière première que constitue le lait et ses composantes ont une importance éminente pour l'industrie laitière. C'est pourquoi on essaye toujours à nouveau de tenir compte de cette importance dans des décisions générales moyennant une „valeur des matières premières“. Cependant, de telles valeurs des matières premières sont inexistantes comme théorie métrisant à cause du caractère de production laitière couplée.

En prenant comme point de départ la valeur des matières premières fixée par les scientifiques de l'institut de Kiel, qui simule, avec les produits beurre et poudre de lait écrémé, les couts d'opportunité pour l'utilisation alternative de la matière grasse et de la matière non-grasse, on examine si cette définition des valeurs des matières premières peut être étendue à un plus grand nombre de composantes de matières premières et de produits. En prenant comme point de départ cette définition de la valeur des matières premières, on peut démontrer qu'un élargissement peut être formulé sur la base des DEA (Data En-velop-ment Analysis), tout en définissant les valeurs des matières premières de la vue du client et de la laiterie de telle sorte que les produits considérés ont une efficacité optimale. Une synthèse des intervalles de la valeur des matières premières définis par produit est possible, toutefois les résultats varient si fortement en fonction des composantes des matières premières utilisés d'une part, et des produits pris en considération d'autre part, qu'il n'est pas reconnaissable à quelle fin, même heuristique, de telles valeurs des matières premières pourraient être utilisées. Par conséquent, on déconseille un élargissement de la définition de la valeur des matières premières au-delà du modèle de Kiel.