Heft 10 Oktober 1984

zfbf

Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung

Herausgegeben im Auftrag der
Schmalenbach-Gesellschaft –
Deutsche Gesellschaft
für Betriebswirtschaft von
Marcus Bierich, Walther Busse von Colbe,
Joachim Funk, Erwin Grochla,
Rudolf Gümbel, Herbert Hax,
Gert Laßmann, Dieter Schneider,
Klaus v. Wysocki

Verlagsgruppe Handelsblatt · Düsseldorf · Frankfurt

zfbf
Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung
36. Jahrgang 1984 · Heft 10

Inhalt

Abhandlungen

Horst Albach, Kurt Bock und Thomas Warnke
Wachstumskrisen von Unternehmen 779

Hans-Ulrich Küpper
Kosten- und entscheidungstheoretische Ansatzpunkte zur Behandlung des Fixkostenproblems in der Kostenrechnung 794

Rolf Bühner
Rendite-Risiko-Effekte der Trennung von Eigentum und Leitung im diversifizierten Großunternehmen 812

Ralf Ewert
Zur Beziehung zwischen Investitionsvolumen, Fremdfinanzierung und Bilanzkennzahlen 825

Fachkommission Ausbildungsfragen im Bereich des Marketing in der Schmalenbach-Gesellschaft – Deutsche Gesellschaft für Betriebswirtschaft e. V.

Anforderungsprofil für die Hochschulausbildung im Bereich des Marketing 842

Beiträge zum Kontaktstudium in Zusammenarbeit mit dem Universitätsseminar der Wirtschaft

Alfons Vogt
Personalkostenerfassung und -analyse für Planungs- und Kontrollzwecke 861

Buchbesprechungen

Meyer, Claus
Bilanzierung nach Handels- und Steuerrecht unter Einfluß der Konzernrechnungslegung (W. Lücke) 878

Rädler, Albert/Pöllath, Reinhard
Handbuch der Unternehmensakquisition (W. Lücke) 878

Menges, Günter
Die Statistik (P. Heil) 880

Heinze, M.
Personalplanung, Einstellung und Kündigung – Die Mitbestimmung des Betriebsrates bei personellen Maßnahmen (H. Rumpf) 881

Hans-Ulrich Küpper*

Kosten- und entscheidungstheoretische Ansatzpunkte zur Behandlung des Fixkostenproblems in der Kostenrechnung**

Aus kostentheoretischer Sicht werden Möglichkeiten und Bedingungen für das Auftreten von Fixkosten in unterschiedlichen Kostenfunktionen untersucht. Daraus ergibt sich, daß für eine Trennung zwischen variablen und fixen Kosten die Art der Verknüpfung zwischen den Kosteneinflußgrößen von zentraler Bedeutung ist. Deshalb kann aus entscheidungstheoretischer Sicht die Aufspaltung in partielle Entscheidungsfelder als maßgeblicher Grund für das Entstehen des „Fixkostenproblems" angesehen werden. Anhand neuerer Ansätze zur Bestimmung von Abschreibungen wird gezeigt, wie sich längerfristige Wirkungen bei verschiedenen kurzfristigen Entscheidungsproblemen berücksichtigen lassen. Aus diesen Ansatzpunkten werden Konsequenzen für die Weiterentwicklung der Kostenrechnung angeregt.

1. Bedeutung der Problemstellung

Über die Behandlung von Fixkosten wird in Betriebswirtschaftslehre und Praxis schon lange diskutiert. In den vergangenen Jahrzehnten konnte man den Eindruck gewinnen, als sei dieses Problem wissenschaftlich gelöst. In überraschender Einmütigkeit arbeiteten die Vertreter der Wissenschaft Argumente gegen eine Aufteilung von Fixkosten heraus und empfahlen Systeme der Teilkostenrechnung, in denen die Schlüsselung der Fixkosten vermieden wird. Dennoch hielten viele Unternehmungen an Systemen der Vollkostenrechnung und damit an einer Verteilung der Fixkosten bis auf die einzelnen Produkteinheiten fest[1]. Neuerdings räumen sogar strenge Verfechter der Teilkostenrechnung ein, daß beide Rechnungen nebeneinander durchgeführt werden könnten[2]. Deshalb erscheint es notwendig, sich neu mit dieser Frage auseinanderzusetzen.

Sie wird hier aus kostentheoretischer und aus entscheidungstheoretischer Sicht untersucht. Die *kostentheoretische* Analyse kann Erkenntnisse über die Entstehungsgründe und die Struktur von Fixkosten liefern. Eine *entscheidungstheoretische* Untersuchung ist unumgänglich, wenn man eine zentrale Zwecksetzung der Kostenrechnung in der Bereitstellung von Informationen für betriebliche Entscheidungen sieht. Aus den Ergebnissen der Analyse wird dann versucht, Konsequenzen für die Weiterentwicklung der Kostenrechnung aufzuzeigen.

* Dr. rer. pol. *Hans-Ulrich Küpper,* Professor für Betriebswirtschaftslehre an der Technischen Hochschule Darmstadt.

** Auf Wunsch werden die ausführlichen Ableitungen und die Berechnungen der Zahlenbeispiele gerne zur Verfügung gestellt.

1 Vgl. z. B. *Küpper, H.-U.:* Der Bedarf an Kosten- und Leistungsinformationen in Industrieunternehmungen – Ergebnisse einer empirischen Erhebung, in: Kostenrechnungspraxis 1983, S. 170ff.

2 *Kilger, W.:* Flexible Plankostenrechnung und Deckungsbeitragsrechnung, 8. Aufl., 1981, S. 6f. 467ff. und 607.

2. Kostentheoretische Aspekte des Fixkostenproblems

2.1 *Erscheinungsformen von Fixkosten*

Unter Fixkosten versteht man jene Kosten, deren Höhe sich bei Variation einer betrachteten Einflußgröße innerhalb eines angegebenen Intervalls nicht ändert. Sie bilden das Gegenstück zu den variablen Kosten. Besondere Bedeutung erlangt diese Kostenaufspaltung, wenn die betrachtete Kosteneinflußgröße x_i – vielfach die Beschäftigung – als Entscheidungsvariable behandelt und die Fixkosten damit als nicht *entscheidungsrelevant* angesehen werden[3].
In Kostenfunktionen der Art

$$K = F + f(x_1, \ldots, x_z) \tag{2.1}$$

sind Fixkosten als *Absolutglieder* F enthalten. Sie geben dann jenen Teil der (Perioden-)Kosten K wieder, der von der Betrachtungseinheit, für welche die Kostenfunktion gelten soll, nicht beeinflußbar und nicht vermeidbar ist. Aus der Sicht der Gesamtunternehmung gibt es derartige Fixkosten zumindest langfristig nicht.
Wirklichkeitsnäher sind Fixkosten, die mit dem Wirksamwerden einzelner Kosteneinflußgrößen auftreten. Beispielsweise kann die Erzeugung einer Produktart den Einsatz einer bestimmten Maschine erfordern. Deren Kosten entstehen also nur, wenn man sich für die Herstellung dieser Produktart entscheidet. Formal lassen sich solche Fixkosten in Kostenfunktionen der Art

$$K = \sum_{\substack{i \\ i \neq k}} g_i(x_i) \qquad \text{mit } g_i(x_i) = \begin{cases} \sum_{k=1}^{l} F_{ik} + h_i(x_i), & \text{falls } a_{il} < x_i \leqq a_{i,l+1} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \tag{2.2}$$

beschreiben. Vielfach steigen derartige Fixkosten F_{ik} mit zunehmender Ausprägung der Kosteneinflußgrößen sprunghaft an. Sie sind für die Unternehmung grundsätzlich vermeidbar, wenn man die zugehörige Einflußgröße nicht wirksam werden läßt. Also sind sie nicht „absolut" fix.
Ferner können Fixkosten darauf zurückzuführen sein, daß einzelne Kosteneinflußgrößen x_i in mehrvariabligen Kostenfunktionen der Art

$$K = f(x_1, \ldots, x_z) \tag{2.3}$$

konstant sind oder bewußt konstant gehalten werden[4]. Voraussetzung für das Auftreten von Fixkosten ist in diesen Fällen, daß in der Kostenfunktion *additive* Glieder auftreten, die lediglich *konstante Einflußgrößen* enthalten. Beispielsweise ergeben sich in der Kostenfunktion

$$K = 100\, x_2 - 0{,}5\, x_1 \cdot x_2 + 0{,}3\, x_1^2 \cdot x_2 \tag{2.4}$$

nur dann Fixkosten, wenn man x_2 konstant hält, nicht aber bei Konstanz der Einflußgröße x_1.

3 *Küpper, H.-U.:* Kosten, fixe und variable, in: Handwörterbuch des Rechnungswesens, 2. Aufl. hrsg. von *E. Kosiol* u. a., 1981, Sp. 951. Zu beachten ist, daß variable Kosten nur dann die relevanten Kosten wiedergeben, wenn sie den Grenzkosten entsprechen. Diese Bedingung ist nur für lineare Kostenfunktionen erfüllt.

4 Z. B. aus rechtlichen Bedingungen, personellen oder unternehmungspolitischen Gründen. Vgl. z. B. *Busse von Colbe, W.:* Kostenremanenz, in: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, 3. Aufl., hrsg. von *H. Seischab* und *K. Schwantag,* Band II, 1958, Sp. 3460 ff.; *Schweitzer, M.:* Kostenremanenz, in: Handwörterbuch des Rechnungswesens, 1. Aufl., hrsg. von *E. Kosiol,* 1970, Sp. 970.

2.2 *Arten von Beziehungen zwischen Kosteneinflußgrößen*

Von grundlegender Bedeutung für das Auftreten und die Abspaltung von Fixkosten ist somit aus kostentheoretischer Sicht die Frage, inwieweit eine isolierte Variation einzelner Kosteneinflußgrößen empirisch möglich und ökonomisch zweckmäßig ist. Deshalb ist zu prüfen, welche Verknüpfungen zwischen den verschiedenen Kosteneinflußgrößen $x_1, \ldots, x_z$ in der Realität auftreten können.

Die engste Verknüpfung zwischen zwei Kosteneinflußgrößen liegt vor, wenn jedem Wert der einen Größe x_1 genau ein Wert der anderen Größe x_2 zugeordnet ist und umgekehrt. Bei einer solchen ***eineindeutigen*** Funktion f

(2.5) $\quad x_1 = f(x_2)$ und $x_2 = f^{-1}(x_1)$

wie sie z. B. zwischen Fertigungszeit einer Maschine und Ausbringungsmenge im Fall von Leontief-Funktionen besteht, ist jede Größe durch die andere ersetzbar. Es besteht keine Möglichkeit, eine Größe unabhängig von der anderen zu variieren und Fixkosten abzuspalten.

Die Verknüpfung ist weniger eng, sofern einem bestimmten Schwankungsintervall einer Kosteneinflußgröße x_1 ein fester Wert der Kosteneinflußgröße x_2 zugeordnet ist:

(2.6) $\quad 0 \leqq x_1 < a_1 \rightarrow x_2 = b_1$

Diese Art der Verknüpfung ist ***eindeutig*** für die Zuordnung von x_1 zu x_2, jedoch ***mehrdeutig*** für die Zuordnung von x_2 zu x_1. Sie führt (entsprechend 2.2) zu sprungfixen Kosten, wenn sich die Kostenwirkungen beider Größen additiv zusammensetzen. Dann lassen sich jedem Intervall der Größe x_1 bestimmte, durch die andere Größe x_2 verursachte Fixkosten zuordnen.

Die Verknüpfung ist in beiden Richtungen ***mehrdeutig***, wenn die Werte von x_1 innerhalb eines bestimmten Intervalls mit den Werten innerhalb eines Schwankungsintervalls von x_2 verknüpft sind:

(2.7) $\quad 0 \leqq x_1 < a_1 \longleftrightarrow b_1 \leqq x_2 < b_2$

In diesem Fall kann jede der beiden Größen konstant gehalten werden, sofern sich die andere Größe im zugehörigen Intervall bewegt. Ihre Behandlung als konstante Einflußgröße ist also möglich, sie muß aber nicht ökonomisch zweckmäßig sein.

2.3 *Bedingungen für die Behandlung von Kostenanteilen als Fixkosten*

Aus der Analyse von Erscheinungsformen der Fixkosten in Kostenfunktionen und der Beziehungsarten zwischen Kosteneinflußgrößen lassen sich mehrere ***Bedingungen*** herleiten. Diese müssen erfüllt sein, wenn man Anteile der Gesamtkosten in der Kostenrechnung abspalten und als nicht entscheidungsrelevante Fixkosten behandeln will:

1. Die als fix betrachteten Kostenanteile müssen (entspr. Gleichung 2.4) mit den anderen Kosten ***additiv verknüpft*** und von den variierten Kosteneinflußgrößen ***unabhängig*** sein.
2. Sind die als fix behandelten Kostenanteile (entspr. Gleichung 2.2) mit dem Wirksamwerden einzelner Kosteneinflußgrößen verbunden oder die Kosteneinflußgrößen mehrdeutig verknüpft, dürfen die Werte dieser Einflußgrößen nur in ganz bestimmten ***Intervallen*** schwanken.
3. Ergeben sich Fixkosten durch die Konstanz einzelner Kosteneinflußgrößen, muß deren ***Konstanthaltung*** bei Variation der anderen Einflußgrößen (aufgrund von Beziehungen

entsprechend 2.7) *in der Realität möglich* und im Hinblick auf die Unternehmensziele *zweckmäßig* sein. Nur dann ist ihre generelle Behandlung als Fixkosten in der Kostenrechnung zu rechtfertigen.

3. Entscheidungstheoretische Ansätze zur Berücksichtigung von Kostenwirkungen in partiellen Modellen

Unter einem zweiten Blickwinkel soll nun die Bedeutung von Fixkosten für die Lösung von *Entscheidungsproblemen* untersucht werden. Dabei wird gefragt, ob und inwieweit es berechtigt ist, in bestimmten Entscheidungssituationen Anteile der Kosten als fix und damit als nicht entscheidungsrelevant zu behandeln.

3.1 Zerschneidung von Interdependenzen als Ursache des Fixkostenproblems

Da eine Unternehmung auf längere Sicht ihre gesamten Kosten verändern kann, ist es einsichtig, daß in *umfassenden mehrperiodigen Planungsmodellen* Fixkosten nicht auftreten (müssen). Dies läßt sich an entsprechenden, in der betriebswirtschaftlichen Theorie entwickelten Modellen zeigen[5]. Beispielsweise können in einem simultanen Produktions- und Investitionsmodell, das die Anschaffung und den Verkauf einzelner Maschinen als Variablen enthält, die Anschaffungskosten und die Liquidationserlöse unmittelbar den Investitions- bzw. Desinvestitionsvariablen zugerechnet werden. Eine Verteilung von Anschaffungskosten auf Perioden und Produkte in Form von Abschreibungen tritt nicht auf. Die mehrdeutigen Beziehungen (entsprechend 2.7) zwischen Investitions- und Fertigungsvariablen sind im Modell abgebildet.

Sowohl für die numerische als auch für die praktische Lösung von Entscheidungsproblemen ist es jedoch unumgänglich, das Entscheidungsfeld der Unternehmung in sachlicher wie in zeitlicher Hinsicht in *partielle Entscheidungsfelder* aufzuspalten. Das hat zur Konsequenz, daß die jeweils außerhalb eines partiellen Entscheidungsfeldes liegenden Variablen als gegeben und i. d. R. konstant angesehen werden. Diese Annahme ist gerechtfertigt, wenn die Ausprägung der „externen" Variablen durch die Festlegung der Variablen innerhalb des Entscheidungsfelds nicht verändert wird[6]. Das entspricht dem oben gekennzeichneten Fall einer Konstanz von Kosteneinflußgrößen. Ihr Einfluß auf die Kostenhöhe kann entsprechend der kostentheoretischen Analyse als fix betrachtet werden, sofern er darüber hinaus unabhängig von den Werten der „internen" Variablen ist.

Besteht jedoch zwischen den Variablen verschiedener Entscheidungsfelder oder ihren Wirkungen auf die Entscheidungsziele eine gegenseitige Beziehung, so müßte für eine exakte Planung bei jeder isolierten Entscheidung die Wirkung auf Variablen und Ziele außerhalb des Entscheidungsfeldes mit einbezogen werden. Die externen Variablen und ihre Zielwirkungen sollten nicht als fix behandelt werden.

Das „Problem" der Behandlung von Fixkosten mündet daher in die Frage ein, wie *Interdependenzen* zwischen Handlungsvariablen der Unternehmung und ihre Wirkungen auf die Unternehmensziele bei partieller Entscheidungsfindung berücksichtigt werden können.

5 Vgl. *Küpper, H.-U.:* Interdependenzen zwischen Produktionstheorie und der Organisation des Produktionsprozesses, 1980, S. 243ff.

6 Vgl. auch *Scholl, H.-J.:* Fixkostenorientierte Plankostenrechnung, 1981, S. 85.

Die *Bedeutung* von sachlichen und zeitlichen Interdependenzen zwischen Variablen verschiedener Entscheidungsfelder kann an den Beziehungen zwischen Investitions- und Produktionsentscheidungen veranschaulicht werden. Trennt man z. B. Investitionsentscheidungen von Programm- und Vollzugsentscheidungen, so sind bei der Investitionsplanung bestimmte Ausprägungen der mit jeder Investitionsalternative verbundenen Ausgaben und Einnahmen bzw. Kosten und Leistungen und damit ein bestimmtes Produktionsprogramm zugrunde zu legen. Andererseits wird bei der Entscheidung über das Produktionsprogramm und den Produktionsvollzug von einer gegebenen Kapazität ausgegangen. Fertigungsalternativen außerhalb dieser Kapazität werden nicht mehr berücksichtigt, auch wenn sie zu einer besseren Zielerreichung führen könnten. Weichen das im Rahmen der vorgegebenen Investitionsentscheidung gewählte Produktionsprogramm und der Produktionsvollzug von den bei der Investitionsplanung zugrunde gelegten Annahmen deutlich ab, so kann sich die Investitionsentscheidung im nachhinein als nicht optimal erweisen. Zeitliche Beziehungen zwischen Investitions- und Produktionsentscheidungen können sich z. B. daraus ergeben, daß die Entscheidung über die Beschäftigung von Anlagen in einer Periode die Nutzungsdauern dieser Anlagen sowie ihre Betriebskosten in späteren Perioden beeinflussen.

3.2 Ansätze zur Berücksichtigung von Interdependenzen über nutzungsabhängige Abschreibungen

Ansatzpunkte für die Erfassung von Interdependenzen zwischen den Handlungsvariablen partieller Entscheidungsfelder lassen sich anhand neuerer Untersuchungen zum *Abschreibungsproblem* genauer aufzeigen. Diese schlagen eine Verbindung von *Investitions- und Kostenrechnung* zur Bestimmung der Abschreibungen vor. Im einfachsten Fall geht man von einer unendlichen identischen Investitionskette aus und berücksichtigt keinen technischen Fortschritt[7]. Bei kontinuierlicher Verzinsung zum Zinsfuß (Verzinsungsenergie) i ergibt sich der *Kapitalwert der* K (kontinuierlichen) Kosten bzw. Zahlungen einer unendlichen Investitionskette als endlicher Grenzwert aus Gleichung 3.1:

$$
\text{(3.1)} \qquad K = \frac{\int_0^T C(t) \cdot e^{-it} \cdot dt + A - L(T) \cdot e^{-iT}}{1 - e^{-iT}}
$$

$$
= \int_0^T C(t) \cdot e^{-it} \cdot dt + A - L(T) \cdot e^{-iT} + K \cdot e^{-iT}
$$

Er wird bestimmt durch die *„Betriebskosten"* C (t) des Anlageneinsatzes je Periode (= Zeiteinheit), zu denen Wartungs- bzw. Reparatur- und Instandhaltungskosten sowie der verschleißbedingte Einsatz von Betriebsstoffen und ggf. ein verschleißbedingter Mehreinsatz an Werkstoffen[8] gehören können, die *Anschaffungskosten* A und den Restwert bzw. *Liquidationserlös* L (T) zum Ersatzzeitpunkt T. Von letzterem wird vereinfachend unterstellt, daß er nur

7 *Hotelling, H.:* A General Mathematical Theory of Depreciation, in: The Journal of the American Statistical Association (20) 1925, S. 340ff.; *Preinreich, G. A. D.:* The Economic Life of Industrial Equipment, in: Econometrica (7) 1939, S. 13ff.; *Lutz, F. A./V.:* The Theory of Investment of the Firm, 1951, S. 103ff.; *Schneider, D.:* Die wirtschaftliche Nutzungsdauer von Anlagegütern als Bestimmungsgrund der Abschreibungen, 1961, S. 50ff.

8 Zur Unterscheidung von Werk- und Betriebsstoffen vgl. *Gutenberg, E.:* Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, 1. Band, Die Produktion, 23. Aufl., 1979, S. 4f.

vom Alter der Anlage abhängt[9]. Bei optimaler Nutzungsdauer ist die *Kostenannuität* $\bar{K}$ nach 3.2 gleich der Verzinsung des Kapitalwertes[10].

$$(3.2) \qquad \bar{K} = i \cdot K$$

Der *Wert* W (t) *einer Anlage* zum Zeitpunkt t wird nach einem Vorschlag von *Swoboda* aus dieser investitionstheoretischen Sicht definiert. Er entspricht dem maximalen Preis, „den man für die Anlage zahlen würde, um indifferent zu sein zwischen dem Kauf einer Neuanlage und dem Erwerb der zu bewertenden Anlage“[11]. Unter Berücksichtigung des Liquidationserlöses wird er durch Gleichung 3.3a bestimmt[12]:

$$(3.3\,a) \qquad W(t) = e^{it} \cdot \int_t^T [\bar{K} - C(s)] \cdot e^{-is} \cdot ds + L(T) \cdot e^{-i \cdot (T-t)}$$

Kistner und *Luhmer* haben gezeigt, daß dieser Anlagenwert entsprechend 3.3b zugleich als Differenz zwischen den auf t aufgezinsten Anschaffungskosten und den aufgezinsten kumulierten Amortisationen angegeben werden kann[13]:

$$(3.3\,b) \qquad W(t) = e^{it} \cdot [A - \int_0^t (\bar{K} - C(s)) \cdot e^{-is} \cdot ds]$$

Ferner läßt sich durch Umformung von 3.3a zeigen, daß er unter Berücksichtigung von 3.2 mit der Differenz zwischen dem Kapitalwert der Kosten K zum Zeitpunkt 0 und dem Kapitalwert der (künftigen) Kosten bzw. Zahlungen K* (t) zum Zeitpunkt t übereinstimmt:

$$\begin{aligned}(3.3\,c) \qquad W(t) &= e^{it} \cdot [i \cdot K \int_t^T e^{-is} \cdot ds - \int_t^T C(s) \cdot e^{-is} \cdot ds] + e^{it} \cdot L(T) \cdot e^{-iT} \\ &= K - e^{it} \cdot [\int_t^T C(s) \cdot e^{-is} \cdot ds - L(T) \cdot e^{-iT} + K \cdot e^{-iT}] \\ &= K - K^*(t)\end{aligned}$$

Nach dem Vorschlag von *Swoboda*[14] lassen sich die *Abschreibungen* D (t) pro Periode (Zeiteinheit) in linearer Näherung durch *Differentiation des Anlagenwertes* W (t) ermitteln. Um dabei zeit- und nutzungsabhängige Abschreibungen unterscheiden zu können, muß man nach Luhmer[15] beachten, daß die Betriebskosten je Periode C nicht nur vom Anlagenalter t, sondern auch von der *kumulierten Beschäftigung* Y_t bis zum Zeitpunkt t abhängig sein können. Man erhält sie durch partielle Differentiation des Anlagenwertes W (t): $= W(t, Y_s + (t-s)\,\bar{y}) = W(t, Y_t)$ nach der Zeit t und der kumulierten Beschäftigung Y_t. Hier wird die Betrachtung auf zeitliche Anpassungen an Beschäftigungsänderungen bei konstanter Intensität be-

9 *Kistner, K.-P./Luhmer, A.:* Zur Ermittlung der Kosten der Betriebsmittel in der statischen Produktionstheorie, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft (51) 1981, S. 172.

10 Vgl. z. B. *Schneider, D.:* Investition und Finanzierung, 5. Aufl., 1980, S. 239.

11 *Swoboda, P.:* Die Ableitung variabler Abschreibungskosten aus Modellen zur Optimierung der Investitionsdauer, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft (49) 1979, S. 565; vgl. schon den Ansatz bei *Hotelling, H.:* a. a. O., S. 340 ff.

12 *Swoboda, P.:* a. a. O., S. 568; *Kistner/Luhmer:* a. a. O., S. 170.

13 *Kistner/Luhmer:* a. a. O., S. 170.

14 *Swoboda, P.:* a. a. O., S. 568. Zu einem Ansatz über ein Totalmodell, der zu mehreren analogen Folgerungen führt, vgl. *Franke, G./Laux, H.:* Die Bemessung von Abschreibungen für Entscheidungsrechnungen, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft (40) 1970, S. 399 ff., insb. S. 411 ff.

15 *Luhmer, A.:* Fixe und variable Abschreibungskosten und optimale Investitionsdauer – Zu einem Aufsatz von Peter Swoboda, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft (50) 1980, S. 898 ff. Schon *Hotelling, H.:* a. a. O., S. 352 f., weist auf die Bedeutung der kumulierten Beschäftigung als Einflußgröße der Betriebskosten hin.

schränkt[16]. Bezeichnet man die Planbeschäftigung vor und nach der Beschäftigungsänderung mit $\bar{y}$, so ergeben sich unter Verwendung von 3.3c bei infinitesimal kleiner Änderung von Y_t für die *zeitabhängigen Abschreibungen* $D_Z(t, Y_t)$ je Periode die Gleichungen 3.4 und für die *nutzungsabhängigen Abschreibungen* $D_N(t, Y_t)$ je Periode die Gleichungen 3.5[17]:

$$(3.4)\quad D_Z(t, Y_t) = -\frac{\partial W(t, Y_t)}{\partial t} = -i \cdot W(t, Y_t) + \bar{K} - C(t, Y_t)$$

$$- e^{it} \cdot \int_t^{T(Y_t)} \bar{y} \cdot \frac{\partial C(s, Y_t + (s-t)\bar{y})}{\partial Y_s} \cdot e^{-is} \cdot ds$$

$$= i \cdot K^*(t, Y_t) - C(t, Y_t) - e^{it} \cdot \int_t^{T(Y_t)} \bar{y} \cdot \frac{\partial C(s, Y_t + (s-t)\bar{y})}{\partial Y_s} \cdot e^{-is} \cdot ds$$

$$(3.5)\quad D_N(t, Y_t) = -\frac{\partial W(t, Y_t)}{\partial Y_t} \cdot \bar{y} = \frac{\partial K^*(t, Y_t)}{\partial Y_t} \cdot \bar{y}$$

$$= -e^{it} \cdot T'(Y_t) \cdot [\bar{K} - C(T(Y_t), Y_t + (T(Y_t) - t)\bar{y}) + \frac{dL(T(Y_t))}{dT}$$

$$-i \cdot L(T(Y_t))] \cdot e^{-i \cdot T(Y_t)} \cdot \bar{y} + e^{it} \cdot \int_t^{T(Y_t)} \frac{\partial C(s, Y_t + (s-t) \cdot \bar{y})}{\partial Y_s} \cdot e^{-is} \cdot ds \cdot \bar{y}$$

Die *optimale Nutzungsdauer* ist erreicht, wenn die Bedingung

$$(3.6)\qquad C(T) - \frac{dL(T)}{dT} + i \cdot L(T) = \bar{K}(T)$$

erfüllt ist. Daher ist bei *infinitesimal kleinen Änderungen* von Y_t und T (und damit auch im Fall durchgehend planmäßiger Beschäftigung):

$$(3.7)\qquad \hat{D}_N(t, Y_t) = + e^{it} \cdot \int_t^{T(Y_t)} \frac{\partial C(s, Y_t + (s-t) \cdot \bar{y})}{\partial Y_s} \cdot e^{-is} \cdot ds \cdot \bar{y}$$

Addiert man beide Abschreibungen, so gelangt man zur *Gesamtabschreibung je Periode:*

$$(3.8)\qquad \hat{D}_G(t, Y_t) = \bar{K} - i \cdot W(t, Y_t) - C(t, Y_t)$$

$$= \bar{K} \cdot e^{-i \cdot (T-t)} + i \cdot e^{it} \cdot \int_t^T C(s, Y_s) \cdot e^{-is} \cdot ds - i \cdot L(T) \cdot e^{-i \cdot (T-t)} - C(t, Y_t)$$

$$= i \cdot e^{it} \cdot [K \cdot e^{-it} + \int_t^T C(s, Y_s) \cdot e^{-is} \cdot ds - L(T) \cdot e^{-iT}] - C(t, Y_t)$$

$$= i \cdot K^*(t, Y_t) - C(t, Y_t)$$

Man erkennt, daß sie der *Ertragswertabschreibung*[18] entspricht, wobei für die Bestimmung der Abschreibungen die Erlöse außer Betracht bleiben (können). Aus 3.8 wird ferner ersichtlich, daß dieser Ansatz das von *Mahlert*[19] vorgeschlagene und lediglich näherungsweise realisierte Konzept exakt verwirklicht.

16 Zur Berücksichtigung intensitätsmäßiger Anpassung vgl. *Kistner/Luhmer:* a. a. O., S. 174ff.
17 Vgl. *Luhmer, A.:* a. a. O., S. 898ff. sowie *Kistner/Luhmer:* a. a. O., S. 172f. Dabei ist $Y_s = Y_t + (s-t) \cdot \bar{y}$.
18 Vgl. auch *Schneider, D.:* Investition . . ., a. a. O., S. 280.
19 *Mahlert, A.:* Die Abschreibungen in der entscheidungsorientierten Kostenrechnung, 1976, S. 162ff.

Führt man eine *endlich große Änderung* der Beschäftigung um $\Delta Y_t \approx \partial Y_t \cdot \bar{y}$ durch, so ist auch die Nutzungsdauer der betroffenen Anlage um einen endlichen Wert von T nach T* anzupassen. Da die von der Beschäftigungsänderung ausgelöste Erhöhung von C sowohl in T* als auch in T wirksam wird, ist die Bedingung 3.6 nur an der Stelle T*, aber nicht für die Veränderung von T bis T* erfüllt. Deshalb sind die nutzungsabhängige Abschreibung und entsprechend die Gesamtabschreibung 3.8 um die Verringerung des Kapitalwertes zu ergänzen, der durch die Anpassung an die neue optimale Nutzungsdauer T* bewirkt wird. Bei einer in Y_t linearen Betriebskostenfunktion erhält man, wenn man aus Vereinfachungsgründen das Zeitintervall der Beschäftigungsänderung nicht explizit berücksichtigt:

$$(3.9) \qquad D_N(t, Y_t) = \frac{\Delta K^*}{\Delta Y} \cdot \Delta Y = e^{it} \cdot \int_t^{T^*(Y_t)} \frac{\partial C(s, Y_s)}{\partial Y_s} \cdot e^{-is} \cdot ds \cdot \Delta Y$$
$$- e^{it} \cdot \Big[\int_{T^*}^{T} C(s, \bar{y} \cdot s) \cdot e^{-is} \cdot ds - L(T) \cdot e^{-iT}$$
$$+ L(T^*) \cdot e^{-iT^*} + K \cdot (e^{-iT} - e^{-iT^*}) \Big]$$

Für die Wirkung der (endlichen) Anpassung von T nach T* ist wegen 3.6 die Änderung der Betriebskosten $\Delta C(\Delta Y) \approx \partial C / \partial Y_t \cdot \bar{y}$ bestimmend. Deshalb kann die nutzungsabhängige Abschreibung bei endlicher Anpassung *näherungsweise* durch $\tilde{D}_N$ erfaßt werden:

$$(3.10) \qquad \tilde{D}_N(t, Y_t) = e^{it} \cdot \int_t^{T^*(Y_t)} \frac{\partial C(s, Y_s)}{\partial Y_s} \cdot e^{-is} \cdot ds \cdot \bar{y}$$
$$- \frac{1}{2} \cdot e^{it} \cdot \frac{\partial C(t, Y_t)}{\partial Y_t} \cdot \bar{y} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot i \cdot (T + T^*)} \cdot |T - T^*|$$

Die *Zusammenhänge* zwischen den Kapitalwerten K der Kosten zu den Investitionszeitpunkten, dem Kapitalwert K* (t) zum Zeitpunkt t, dem Anlagenwert und der Gesamtabschreibung sind an einem Beispiel in Tabelle 1 sowie Abbildung 1 für einen *planmäßigen* Beschäftigungsverlauf veranschaulicht. Man sieht, daß in jedem Zeitpunkt die Summe aus Anlagenwert W und Kapitalwert K* den Kapitalwert zum Investitionszeitpunkt K ergibt und daß die Gesamtabschreibung je Periode den Differenzen zwischen aufeinanderfolgenden Anlagenwerten W bzw. Kapitalwerten K* entspricht. Für die Berechnung der Zahlenbeispiele wurde von einer *linearen* Funktion der Betriebskosten C (t)

$$(3.11) \qquad C(t) = V + h \cdot t$$

ausgegangen. Mit ihr erhält man für die Kostenannuität $\bar{K}$, den Anlagenwert W und die Gesamtabschreibung D_G die Gleichungen 3.12 bis 3.14:

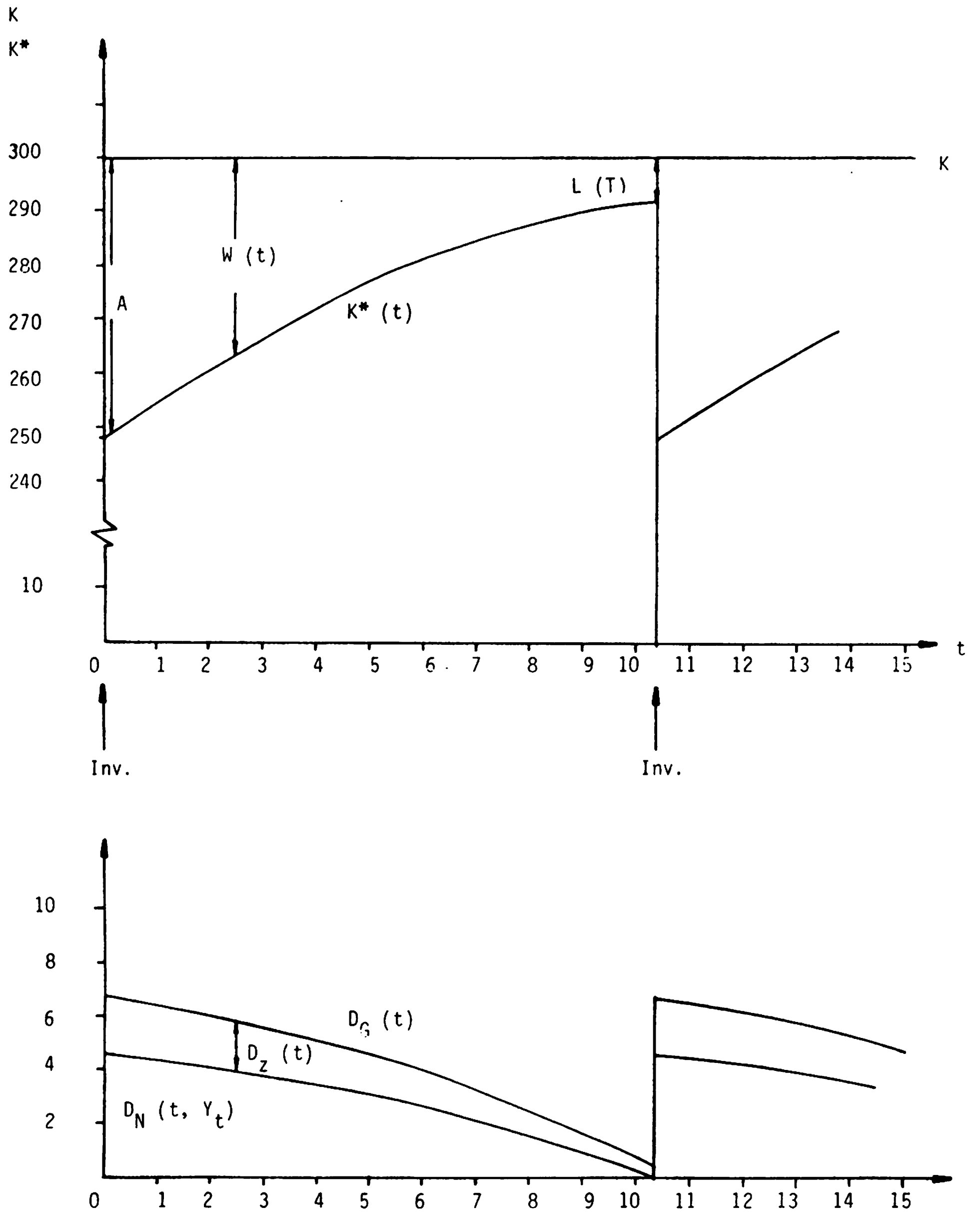
$$(3.12) \qquad \bar{K} = V + \frac{h}{1 - e^{-iT}} \cdot \left[\frac{1}{i} - e^{-iT} \cdot \left(T + \frac{1}{i}\right)\right] + \frac{i \cdot A}{1 - e^{-iT}} - \frac{i \cdot L(T)}{e^{iT} - 1}$$

$$(3.13) \qquad W(t) = \frac{h}{i \cdot (e^{iT} - 1)} \cdot [T \cdot (e^{it} - 1) - t \cdot (e^{iT} - 1)] + L(T) \cdot \frac{e^{it} - 1}{e^{iT} - 1} - A \cdot \frac{e^{it} - e^{iT}}{e^{iT} - 1}$$

$$(3.14) \qquad D_G(t) = \frac{h}{i} + \frac{e^{it} \cdot i}{e^{iT} - 1} \cdot \left[A - L(T) - \frac{T \cdot h}{i}\right]$$

Maßgeblich für das Problem der *Erfassung bzw. Abspaltung entscheidungsrelevanter Kosten* sind die nutzungsabhängigen Abschreibungen nach Gleichung 3.5. Sie geben den Wertverlust wieder, der bei einer (infinitesimal kleinen) Erhöhung der Beschäftigung einer Anlage in

Abbildung 1: Entwicklung des Kapital- und Anlagenwertes sowie der Abschreibungen. Analyse bei Planbeschäftigung $\bar{y} = 6$



einer Periode eintritt[20]. Nach dem Ansatz von *Kistner* und *Luhmer* werden sie bestimmt durch zukünftige Erhöhungen der Auszahlungen für Wartung und Instandhaltung sowie Werk- und Betriebsstoffe und eine zukünftige Minderung der Nutzungsdauer, die durch eine kurzfristige zeitliche Anpassung an Beschäftigungsänderungen verursacht werden[21]. Dabei

20 *Swoboda, P.:* a. a. O., S. 567.
21 *Kistner/Luhmer:* a. a. O., S. 171 f.

Tabelle 1: Beispiel für die Entwicklung der Werte einer Anlage bei einer Planbeschäftigung $\bar{y} = 6$

t	W (t)	K* (t)	C (t)	D_G (t)	D_N (t)	Daten
0	50 (= A)	247,74				
0,5		251,09	18,51	6,60	4,50	A = 50
1,0	43,41	254,34				
1,5		257,50	19,53	6,22	4,21	$L = \frac{75}{T+1}$
2,0	37,19	260,56				
2,5		263,51	20,55	5,80	3,90	$C(t) = 0{,}3t + 3y_t + 0{,}12 Y_t$
3,0	31,39	266,36				
3,5		269,09	21,57	5,34	3,55	$\bar{y} = 6$
4,0	26,06	271,69				$\bar{K} = 29{,}774$
4,5		274,17	22,59	4,83	3,17	
5,0	21,23	276,52				T = 10,3
5,5		278,72	23,61	4,26	2,74	
6,0	16,97	280,79				$\frac{\partial c}{\partial Y_t} = 0{,}12$
6,5		282,58	24,63	3,64	2,27	
7,0	13,34	284,41				i = 0,10
7,5		285,98	25,65	2,95	1,76	
8,0	10,39	287,36				
8,5		288,55	26,67	2,19	1,15	
9,0	8,21	289,54				
9,5		290,32	27,69	1,34	0,55	
10,0	6,87	290,88				
10,3	6,64 (= L (T))	291,10				

wird unterstellt, daß die Anlage vor und nach der Betrachtungsperiode (dem Betrachtungszeitpunkt) t mit Planbeschäftigung arbeitet. Die nutzungsabhängige Abschreibung gibt nach 3.5 Auswirkungen einer kurzfristigen partiellen Entscheidung über den Anlageneinsatz wieder. Damit erfaßt sie die *Interdependenz* zwischen einer kurzfristigen partiellen Entscheidung über den Anlageeinsatz und der längerfristigen Entscheidung über deren Investition und Ersatz. Entsprechend der kostentheoretischen Analyse ermöglicht sie es, die Wirkungen zwischen Kosteneinflußgrößen zu erfassen, die in einer mehrdeutigen Beziehung zueinander stehen.

Für die Ermittlung der nutzungsabhängigen Abschreibungen ist eine von *Stepan*[22] vertretene Hypothese bedeutsam, die auf Ergebnissen der modernen Verschleißforschung (Tribologie) beruht. Sie besagt, daß es „keine Entwertung infolge Gebrauch (gibt), die sich nicht reparieren läßt und nicht als Instandhaltung berücksichtigt werden kann“[23]. Eine verschleißbedingte Abnutzung kann nach ihr durch eine Regeneration von Einzelteilen voll ausgeglichen werden. Die Abnutzung führe daher nicht zwingend zu einer Verringerung der Nutzungsdauer der Anlage[24]. Als nutzungsabhängige Kosten sind dann nur Auswirkungen auf die

22 *Stepan, A.:* Produktionsfaktor Maschine, 1981; *ders.:* Die Struktur von Investitionsproblemen bei Berücksichtigung meßbarer Verschleißprozesse und Kriterien für den Anlagenersatz, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft (52) 1982, S. 426ff.

23 *Stepan, A.:* Produktionsfaktor . . ., a. a. O., S. 91; vgl. auch S. 68ff.

24 *Ebd.:* S. 92ff.

Wartungs- und Instandhaltungskosten bis zum nächsten Ersatzzeitpunkt (der abgenutzten Teile) zu berücksichtigen. Diese Hypothese gelte auch bei technischem Fortschritt[25]. Soweit die Hypothese von *Stepan* zutrifft, vereinfacht sich die Berechnung der Abschreibungen deutlich, weil sich der optimale Ersatzzeitpunkt der Teile und der gesamten Anlage nicht verändert[26]. Ob diese Hypothese für alle Anlagen zutrifft, muß m. E. durch die Analyse unterschiedlicher Anlagentypen in der Empirie geprüft werden. Im Hinblick auf das Problem der Beziehungen zwischen partiellen Entscheidungsfeldern erscheint es berechtigt, von dem Ansatz 3.5 auszugehen. Bei Geltung der Stepanschen Hypothese tritt an die Stelle der Beziehung zwischen kurzfristiger Beschäftigungsanpassung und (Ersatz-)Investitionsentscheidung die Beziehung zur Instandhaltungsentscheidung. Das zugrunde liegende Interdependenzproblem wird lediglich verlagert.

3.3 Beispiele zur Verbindung von lang- und kurzfristigen Entscheidungen durch nutzungsabhängige Abschreibungen

Zur besseren Einsicht in die Beziehungen zwischen unterschiedlichen partiellen Entscheidungsfeldern soll die Interdependenz zwischen kurzfristiger Beschäftigungsplanung und langfristiger Programm- sowie Investitionsplanung an einem einfachen *Zahlenbeispiel* untersucht werden. Bei den in Tabelle 2 gekennzeichneten Anlagen J = A bzw. B[27] wird für die

Tabelle 2: Daten der Anlagen A und B

Größe	Anlage A	Anlage B
Anschaffungskosten	$A_A = 150$	$A_B = 50$
Liquidationserlös	$L_A = \frac{300}{T+2}$	$L_B = \frac{75}{T+1}$
Maschinenabhängige Kosten pro Periode (Zeiteinheit)		
– allgemein	$C_A = 1{,}2\,t + y_{At} + 0{,}0\bar{4}\,Y_{At}$	$C_B = 0{,}3\,t + 3\,y_{Bt} + 0{,}12\,Y_{Bt}$
– bei Planbeschäftigung in allen Perioden	$C_A = 1{,}2\,t + \bar{y}_A + 0{,}0\bar{4}\,\bar{y}_A \cdot t$	$C_B = 0{,}3\,t + 3\,\bar{y}_B + 0{,}12\,\bar{y}_B \cdot t$
– nach kurzfristiger Beschäftigungsänderung in $t = \tau$	$C_A\,(t > \tau) = 1{,}2\,t + \bar{y}_A + 0{,}0\bar{4} \cdot \bar{y}_A \cdot t + 0{,}0\bar{4} \cdot \Delta\,Y_A$	$C_B\,(t > \tau) = 0{,}3\,t + 3\,\bar{y}_B + 0{,}12\,\bar{y}_B \cdot t + 0{,}12 \cdot \Delta\,Y_B$
Kostenänderung bei kurzfristiger (zeitlicher) Beschäftigungsanpassung	$\frac{\partial\,C_A\,(t,\,Y_{At})}{\partial\,Y_{At}} = 0{,}0\bar{4}$	$\frac{\partial\,C_B\,(t,\,Y_{Bt})}{\partial\,Y_{Bt}} = 0{,}12$

25 *Ebd.:* S. 91.

26 *Stepan* hält es für ausreichend, durchschnittlich konstante Instandhaltungs- und Betriebskosten anzusetzen. Für eine klare Herausarbeitung der Beziehungen zwischen kurz- und langfristigen Entscheidungen erscheint es notwendig, nicht von Durchschnittswerten, sondern exakt ermittelten Auswirkungen über die Beziehung 3.5 auszugehen. Bei Geltung der Hypothese von Stepan treten der Ersatzzeitpunkt der von einer Beschäftigungsänderung betroffenen Teile bzw. ein vorgegebener Instandhaltungszeitpunkt an die Stelle des Ersatzzeitpunkts der Anlage. Steigende Instandhaltungs- und Betriebskosten sind bis zu diesem Zeitpunkt zu erwarten.

27 Die Anlage B in Tabelle 2 entspricht dem Beispiel von Tabelle 1.

Betriebskosten C eine lineare Funktion unterstellt, welche das Anlagenalter t, die Beschäftigung pro Periode Y_t und die kumulierte Beschäftigung Y_t vom letzten Ersatzzeitpunkt bis t als additiv wirksame Kosteneinflußgrößen enthält[28]:

(4.1) $\quad C_J = a \cdot t + b \cdot y_{Jt} + c \cdot Y_{Jt}$ (a, b, c = konstant)

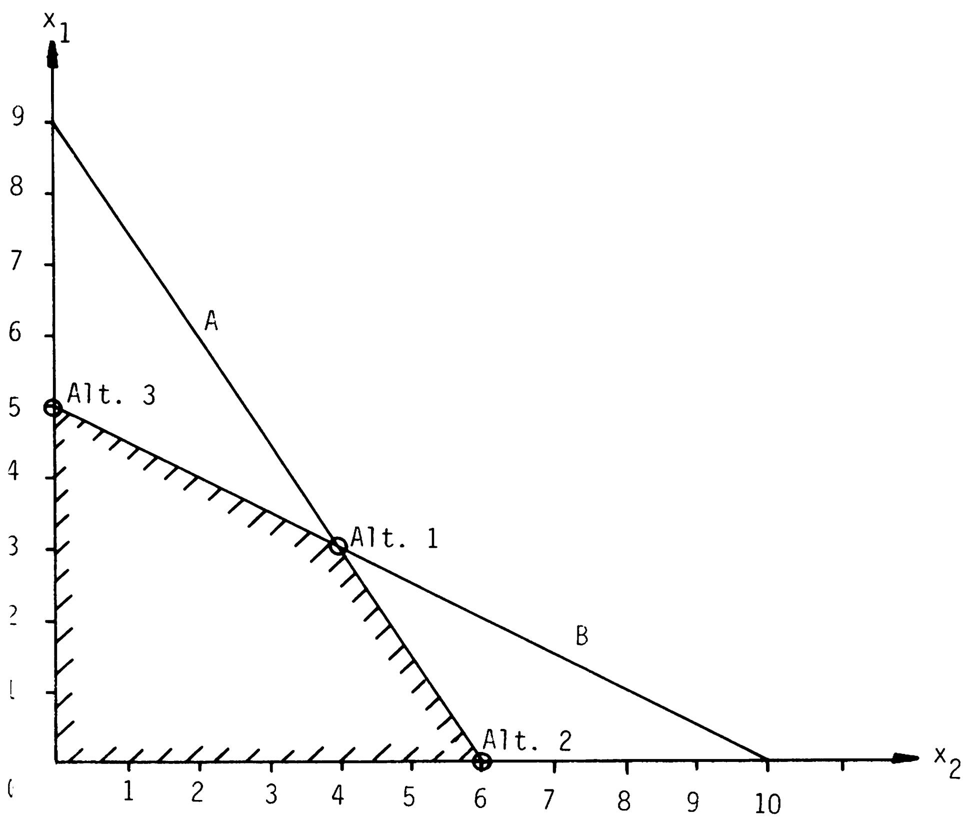
Für den *Liquidationserlös* wird (im Unterschied zur Hypothese von *Stepan*) entsprechend den Angaben in Tabelle 2 ein monoton sinkender Verlauf angenommen.
Mit diesen beiden Anlagen sind zwei verschiedene Produktarten herstellbar, deren Stückdeckungsbeiträge vor maschinenabhängigen Kosten $e_1 = 16$ und $e_2 = 17{,}083$ betragen. In jeder Periode gelten die *Kapazitätsbeschränkungen*:

(4.2) $\quad 2\,x_1 + 3\,x_2 \leq 18$ für Anlage A und

(4.3) $\quad 2\,x_1 + x_2 \leq 10$ für Anlage B.

Für die *langfristige Programmplanung* werden daher die in Abbildung 2 wiedergegebenen Produktionsprogrammalternativen berücksichtigt. Setzt man konstante Daten sowie unendliche identische Investitionsketten voraus und läßt man (vorerst) keinen Wechsel zwischen Programmalternativen im Zeitablauf zu, so erhält man die in Tabelle 3 angegebenen Barwerte des Gewinns für jede Alternative. Das Beispiel ist so gewählt, daß die Alternativen 1 und 2 in diesem Fall gleich günstig sind.

Abbildung 2: Produktionskostenprogrammalternativen



28 Bei Geltung der Hypothese von Stepan muß a = 0 gesetzt werden.

Tabelle 3: Langfristige Produktionsprogrammalternativen ohne Beschäftigungswechsel ($i = 0,10$)

	Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
Produktmengen	$x_1 = 3$ $x_2 = 4$	$x_1 = 0$ $x_2 = 6$	$x_1 = 5$ $x_2 = 0$
Plan-beschäftigungen	$\bar{y}_A = 18$ $\bar{y}_B = 10$	$\bar{y}_A = 18$ $\bar{y}_B = 6$	$\bar{y}_A = 10$ $\bar{y}_B = 10$
Barwerte – Deckungsbeiträge (vor variablen Maschinenkosten)	$E = \frac{116,332}{i} = 1163,32$	$E = \frac{102,498}{i} = 1024,98$	$E = \frac{80}{i} = 800$
– Kosten der Anlage A	$K_A = 481,23$	$K_A = 481,23$	$K_A = 381,56$
– Kosten der Anlage B	$K_B = 436,08$	$K_B = 297,74$	$K_B = 436,08$
Optimale Nutzungsdauern	$T_A = 13,5$ $T_B = 7,87$	$T_A = 13,5$ $T_B = 10,3$	$T_A = 15,5$ $T_B = 7,87$
Barwert des Gewinns	$G = 246,01$	$G = 246,01$	$G = -17,64$

An drei *kurzfristigen* Entscheidungsproblemen, der einperiodigen Programmplanung, der Preisuntergrenze für einen Zusatzauftrag sowie der Deckungsbeitragsuntergrenze für eine Stillegung bei kurzfristigem Preisverfall soll analysiert werden, inwieweit durch die Berücksichtigung nutzungsabhängiger Abschreibungen bei kurzfristigen Entscheidungen das langfristige Optimum erreicht werden kann.

3.3.1 Einperiodige Programmplanung

Zuerst wird geprüft, ob in einer kurzfristigen Programmplanung durch Berücksichtigung der nutzungsabhängigen Abschreibungen eine langfristig optimale Alternative ermittelt werden kann. Vernachlässigt man die Abschreibungen und verwendet man als *maschinenabhängige Kosten* je Beschäftigungseinheit z. B. lediglich die Summe der Kostenkoeffizienten b und c der Betriebskostenfunktion 4.1, so erhält man die (kurzfristige) Zielfunktion 4.4:

$$(4.4)\qquad [16-2\,(b_A + c_A)-2\,(b_B + c_B)]\cdot x_1 + [17{,}083-3\,(b_A + c_A)-(b_B + c_B)]\cdot x_2 = 7{,}671\cdot x_1 + 10{,}83\cdot x_2$$

Da ihre Steigung mit $-1{,}4118$ größer als die Steigung $-1{,}5$ der Nebenbedingung für Anlage A ist, wird mit dieser Rechnung für jede Periode die Alternative 1 als optimal ausgewiesen. Das kurzfristige Ergebnis stimmt dann *nicht* mit dem langfristigen von Tabelle 3 überein.
Neben den rein beschäftigungsabhängigen Kosten aus 4.1 können die *nutzungsabhängigen Abschreibungen* je Beschäftigungseinheit d_{NJ} berücksichtigt werden. Da keine Beschäftigungsänderung vorliegt, lassen sich diese aufgrund von 3.7 und 4.1 durch Gleichung 4.5 berechnen:

$$(4.5)\qquad d_{NJ} = \frac{D_{NJ}(t, Y_{Jt})}{\bar{y}_J} = e^{it}\cdot\int_t^{T_J^*}\frac{\partial C}{\partial Y_J}\cdot e^{-is}\cdot ds = \frac{c}{i}\cdot(1-e^{it}\cdot e^{-iT_J^*})$$

Dann gelangt man zu der (kurzfristigen) Zielfunktion:

$$(4.6)\qquad [16-2\,(b_A + d_{NA})-2\,(b_B + d_{NB})]\cdot x_1 + [17{,}083-3\,(b_A + d_{NA})-(b_B + d_{NB})]\cdot x_2$$

Durch Einsetzen der in Tabelle 4 berechneten Werte für die nutzungsabhängigen Abschreibungen d_{NJ} je Beschäftigungseinheit lassen sich entsprechend Tabelle 5 für verschiedene Perioden die Zielfunktionen und ihre Steigungen ermitteln. Diese weisen ebenfalls *kein*

Gleichwertigkeit der Alternativen aus. Vielmehr werden für die ersten Perioden Alternative 2 und für spätere Perioden während der Nutzung dieser Anlagen Alternative 1 als optimal ausgewiesen. Über die nutzungsabhängige Abschreibung wird also angezeigt, daß ein *Alternativenwechsel* im Ablauf der Nutzungsdauer zu einem höheren Kapitalwert des Gewinns führt, als die bei der langfristigen Betrachtung von Tabelle 3 vorausgesetzte Beibehaltung derselben Alternative. Die Berechnung der Kapitalwerte für verschiedene Zeitpunkte des Alternativenwechsels in Tabelle 6 bestätigt dies. Die Berücksichtigung nutzungsabhängiger Abschreibungen ermöglicht demnach eine *Annäherung* an die langfristig optimale Alternative mit einem ersten Beschäftigungswechsel in $t = 4{,}6$[29].

Tabelle 4: Nutzungsabhängige Abschreibungen je Beschäftigungseinheit ($i = 0{,}10$)

Anlage	A	B	
Nutzungsabhängige Abschreibung je Beschäftigungseinheit für:	$\bar{y}_A = 18$ $T_A = 13{,}5$	$\bar{y}_B = 10$ $T_B = 7{,}87$	$\bar{y}_B = 6$ $T_B = 10{,}3$
$t = 0{,}5$	0,323	0,626	0,750
$t = 4{,}5$	0,264	0,343	0,528
$t = 7{,}5$	0,201	0,044	0,293

Tabelle 5: Kurzfristige Zielfunktionen

t	Zielfunktion für Nutzungsdauern der		Steigung der Zielfunktion	
	Alternative 1	Alternative 2	Alt. 1	Alt. 2
0,5	$6{,}102x_1 + 9{,}487x_2$	$5{,}854x_1 + 9{,}363x_2$	–1,555	–1,599
4,5	$6{,}786x_1 + 9{,}949x_2$	$6{,}416x_1 + 9{,}764x_2$	–1,466	–1,522
7,5	$7{,}512x_1 + 10{,}438x_2$	$7{,}013x_1 + 10{,}188x_2$	–1,390	–1,453

Tabelle 6: Barwert des Gewinns bei Beschäftigungswechsel von Alternative 2 auf Alternative 1 innerhalb der Nutzungsdauer der Anlagen

Zeitpunkt des (ersten) Beschäftigungswechsels	Optimale Nutzungsdauer		Barwert des Gewinns G
0,5	$T_A = 13{,}5$	$T_B^* = 8{,}02$	246,676
4,5	$T_A = 13{,}5$	$T_B^* = 9{,}38$	248,838
7,5	$T_A = 13{,}5$	$T_B^* = 10{,}52$	248,164

3.3.2 Kurzfristige Preisuntergrenze für Zusatzauftrag

Wenn die Alternative 2 verwirklicht wird, besitzt die Anlage B in jeder Periode eine *Leerkapazität* von 4 Beschäftigungseinheiten. Wird diese Leerkapazität in einer Periode zur Bearbeitung eines *Zusatzauftrages* genutzt, verkürzt sich die optimale Nutzungsdauer von Anlage B nach 3.6 auf $T_B^* = 9{,}75$, da die kumulierte Beschäftigung in allen nachfolgenden Perioden

29 Setzt man zur Berechnung der nutzungsabhängigen Abschreibung von Anlage B bei Alternative 2 für die langfristig optimale Nutzungsdauer $T = 9{,}41$ ein, so ergibt sich für die Steigung der Zielfunktion 4.6 ein Wert von –1,500. Sie zeigt dann also den exakten Zeitpunkt für einen optimalen Alternativenwechsel an.

um 4 Einheiten größer ist. Unter Verwendung dieser Nutzungsdauer lassen sich die nutzungsabhängigen Abschreibungen der endlichen Anpassung nach 3.10 (bzw. 3.9) berechnen. Man erhält die *kurzfristige Preisuntergrenze* PUG verschiedener Perioden bei sonstigen variablen Stückkosten k_{vZ} und Stückzeiten von $t_{ZB} = 4$ auf Anlage B für den Zusatzauftrag entsprechend Tabelle 7. Die Ergebnisse kann man prüfen, indem man die Kapitalwerte der langfristigen Lösung mit und ohne Zusatzauftrag berechnet. Sie stimmen bei Verwendung von 3.10 (3.9) näherungsweise (exakt) überein[30].

Tabelle 7: Preisuntergrenzen für einen Zusatzauftrag (i = 0,10)

t	$d_{NB}(t, T_B^*)$	$PUG = k_{vz} + [b_B + d_{NB}(t, T_B^*)] \cdot t_{zB}$
0,5	0,711	$k_{vz} + (3 + 0{,}711) \cdot 4 = k_{vz} + 14{,}844$
4,5	0,471	$k_{vz} + (3 + 0{,}471) \cdot 4 = k_{vz} + 13{,}884$
7,5	0,216	$k_{vz} + (3 + 0{,}216) \cdot 4 = k_{vz} + 12{,}864$

3.3.3 Kurzfristige Deckungsbeitragsuntergrenze bei vorübergehendem Preisrückgang

In einem dritten Beispiel wird gefragt, wie stark der Deckungsbeitrag vor anlageabhängigen Kosten in einer Periode sinken darf, bis eine *Stillegung* der beiden Anlagen im Hinblick auf das langfristige Erfolgsziel günstiger wird. Für das kurzfristige Entscheidungsproblem wird dabei unterstellt, daß vor und nach der betreffenden Periode die langfristig geplanten Erlöse sowie Kosten und die Planbeschäftigung realisiert werden können, ein Preisverfall also nur vorübergehend eintritt. Indifferenz zwischen Fertigung und Stillegung liegt vor, wenn der Deckungsbeitrag vor Anlagekosten dem Barwert der Kosteneinsparung bei Stillegung in der betreffenden Periode entspricht. Da eine endliche Beschäftigungsanpassung vorliegt, läßt sich unter Beachtung von 3.10 (bzw. 3.9) die *Deckungsbeitragsuntergrenze* DBU (t) einer Periode t über Gleichung 4.7 bestimmen:

$$(4.7) \qquad DBU(t) = \sum_J \bar{y}_J \cdot [d_{NJ}(t, T_J^*) + b_J]$$

In ihr ist für jede Anlage J die Nutzungsdauer T_J^* einzusetzen, die im Falle einer Stillegung während einer Periode aufgrund von Gleichung 3.6 optimal ist. Für das betrachtete Beispiel erhält man die in Tabelle 8 wiedergegebenen Betriebskostenfunktionen nach der Stillegung und optimalen Nutzungsdauern. Mit den über Gleichung 3.10 berechneten nutzungsabhängigen Abschreibungen lassen sich z. B. die Deckungsbeitragsuntergrenzen der beiden Alternativen für die erste Periode nach Gleichung 4.8 ermitteln:

$$(4.8) \qquad DBU(t = 0{,}5) = \bar{y}_A \cdot [d_{NA}(0{,}5, T_A^*) + b_A] + \bar{y}_B \cdot [d_{NB}(0{,}5, T_B^*) + b_B]$$

$$\text{Alt. 1: } DBU(0{,}5) = 18 \cdot (0{,}326 + 1) + 10 \cdot (0{,}653 + 3) = 60{,}398$$

$$\text{Alt. 2: } DBU(0{,}5) = 18 \cdot (0{,}326 + 1) + 6 \cdot (0{,}768 + 3) = 46{,}476$$

Zur Überprüfung des Ergebnisses können die *Kapitalwerte* für die Alternativen 1 und 2 sowie die Fälle Beschäftigung und Stillegung in der ersten Periode berechnet werden. Die (weitgehende) Übereinstimmung der Kapitalwerte[31] in Tabelle 9 zeigt, daß die über die nutzungsab-

30 Um das exakte Ergebnis zu erreichen, muß dabei unterstellt werden, daß die Erzeugung des Zusatzauftrages ohne Beanspruchung von Zeit vollzogen wird.

31 Geringfügige Abweichungen ergeben sich, wenn die Beschäftigungsanpassung auf die ganze Periode und nicht auf einen infinitesimal kleinen Zeitpunkt bezogen wird.

Tabelle 8: Berechnung der Betriebskosten und der optimalen Nutzungsdauern für die Stillegungsalternativen in der ersten Periode ($i = 0{,}10$)

Anlage	Alternative	C (t)	Optimalbedingung für T*		T*
			$\bar{K}$	$C(T^*) + i \cdot L - L'$	
A	1,2	2 t + 17,2	48,123	45,06 + 1,883 + 1,182 = 48,125	13,93
B	1	1,5 t + 28,8	43,608	42,075 + 0,761 + 0,773 = 43,609	8,85
B	2	1,02 t + 17,28	29,774	28,653 + 0,617 + 0,508 = 29,778	11,15

hängigen Abschreibungen bestimmten Deckungsbeitragsuntergrenzen die längerfristigen Wirkungen einer kurzfristigen Stillegung wiedergeben.

Tabelle 9: Vergleich der Kapitalwerte der lang- und kurzfristigen Alternativen

Langfristige Alternativen / Kurzfristige Alternativen	Alternative 1 ($\bar{y}_A = 18$; $\bar{y}_B = 10$)	Alternative 2 ($\bar{y}_A = 18$; $\bar{y}_B = 6$)
Beschäftigung in Periode 1	192,81	192,72
Stillegung in Periode 1	192,81	192,72

Die *Beispiele* veranschaulichen, daß über den gewählten Ansatz nutzungsabhängiger Abschreibungen eine exakte oder zumindest näherungsweise Erfassung längerfristiger Wirkungen von kurzfristigen Anpassungsmaßnahmen möglich ist. Der Geltungsbereich dieser Aussage wird durch die engen Anwendungsbedingungen des Modells der unendlichen identischen Investitionsketten[32], der Annahmen über die Entwicklung der Anlagenkosten und der Liquidationserlöse sowie die Prämissen der einfachen Beispiele *eingeschränkt.* Trotz dieser starken Einschränkungen erscheint es berechtigt, aus der Analyse des Abschreibungsproblems erste allgemeine *Folgerungen* für die Ermittlung von entscheidungsrelevanten Kosten zu ziehen:

(1) Ein Einfluß kurzfristiger Durchführungs- oder Anpassungsentscheidungen auf die durch langfristige Entscheidungen bestimmten Kosten und Leistungen kann nicht durch eine globale Verteilung oder Aufspaltung von Anschaffungs- bzw. Wiederbeschaffungskosten erfaßt werden. Er muß vielmehr durch eine Prognose der *zukünftigen Wirkungen* auf das *langfristige Erfolgsziel* berücksichtigt werden.

(2) *Anschaffungs- oder Wiederbeschaffungskosten* wirken sich auf die Höhe nutzungsabhängiger Abschreibungen höchstens in begrenztem Umfang aus. In dem dargestellten Modell der Herleitung aus dem Kapitalwert einer unendlichen Investitionskette haben sie einen indirekten Einfluß über die Nutzungsdauer[33]. Je höher die Anschaffungskosten sind, desto größer werden die Nutzungsdauer und damit die nutzungsabhängigen Abschrei-

32 Vgl. insb. *Schneider, D.:* Investition . . ., a. a. O., S. 240.

33 Maßgeblich ist der Einfluß von T in 3.5, das über 3.6 bestimmt wird. Der Einfluß einer Beschäftigungsänderung auf T hängt insbesondere von den Variablen und dem Verlauf der Betriebskostenfunktion C ab.

bungen. Sofern eine kurzfristige Beschäftigungsanpassung die Nutzungsdauer verändert, sind die Anschaffungskosten um so wirksamer, je kürzer die optimale Nutzungsdauer und die Restnutzungsdauer der Anlage sind.

4. Konsequenzen für die Gestaltung der Kostenrechnung

4.1 Grenzen einer Berücksichtigung von Interdependenzen in der Kostenrechnung

Aus der kosten- und der entscheidungstheoretischen Analyse sind Konsequenzen für die Kostenrechnung zu ziehen.

Eine exakte Lösung des Fixkostenproblems würde die Erfassung sämtlicher *Interdependenzen* zwischen den Einflußgrößen der Kosten und Leistungen erfordern. Dies erscheint weder durch eine umfassende Simultanplanung noch durch den Ansatz von Opportunitätskosten oder die exakte Ermittlung längerfristiger Wirkungen in partiellen Entscheidungsmodellen praktisch durchführbar. In ihnen müßten Kostenkoeffizienten für die künftigen Wirkungen auf längerfristige Variablen und Ziele angesetzt werden, wie sie für das Abschreibungsproblem unter sehr engen Anwendungsbedingungen hergeleitet wurden. Die Höhe derartiger Koeffizienten ist aber auch von den Entscheidungen in anderen Entscheidungsfeldern abhängig, da ihnen mehrvariablige mehrdeutige Kostenbeziehungen zugrunde liegen. Beispielsweise könnte die Wirkung einer überplanmäßigen Beschäftigung in einer Periode auf Instandhaltungskosten und Ersatzzeitpunkte durch eine unter dem Plan liegende Beschäftigung in einer anderen Periode ausgeglichen werden. Je besser es gelingt, beim Treffen mittel- und längerfristiger Entscheidungen die Ausprägungen der kurzfristigen (Programm- und Vollzugs-)Entscheidungen zu prognostizieren und je weniger Datenänderungen auftreten, desto weniger sind in der kurzfristigen Planung längerfristige Wirkungen von Anpassungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Die Unsicherheit der Planung bildet aber auch hier eine zentrale Grenze für die exakte Erfassung von Interdependenzen.

Eine weitere grundlegende Begrenzung liegt in den Anforderungen an eine *effiziente Unternehmensführung*. Soweit eine Delegation von Entscheidungsbefugnissen zweckmäßig erscheint, werden damit Entscheidungsfelder aufgeteilt und Interdependenzen zerschnitten. Dem Nachteil einer geringeren Zielerreichung durch eine begrenzte Berücksichtigung von Interdependenzen stehen die Vorteile einer motivationsfördernden und einfacheren Unternehmensführung gegenüber. Besonders für Preisentscheidungen erscheint dieser Aspekt wichtig. Häufig werden Preisentscheidungen, z. B. für laufende Angebote der Einzel- und Sonderfertigung, auf untere Ebenen verlagert. Diese Entscheidungsträger sind aufgrund ihres begrenzten Aufgabenbereichs nicht in der Lage, die gesamten Wirkungen ihrer Preisforderungen auf Kosten und Erlöse im Fertigungs- wie im Absatzbereich zu überblicken. Die Kostenrechnung wäre überfordert, wenn sie für jeden dieser i. d. R. zahlreich auftretenden Fälle die Interdependenzen analysieren und entsprechende Kostenkoeffizienten bestimmen müßte. Deshalb wird häufig ein einfaches Kalkulationsschema vorgegeben, das als Basis der Preisfestlegung dient. Die Notwendigkeit einer einfachen Handhabung stellt hier die Grenze für eine exakte Erfassung der Interdependenzen dar.

4.2 Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Kostenrechnung

Da einerseits eine exakte Erfassung der Interdependenzen zwischen kurz- und längerfristigen Entscheidungen höchstens in begrenztem Umfang realisierbar erscheint, andererseits nicht angenommen werden kann, daß die kurzfristigen Entscheidungen immer den längerfristig prognostizierten Werten entsprechen, muß zur Lösung des Fixkostenproblems eine engere Verbindung zwischen *Investitions- und Kostenrechnung* vollzogen werden. In einer Reihe von Untersuchungen (z. B. von *Lücke*[34], *Riebel*[35], *Lehmann/Wagner*[36] und *Kloock*[37]) ist auf die engen Beziehungen zwischen diesen beiden Rechnungssystemen hingewiesen worden. Um längerfristige Entscheidungen zu treffen, beispielsweise über die Ausstattung mit Personal und Anlagen, die Struktur des mittelfristigen Produktionsprogramms oder das Niveau der betrieblichen Preisforderungen, benötigt man Informationen über Kosten- und Leistungsgrößen (z. B. zukünftige Anschaffungs- und Betriebskosten usw.) und deren zukünftige Entwicklung.

Für diese *Prognoseaufgabe* scheint die betriebliche Kostenrechnung der geeignete Aufgabenträger zu sein. Sie hat die Basisdaten zu liefern, die dann in Verfahren der Investitionsrechnung unter Berücksichtigung der sich aus der Finanzrechnung ergebenden Einflüsse weiterverarbeitet werden. Zugleich muß sie aus den Ergebnissen der längerfristigen Planung ermitteln, welche Auswirkungen kurzfristige Änderungen gegenüber den Planwerten auf das Erfolgsziel haben (könnten).

Ein grundlegender *Zweck* dieser kostenrechnerischen Informationsaufgabe liegt darin, *Interdependenzen* zwischen kurz- und längerfristigen Entscheidungen zumindest *näherungsweise* zu erfassen. Hierzu können die Erkenntnisse der entscheidungstheoretischen Analyse genutzt werden. Insbesondere erscheint es notwendig, bei der Bestimmung von längerfristigen Wirkungen kurzfristiger Entscheidungen durch Weiterentwicklung und Übertragung der Ansätze zum Abschreibungsproblem einen *konzeptionell begründeten Weg* zu suchen. Dabei muß stets gefragt werden, in welchem Umfang partielle Entscheidungen sich auf welche Kosten- und Leistungsgrößen und welche anderen Entscheidungen auswirken (könnten). Wenn eine exakte Berechnung solcher Wirkungen aus Rechengründen, wegen der Datenunsicherheit und/oder der Überlagerung verschiedener partieller Entscheidungen nicht durchführbar ist, erscheint dennoch eine näherungsweise Analyse und Abschätzung der Wirkungen erfolgversprechender als eine globale Aufspaltung von Kostenarten. Eine vom theoretischen Konzept her begründete Abschätzung wird mit großer Wahrscheinlichkeit eine bessere Annäherung an die tatsächlichen Beziehungen liefern können.

34 *Lücke, W.:* Die kalkulatorischen Zinsen im betrieblichen Rechnungswesen, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft (35) 1965, Ergänzungsheft, S. 22ff.; vgl. auch *Franke, G.:* Kalkulatorische Kosten: Ein funktionsgerechter Bestandteil der Kostenrechnung?, in: Die Wirtschaftsprüfung (29) 1976, S. 189ff.

35 *Riebel, P.:* Einzelkosten- und Deckungsbeitragsrechnung, 4. Aufl., 1982, S. 60ff.

36 *Lehmann, M./Wagner, G. R.:* Die Disponierbarkeit von Gemeinkosten in rechnungstheoretischer Sicht, in: Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis 1981, S. 48ff.

37 *Kloock, J.:* Mehrperiodige Investitionsrechnungen auf der Basis kalkulatorischer und handelsrechtlicher Erfolgsrechnungen, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (33) 1981, S. 873ff.