

Albers, Sönke

Working Paper — Digitized Version

Regeln für die Allokation eines Marketing-Budgets auf Produkte oder Marktsegmente

Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, No. 413

Provided in Cooperation with:

Christian-Albrechts-University of Kiel, Institute of Business Administration

Suggested Citation: Albers, Sönke (1996) : Regeln für die Allokation eines Marketing-Budgets auf Produkte oder Marktsegmente, Manuskripte aus den Instituten für Betriebswirtschaftslehre der Universität Kiel, No. 413, Universität Kiel, Institut für Betriebswirtschaftslehre, Kiel

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/149044>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Manuskripte
aus den
Instituten für Betriebswirtschaftslehre
der Universität Kiel

Nr. 413

Regeln für die Allokation
eines Marketing-Budgets auf
Produkte oder Marktsegmente

Sönke Albers



Nr. 413

**Regeln für die Allokation
eines Marketing-Budgets auf
Produkte oder Marktsegmente**

Sönke Albers

November 1996

Prof. Dr. Sönke Albers
Lehrstuhl für Marketing
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
24098 Kiel

Tel.: 0431-880-1541
Fax: 0431-880-1166
Email: albers@bwl.uni-kiel.de

Zusammenfassung

In der Literatur hat man das im Marketing bedeutende Problem der Verteilung einer knappen Ressource, von der eine Umsatzwirkung ausgeht, auf Produkte oder Marktsegmente dadurch zu lösen versucht, daß man die Parameter vorher spezifizierter Umsatzreaktionsfunktionen statistisch schätzt und dann das Optimum mit geeigneten Algorithmen bestimmt. Im Gegensatz dazu findet man in der Praxis vorwiegend einfache Allokationsregeln, z.B. Budgetverteilung proportional zum bisherigen oder geplanten Umsatz, deren Güte allerdings fraglich ist. In diesem Beitrag wird aus der Optimalitätsbedingung ohne Unterstellung spezifischer Funktionstypen eine Regel abgeleitet, nach der im Optimum die Deckungsbeiträge multipliziert mit den jeweiligen Elastizitäten gleich sein müssen. Mit Hilfe eines computergestützten Simulationsexperimentes ist für unterschiedliche Datensituationen die Güte der verschiedenen heuristischen Allokationsregeln untersucht worden. Die Ergebnisse zeigen, daß die hier vorgeschlagene und leicht implementierbare Allokationsregel bereits bei einmaliger Anwendung zu sehr guten Ergebnissen und nach wenigen Perioden zu fast-optimalen Lösungen führt sowie zum Optimum konvergiert. Alle anderen Allokationsregeln sind deutlich unterlegen und weisen keine Konvergenzeigenschaft auf. Abschließend wird gezeigt, wie die Regel modifiziert werden muß, wenn man die Prämissen voneinander unabhängiger Allokationseinheiten sowie statischer, symmetrischer und deterministischer Reaktionsfunktionen aufhebt.

Summary

The problem of optimally allocating a scarce resource which has an impact on sales across products or market segments has been addressed in the marketing literature by statistically estimating the response functions and applying a nonlinear optimization algorithm. In contrast, managers typically use simple allocation rules such as budgets proportional to past or planned sales. The goodness of these rules, however, is questionable. In order to serve better the needs of managers a new and easy to implement rule is proposed. It is derived from the optimality condition that in the optimum the profit contributions multiplied by the respective elasticities should be equal across products and segments. The goodness of traditional rules as well as the proposed one is investigated with the help of a computer simulation experiment. The results show that the new rule is superior, provides very good solutions already in the first application, near-optimal solutions after a few consecutive applications and converges to the optimum. The paper finishes with a discussion of how the allocation rule can be modified in case of interdependent allocation units, asymmetric, dynamic and stochastic response functions.

1 Problemstellung¹

Viele Beispiele in der Praxis haben gezeigt, daß es nicht genügt, ein gutes Produkt zu einem attraktiven Preis anzubieten. Vielmehr muß der Verkauf durch geeignete Maßnahmen der Kommunikations- und Distributionspolitik unterstützt werden. Dafür sind Mittel aus dem Marketing-Budget zur Verfügung zu stellen. Früher stand im Mittelpunkt des Interesses, wie hoch das entsprechende Budget für Werbung oder den Persönlichen Verkauf oder Verkaufsförderung sein soll. Inzwischen ist jedoch klar geworden, daß Variationen der absoluten Höhe des Budgets nur zu geringfügigen Deckungsbeitrags-Unterschieden führen, da sich Budget-Wirkung und Budget-Kosten um das Maximum herum in einem weiten Bereich ausgleichen (Tull et al. 1986, Chintagunta 1993). In Märkten mit immer intensiverem Wettbewerb ist zudem immer weniger damit zu rechnen, daß Budgeterhöhungen von den Wettbewerbern unbeantwortet hingenommen werden. Dann aber stellt sich die Frage, wie man das verfügbare Budget möglichst effizient einsetzt, d.h. auf Marktsegmente und Produkte optimal verteilt. In der Tat ist sowohl theoretisch als auch empirisch gezeigt worden, daß von einer Verbesserung der Allokation wesentlich höhere Deckungsbeitragswirkungen ausgehen als von einer Veränderung der Höhe des Gesamtbudgets (Doyle/Saunders 1990, Skiera 1996).

Budget-Allokations-Probleme gibt es im Marketing in vielfältiger Weise. Innerhalb der Werbung beschäftigt man sich schon lange mit dem Problem, ein Werbebudget auf Produkte und Medien zu verteilen (Doyle/Saunders 1990). Innerhalb der Distribution ist darüber zu entscheiden, wieviel Verkaufsförderung die einzelnen Produkte und Handelspartner erhalten sollen. Im eigenen Vertrieb muß die über das Marketing-Budget zur Verfügung gestellte Ressource der Verkäufer-Arbeitszeit auf Regionen und Kunden verteilt werden (Lodish 1980 und Lodish/Curtis/Ness/Simpson 1988). Im Handel gilt es, die knappe Ressource des Regalplatzes optimal auf die anzubietenden Artikel zu verteilen (Bultez/Naert, 1988). Zu allen diesen Problemen gibt es bereits Optimierungsansätze in Form von Entscheidungs-Unterstützungssystemen, bei denen zunächst die Reaktionsfunktionen des Umsatzes in Abhängigkeit von den Marketing-Instrumenten entweder mit Hilfe von ökonometrischen Modellen, Experimenten oder subjektiven Schätzungen bestimmt werden, um dann auf dieser Basis mit Hilfe eines meist problemspezifischen Algorithmus die optimale Allokation zu bestimmen. Auch wenn einige erfolgreiche Anwendungen dieser Vorgehensweise berichtet werden (z.B. Lo-

¹ An dieser Stelle möchte ich meinen Mitarbeitern, Dr. Karen Gedenk, Dr. Manfred Krafft, Dr. Bernd Skiera und Dipl.-Kfm. Kay Peters für wertvolle Hinweise zu einer früheren Version dieses Aufsatzes danken.

dish/Curtis/Ness/Simpson 1988 und Doyle/Saunders 1990), so muß man doch feststellen, daß in der Praxis die Verteilung proportional zu Kennzahlen vorherrscht (Blasko/Patti 1984, Lynch/Hooley 1990, Patti/Blasko 1981, Permut 1977, Piercy 1987).

Wenn z.B. ein Unternehmen 4% vom Umsatz für Werbung ausgeben und diesen Satz auch auf jedes Produkt anwenden will, so beabsichtigt es, ein gegebenes Gesamt-Werbebudget proportional zu den (Plan-)Umsatzhöhen der Produkte zu verteilen. Im Vertrieb verteilt man gerne ein zusätzliches Verkaufsförderungs-Budget auf die Außendienstmitarbeiter proportional zu den zuletzt erzielten Umsätzen. Produkt-Manager werden nach der Effektivität der eingesetzten Budgets beurteilt, indem der erwirtschaftete Deckungsbeitrag in Beziehung zu dem zur Verfügung gestellten Budget gesetzt wird (return on budget), und erhalten dann neue Budgets proportional zur Return-on-Budget-Kennzahl. Damit stellt sich die Frage, warum sich Optimierungsansätze nicht gegen Kennzahlen-Praktiken durchgesetzt haben. Lange Zeit hat wohl die schlechte Verfügbarkeit entsprechender Entscheidungs-Unterstützungs-Systeme und fehlendes Know-how bei den Unternehmen die Anwendung solcher Entscheidungs-Unterstützungs-Systeme verhindert. Ein viel gravierenderer Nachteil besteht jedoch darin, daß viele Unternehmen sich offenbar nicht in der Lage sehen, die entsprechenden Reaktionsfunktionen zu kalibrieren, da hierfür fundiertes statistisches Know-how erforderlich ist. Hinzu kommt, daß selbst unter Fachleuten nicht klar ist, welche Form von Reaktionsfunktion zu unterstellen ist. Zumeist liegen Beobachtungen nur zu einem kleinen Ausschnitt des Funktionsverlaufs vor, für den viele Funktionstypen fast gleich hohe R^2 -Werte für die erklärte Varianz bieten (Saunders 1987). Das wäre nicht weiter problematisch, wenn nicht die Funktionstypen teilweise zu sehr verschiedenartigen Allokationsempfehlungen führen. Bedenkt man dann noch, daß die prinzipiell stochastischen Reaktionsfunktionen ohnehin nicht exakt zu schätzen sind, so ist der Gebrauch von Kennzahlen zur Verteilung knapper Ressourcen nur zu verständlich.

Unter diesen Umständen stellt sich aus wissenschaftlicher Sicht die Frage, welche Kennzahl für die Allokation von knappen Mitteln die profitabelste ist. Mit einer Antwort darauf wird auch der Praxis geholfen, in der gegenwärtig die unterschiedlichsten Kennzahlen wie z.B. Umsatz, Deckungsbeitrag und Return-on-budget angewendet werden. Insbesondere soll untersucht werden, ob es geeignete Kennzahlen gibt, die völlig unabhängig von der tatsächlichen Gestalt der Reaktionsfunktionen fast-optimale Allokationen erlauben oder sogar bei mehrfacher Anwendung hintereinander zum Optimum konvergieren. Im 2. Abschnitt wird das Allo-

kationsproblem formal dargestellt, und es werden die in der Praxis üblichen Allokationsregeln vorgestellt. Außerdem wird aus der Optimalitätsbedingung eine neue heuristische Allokationsregel abgeleitet. Im 3. Abschnitt werden alle Allokationsregeln mit Hilfe eines computergestützten Simulationsexperimentes auf ihre Eignung und Konvergenzeigenschaften getestet. Im 4. Abschnitt werden Modellerweiterungen untersucht. Dabei wird gezeigt, wie die gefundene Allokationsregel auch bei interdependenten Allokationseinheiten und bei Vorliegen dynamischer, asymmetrischer und stochastischer Reaktionsfunktionen in modifizierter Form angewandt werden kann. Der Aufsatz schließt mit Schlußfolgerungen für das Management.

2 Allokation von knappen Ressourcen auf unabhängige Einheiten

2.1 Problemstruktur

In einem Mehrproduktunternehmen besteht üblicherweise die Notwendigkeit, das Marketing-Budget oder ein Budget für ein einzelnes Marketing-Mix-Instrument wie Werbung oder Persönlicher Verkauf auf Produkte und Kunden oder allgemeiner auf Marktsegmente optimal zu verteilen. In gleicher Weise sind Probleme strukturiert, bei der eine knappe Ressource wie die Arbeitszeit von Außendienstmitarbeitern optimal aufzuteilen ist.

Historisch hat man sich zunächst mit der Verteilung knapper Ressourcen auf Regionen oder Verkaufsgebiete, also geographisch untergliederte Marktsegmente beschäftigt (Wellman 1939 und Nordin 1943). Dabei ist man davon ausgegangen, daß der Mitteleinsatz in einem Segment nur Wirkungen dort und nicht in anderen Segmenten ausübt, d.h. man hat Unabhängigkeit zwischen den $i = 1, \dots, n$ Allokationseinheiten unterstellt. In einer Allokations-Studie von Lodash/Curtis/Ness/Simpson (1988) ist dies auch für nach anderen Gesichtspunkten segmentierte Kundengruppen, z.B. Ärztegruppen nach Fachgebiet, unterstellt worden.

Mit dem Einsatz des Marketing-Budgets R kann Umsatz erzielt werden, allerdings (eventuell erst ab einem bestimmten Schwellenwert) mit abnehmenden Grenzerträgen. Die Beziehung zwischen Umsatz (U_i) und Budget (x_i) sei in Form einer Reaktionsfunktion $U_i(x_i)$ ausgedrückt. Bestehen bei vorgegebenen Preisen Unterschiede in dem Deckungsbeitragssatz d_i pro Umsatzeinheit über die Einheiten, z.B. bei verschiedenen profitablen Produkten, so ist auf eine deckungsbeitragsmaximale Allokation des Marketing-Budgets abzustellen. Da das Marketing-

Budget hier fest vorgegeben ist, braucht dies nicht in der Zielfunktion berücksichtigt zu werden. Damit ist das Problem formal identisch mit der Allokation einer beliebigen knappen Ressource, bei der von dem Ressourceneinsatz eine Zielfunktionswirkung mit abnehmenden Grenzerträgen ausgeht, z.B. bei der Aufteilung knapper Außendienstmitarbeiter-Arbeitszeit. Die optimale Lösung kann mit Hilfe folgenden Optimierungsproblems gefunden werden (Koopman 1952):

$$(1) \quad G = \sum_{i \in I} d_i \cdot U_i(x_i) \quad \Rightarrow \text{Max!}$$

$$(2) \quad \sum_{i \in I} x_i = R$$

$$(3) \quad x_i \geq 0 \quad (i \in I)$$

2.2 Optimalitätsbedingung

Unterstellt man stetige Reaktionsfunktionen, die durch den Ursprung gehen, so ist (3) automatisch erfüllt, und man kann das Problem durch Aufstellen einer Lagrange-Funktion lösen:

$$(4) \quad L = \sum_{i \in I} d_i \cdot U_i(x_i) - \lambda \cdot (\sum_{i \in I} x_i - R) \quad \Rightarrow \text{Max!}$$

Differenziert man diese partiell nach den Budgets der einzelnen Allokationseinheiten und setzt die Ableitungen gleich Null, so erhält man folgende Optimalitätsbedingungen:

$$(5) \quad \frac{\partial L}{\partial x_i} = d_i \cdot \frac{\partial U_i}{\partial x_i} - \lambda \stackrel{!}{=} 0 \quad (i \in I)$$

$$(6) \quad d_i \cdot \frac{\partial U_i}{\partial x_i} = \lambda \quad (i \in I)$$

Daraus erkennt man, daß bei einer optimalen Allokation die Grenz-Deckungsbeiträge gleich hoch sein müssen. Zur konkreten Lösung haben dann verschiedene Autoren bestimmte Reaktionsfunktionen unterstellt und dafür Algorithmen entwickelt, mit denen das Problem nume-

risch gelöst werden kann (Koopman 1952; Shih 1974; Mjelde 1974 und 1975; Luss/Gupta 1974 und 1975; Lodish 1980; Freeland/Weinberg 1980; Einbu 1981; Rao/Rao 1983; Basu/Batra 1988; Mantrala/Sinha/Zoltners 1992). Nur wenn man mit vergleichsweise einfachen Reaktionsfunktionen wie der semilogarithmischen Funktion arbeitet, kann man auch eine analytische Lösung erhalten (Carroll/Green/DeSarbo 1977; Doyle/Saunders 1989).

2.3 Heuristische Allokationsregeln in der Praxis

Im Gegensatz dazu hat man in der Unternehmenspraxis versucht, das Allokationsproblem mit Hilfe von Kennzahlen zu lösen. Im wesentlichen werden dabei verwendet:

- a) Vergangener Umsatz,
- b) Geplanter Umsatz,
- c) Umsatzpotential,
- d) Vergangener Umsatz pro eingesetzter Einheit des Marketing-Budgets.

Die Kennzahl „Vergangener Umsatz“ wird in allen Unternehmen herangezogen, die z.B. einen gleichen Prozentsatz vom Umsatz für Werbung über alle Produkte ausgeben wollen (Piercy 1987). Ebenso gilt dies für Unternehmen, die ihren Außendienstmitarbeitern eine Besuchshäufigkeit vorschreiben, die proportional zum Umsatz gewählt ist. Dahinter steckt u.a. die Überlegung, daß man mit dieser Allokation wenigstens das bisher erreichte Umsatzniveau halten kann und es leichter ist, bei Kunden mit hohem Umsatzniveau absolut höhere Zuwächse zu erzielen als bei Kunden mit geringerem Niveau. Ersetzt man den vergangenen Umsatz durch den geplanten, so steckt dahinter die Überlegung, daß man zur Erzielung eines angestrebten Umsatzes auch ein gewisses Budget auszugeben hat. Allerdings geht man implizit von der Annahme aus, daß zwischen Umsatz und Budget eine lineare Beziehung besteht, was angesichts der überwältigend vielen Belege abnehmender Grenzerträge in Wirklichkeit nicht gegeben ist (Hanssens/Parsons 1993). Im Gegensatz zu den beiden bisher diskutierten Kennzahlen orientiert man sich beim Umsatzpotential eher an den erreichbaren Möglichkeiten. Diese Vorgehensweise hat eine lange Tradition in der Verkaufsgebietseinteilung, wo man den Verkaufsaußendienstmitarbeitern oft Verkaufsgebiete mit gleichem Potential zuweisen will (Krafft 1996 und Skiera 1996). In allen bisherigen Fällen wird nicht die Effizienz berücksichtigt, mit der eine Einheit das zugewiesene Budget in Umsatz umgesetzt hat. Verfolgt man deshalb die Politik, besonders in solche Profit-Center zu investieren, die einen hohen Return-

on-Investment bieten, so entspricht das genau dem Fall, das Marketing-Budget proportional zu den erzielten Return-on-Budgets (Fall d) zu allozieren. Bestehen gravierende Unterschiede in den Deckungsbeitragssätzen zwischen den Produkten oder Marktsegmenten, so wird der Umsatz durch den Deckungsbeitrag ersetzt. Aus der Diskussion ist deutlich geworden, daß es für die Anwendung der oben genannten Kennzahlen-Methoden viele Indizien gibt.

Abgesehen von dem Fall semilogarithmischer Reaktionsfunktionen haben Mantrala/Sinha/Zoltners (1992) gezeigt, daß sich die Anteile an der knappen Ressource für die einzelnen Allokationseinheiten sehr stark verschieben, wenn man die absolute Höhe des zu verteilenden Gesamt-Budgets verändert. Bei S-förmigen Funktionen kann dies sogar zu Umkehrungen der Verhältnisse führen, d.h. zwei Allokationseinheiten mit Budget-Anteilen von 10% und 50% bei einem bestimmten Gesamt-Budget können bei Erhöhung des Gesamt-Budgets auf einmal optimale Budget-Anteile von 50% und 10% aufweisen. Bei diesen Eigenschaften optimaler Allokationen können einfache Kennzahlen-Allokationen niemals optimal sein.

2.4 Heuristische Allokationsregel gemäß Optimalitätsbedingung

Aufgrund der einfachen Handhabbarkeit der im vorherigen Abschnitt vorgestellten Regeln zur Allokation eines Budgets proportional zu einer Kennzahl stellt sich die Frage, ob es nicht eine noch abzuleitende Kennzahl gibt, gemäß der eine proportionale Allokation zu einer Lösung führt, die nahe beim Optimum liegt oder bei wiederholter Anwendung zum Optimum konvergiert. Dazu sei die Lösungsstruktur (6) noch einmal näher betrachtet. Fügt man nämlich dem Grenzzumsatz einen Term bestehend aus optimalem Umsatz und optimalem Budget hinzu, der sich zu 1 kürzen läßt, so kann man die Optimalitätsbedingung auch wie in (8) in Abhängigkeit von der Umsatz-Elastizität ausdrücken (Rao/Sabavala 1986).

$$(7) \quad d_i \cdot \frac{\partial U_i}{\partial x_i} \cdot \frac{x_i^{\text{opt}}}{U_i^{\text{opt}}} \cdot \frac{U_i^{\text{opt}}}{x_i^{\text{opt}}} = \lambda \quad (i \in I)$$

$$(8) \quad d_i \cdot \varepsilon_i^{\text{opt}} \cdot \frac{U_i^{\text{opt}}}{x_i^{\text{opt}}} = \lambda \quad (i \in I)$$

Löst man (8) nach dem optimalen Budget auf, so sieht man, daß dieses im Optimum dem Produkt aus Deckungsbeitrag und Elastizität dividiert durch den Lagrange-Multiplikator entspricht.

$$(9) \quad x_i^{\text{opt}} = \frac{1}{\lambda} \cdot d_i \cdot U_i^{\text{opt}} \cdot \epsilon_i^{\text{opt}} \quad (i \in I)$$

Summiert man diese Ausdrücke für das optimale Budget über alle Allokationseinheiten, so erhält man aufgrund der Restriktion (2) das Gesamt-Budget R gemäß (10). Setzt man nun ein individuelles Budget zum Gesamt-Budget wie in (11) in Beziehung, so erhält man die Optimalitätsbedingung für das Budget einer Allokationseinheit gemäß (12).

$$(10) \quad R = \sum_{i \in I} x_i^{\text{opt}} = \frac{1}{\lambda} \cdot \sum_{i \in I} d_i \cdot U_i^{\text{opt}} \cdot \epsilon_i^{\text{opt}}$$

$$(11) \quad \frac{x_i}{R} = \frac{\frac{1}{\lambda} \cdot d_i \cdot U_i^{\text{opt}} \cdot \epsilon_i^{\text{opt}}}{\frac{1}{\lambda} \cdot \sum_{j \in I} d_j \cdot U_j^{\text{opt}} \cdot \epsilon_j^{\text{opt}}} \quad (i \in I)$$

$$(12) \quad x_i = \frac{d_i \cdot U_i^{\text{opt}} \cdot \epsilon_i^{\text{opt}}}{\sum_{j \in I} d_j \cdot U_j^{\text{opt}} \cdot \epsilon_j^{\text{opt}}} \cdot R \quad (i \in I)$$

Daraus erkennt man, daß eine Allokations-Regel nach Maßgabe des vergangenen oder geplanten Umsatzes oder Deckungsbeitrages nicht zum Optimum führen kann. Vielmehr muß man neben der Größe einer Allokationseinheit, die sich in dem Umsatz oder Deckungsbeitrag ausdrückt, auch das Ausmaß berücksichtigen, inwieweit der Deckungsbeitrag durch Budgetänderungen überhaupt beeinflußt werden kann, was sich in der Elastizität ausdrückt. Ebenso erweisen sich Regeln nach Maßgabe des Umsatz- oder Deckungsbeitragspotentials oder gar des Return-on-Budget als grundsätzlich nicht-optimal. Problematisch für die Verwendung von (12) als Allokationsregel ist allerdings die Tatsache, daß man den optimalen Umsatz und die in diesem Punkte geltende Elastizität bereits kennen muß, um eine optimale Allokation vornehmen zu können, was aufgrund des Zirkelschlusses nur mit Hilfe von iterativen Verfahren gelöst werden kann, wofür allerdings wieder die Kenntnis der Reaktionsfunktionen benötigt wird. Dem wäre abgeholfen, wenn bereits die Verwendung des bisher erzielten Umsatzes $U_{i,t-1}$ (oder eines Referenz-Umsatzes) und die an diesem Punkt geltende Elastizität $\epsilon_{i,t-1}$ zu guten

oder fast-optimalen Allokationen führen würde. Statt einer der Regeln aus Abschnitt 2.3 wird deshalb hier die Verwendung folgender Allokationsregel vorgeschlagen:

$$(13) \quad x_{i,t} = \frac{d_i \cdot U_{i,t-1} \cdot \epsilon_{i,t-1}}{\sum_{j \in I} d_j \cdot U_{j,t-1} \cdot \epsilon_{j,t-1}} \cdot R \quad (i \in I)$$

Hiergegen könnte man einwenden, daß diese Regel wenig Aussichten auf Anwendung besitzt, da die Unternehmen häufig nicht die Umsatz-Reaktionsfunktionen und damit auch nicht die Elastizitäten des Umsatzes in bezug auf den Budgeteinsatz kennen und die dafür erforderlichen statistischen Untersuchungen als zu aufwendig ablehnen. Das ist aber hier nicht nötig, da man die Elastizität ohne Kenntnis der Reaktionsfunktion aus den tatsächlichen Veränderungen von Umsatz und Budget bzw. Ressource in der Vergangenheit oder entsprechenden subjektiv geschätzten Veränderungen gemäß (14) approximativ schätzen kann:²

$$(14) \quad \epsilon_{i,t-1} = \frac{\ln\left(\frac{U_{i,nachher}}{U_{i,vorher}}\right)}{\ln\left(\frac{X_{i,nachher}}{X_{i,vorher}}\right)} \quad (i \in I)$$

Da die Allokationsregel (13) genauso wie die in Abschnitt 2.3 unter a) - d) verbal benannten Regeln nur eine Heuristik darstellt, soll im folgenden untersucht werden, wie stark ihr Grad an Suboptimalität ist und welche Regel sich als am besten erweist. Wendet man die Regeln nach jeder Periode immer wieder erneut an und verwendet dabei den jeweils nach (14) geschätzten Elastizitätswert, so interessiert auch, ob die Regel zu der optimalen Lösung konvergiert, selbst wenn man von einer schlechten Ausgangs-Allokation starten muß. Dabei muß man natürlich eine relative Konstanz der Reaktionsfunktionen im Vergleich der Allokationseinheiten untereinander unterstellen, was häufig gegeben ist.

3 Suboptimalität und Konvergenzeigenschaften der Allokationsregeln

3.1 Aufbau des computergestützten Simulationsexperimentes

² Diese Formel gibt sogar den exakten Elastizitätswert wieder, wenn dieser über den Budget-Wertebereich konstant ist.

Zur Überprüfung der Suboptimalität und Konvergenzeigenschaften der hier diskutierten Allokationsregeln ist ein computergestütztes Simulationsexperiment durchgeführt worden. Dabei ist von einer Allokationsaufgabe ausgegangen worden, bei der ein begrenztes Budget oder eine begrenzte Ressource auf 8 Allokationseinheiten, z.B. Marktsegmente, zu verteilen ist. Um den Einfluß verschiedener Daten-Situationen auf die Güte der Allokationsregeln sichtbar zu machen, ist die Daten-Situation systematisch variiert worden, und zwar hinsichtlich:

- a) des Typs der Reaktionsfunktion,
- b) des Grades der Unterschiedlichkeit der Funktionsverläufe über die Allokationseinheiten,
- c) des Grades an Suboptimalität der Ausgangslösung.

zu a) Als Reaktionsfunktionen sind die exponentiell gewichtete (15), die modifiziert exponentielle (16) und die S-förmige ADBUDG-Funktion (17) untersucht worden.

$$(15) \quad U_i = \alpha_i \cdot x_i^{\beta_i} \quad (i \in I)$$

$$(16) \quad U_i = M_i \cdot (1 - e^{-b_i x_i}) \quad (i \in I)$$

$$(17) \quad U_i = M_i \cdot \frac{x_i^{\beta_i}}{\gamma_i + x_i^{\beta_i}} \quad (i \in I)$$

Mit diesen drei Reaktionsfunktionen wird ein breites Spektrum möglicher Reaktionsweisen abgedeckt, nämlich mit und ohne Sättigungsniveau sowie mit rein konkaven und S-förmigen Verläufen (Hanssens/Parsons 1993). Während (15) keine Sättigungsmenge aufweist, ist dies in (16) und (17) mit M_i ausdrücklich modelliert. Schließlich verlaufen Funktionen (15) und (16) rein konkav, während (17) auch einen S-förmigen Verlauf annehmen kann, wenn der Exponent Werte größer Eins annimmt. Mit der Anwendung auf unterschiedliche Funktionstypen kann festgestellt werden, ob sich bestimmte Allokationsregeln, für deren Anwendung man keine Informationen über den Funktionstyp benötigt, nur bei besonderen Funktionstypen bewähren oder nicht.

zu b) Die Unterschiedlichkeit der Funktionsverläufe wird durch unterschiedlich hohe Umsätze im Punkte gleichverteilter Budgets (1/8 des Gesamtbudgets) sowie unterschiedlich hohe Elastizitäten in diesen Punkten und schließlich unterschiedlich hohe Umsatzpotentiale

(Sättigungsmengen), definiert als Vielfache der Umsätze bei Gleichverteilung des Budgets, erzeugt. Dabei wird jeweils eine Situation mit fast gleichen Werten einer Situation mit sehr unterschiedlichen Werten gegenübergestellt. Die jeweils verwendeten Werte sind in Tab. 1 aufgeführt.

< hier etwa Tab. 1 einfügen >

zu c) Die Unterschiedlichkeit in der Güte der Ausgangslösung wird durch drei verschiedene Annahmen über die bisher verwendeten Allokationsprinzipien herbeigeführt. Zum einen wird als Ausgangslösung eine vermutlich mit der optimalen Lösung positiv korrelierte Allokation unterstellt. Dazu wird für die Punkte der gleichen Budgets die Allokationsregel (13) angewendet und durch einen Zufallsfehler von $\pm 5\%$ leicht variiert. Als zweite Ausgangslösung wird von einer Gleichverteilung ausgegangen, während bei der dritten Ausgangslösung die Budgets in umgekehrter Reihenfolge der ersten Ausgangslösung verwendet werden. Damit wird eine vermutlich negative Korrelation zu der Optimallösung und damit eine besonders schlechte Ausgangslösung erreicht.

Eine Variation der Deckungsbeitragssätze d_i ist nicht vorgenommen worden, da die Ergebnisse der Allokation die gleichen sind, ob man nun unterschiedliche Umsätze und gleiche Deckungsbeitragssätze oder direkt unterschiedliche Deckungsbeiträge im Punkte gleichverteilter Budgets unterstellt. Im folgenden seien die Reaktionsfunktionen also gleich als Funktionen des Deckungsbeitrages in Abhängigkeit vom Budget verstanden.

In dem Simulationsexperiment sind dann gemäß einem vollständigen faktoriellen Design für alle Kombinationen von Daten-Annahmen (3 Funktionstypen * 2 Deckungsbeitragsverteilungen * 2 Deckungsbeitragspotential-Verteilungen * 2 Elastizitäts-Verteilungen * 3 Startlösungen = 72 Datensituationen) folgende Allokationsregeln angewendet worden:

- Budgets proportional zum Deckungsbeitrag (bzw. Umsatz bei gleichen Deckungsbeitragsätzen) multipliziert mit der gemäß (14) geschätzten Elastizität der Vorperiode,
- Budgets proportional zum Deckungsbeitrag der Vorperiode,
- Budgets proportional zum Deckungsbeitragspotential (sofern existent),
- Budgets proportional zum Verhältnis Deckungsbeitrag zu Budget der Vorperiode.

Dabei sind die Regeln auf die jeweiligen Daten-Situationen über insgesamt 12 Perioden angewendet worden, so daß auch die Konvergenzeigenschaft geprüft werden konnte.

3.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Simulationsläufe sind in den folgenden Tabellen 2 - 5b zusammengefaßt. In jeder der nach Funktionstypen getrennten Tabellen werden in den Spalten die untersuchten unterschiedlichen Datensituationen einschließlich der Art der gegenwärtigen Allokation angegeben. Um erkennen zu können, wie hoch das Verbesserungspotential der einzelnen Regeln ist, wird zunächst für die jeweils untersuchte Datensituation die Suboptimalität der drei verschiedenen Start-Lösungen angegeben. Dann sind für die einzelnen Regeln die Suboptimalitäten (Prozentsatz, um den Lösung schlechter ist als optimale Lösung) ausgewiesen, die bei einmaliger Anwendung der Allokationsregel und bei wiederholter Anwendung über die Perioden (mit den dann geltenden Deckungsbeiträgen und Elastizitäten) nach der 12. Periode auftreten. Der erste Wert ist selbstverständlich noch stark abhängig von der Suboptimalität der Start-Lösung, während der Wert nach der 12. Periode zeigt, wie gut eine Allokationsregel über die Zeit ist und ob sie gegen das Optimum konvergiert. Um einen Eindruck zu erhalten, wie schnell die Lösung gegen das Optimum konvergiert, ist zusätzlich angegeben, nach wievielen Perioden die Anwendung der Allokationsregel zu einer Allokationslösung führt, die nur noch weniger als 0,1% vom Optimum abweicht.

Bei der exponentiell gewichteten Reaktionsfunktion (15) gibt es keine Sättigungsmenge, so daß die Verschiedenheit der Datensituation nur bezüglich der Elastizität und der Deckungsbeitragshöhe bei gleichverteilten Budgets untersucht worden ist. Aufgrund des Fehlens einer Sättigungsmenge ist auch die Allokationsregel nach Maßgabe der Deckungsbeitragspotentiale nicht untersucht worden. Die Ergebnisse für die exponentiell gewichtete Reaktionsfunktion sind in Tab. 2 aufgeführt.

< hier etwa Tab. 2 einfügen >

Betrachtet man in Tab. 2 zunächst die Suboptimalität der gegenwärtigen Lösung, so fällt auf, daß bei großen Unterschieden zwischen Deckungsbeitragshöhen und Elastizitäten über Allokationseinheiten und schlechten Allokationsentscheidungen Suboptimalitäten von fast 40% auftreten können (Spalte 12), die noch einmal verdeutlichen, welche hohen Verbesserungspo-

tentiale durch bessere Allokationen bestehen. Mit der Allokationsregel 'Deckungsbeitrag * Elastizität' kann die Suboptimalität der Start-Lösung bereits um das 5- bis 20-fache reduziert werden. Selbst bei einer 40%igen Suboptimalität der Start-Lösung erreicht man mit dieser Regel schon nach 4 Perioden ein Ergebnis, das weniger als 0,1% vom Optimum abweicht. Wie man ebenfalls sieht, konvergiert die Regel zum Optimum, denn nach der 12. Periode ist die Abweichung vom Optimum kleiner als 0,00005%. Ähnlich gute Eigenschaften findet man bei den anderen getesteten Allokationsregeln nicht. Die Verteilung proportional zum Deckungsbeitrag reduziert zwar auch häufig die Suboptimalität, aber in einem wesentlich geringeren Ausmaß. In einigen Fällen führt sie sogar zu schlechteren Lösungen als vorher. Selbst nach 12 Perioden beträgt die Suboptimalität noch 6-7% für Probleme mit stark unterschiedlichen Elastizitäten. Wie man aus dem Vergleich der Werte nach der 12. Periode für die verschiedenen Start-Lösungen erkennen kann, konvergiert die Regel nach dem Deckungsbeitrag zwar zu einer stabilen Lösung, aber nicht zum Optimum. Als noch schlechter erweist sich die Regel 'Deckungsbeitrag pro Budgeteinheit', die zudem nicht einmal konvergiert, sondern über die Perioden auch zu Verschlechterungen führen kann.

Für die Berechnung unterschiedlicher modifiziert exponentieller Reaktionsfunktionen (16) sind bereits die Parameter für den Deckungsbeitrag an der Stelle gleichverteilter Budgets und die Sättigungsmenge hinreichend, so daß die Verschiedenheit der Datensituation bezüglich der Elastizität nicht untersucht worden ist. Vielmehr ergibt sich die Elastizität der einzelnen Reaktionsfunktionen nach Maßgabe der anderen Informationen zur Konstruktion der Funktionen. Da (16) eine Sättigungsmenge enthält, ist hier auch die Güte der Allokationsregel nach Maßgabe der Deckungsbeitragspotentiale untersucht worden. Die Ergebnisse für die modifiziert exponentielle Reaktionsfunktion sind in Tab. 3 aufgeführt.

< hier etwa Tab. 3 einfügen >

Im Vergleich zur exponentiell gewichteten Reaktionsfunktion sind die Ergebnisse in Tab. 3 tendenziell gleich. Auch hier zeigt sich, daß die Allokationsregel 'Deckungsbeitrag * Elastizität' zum Optimum konvergiert. Allerdings geschieht dies langsamer, die Reduktion der Suboptimalität ist pro Periode nicht so hoch wie in Tab. 2, und die Suboptimalität nach der 12. Periode nimmt noch Werte bis zu 0,0082% an. Dabei sollte man allerdings bedenken, daß bei modifiziert exponentiellen Reaktionsfunktionen die Allokation ohnehin schwieriger ist, wie man an dem Ausmaß der Suboptimalität der Start-Lösungen erkennen kann. Nur wenn die

Deckungsbeiträge bei gleichverteilten Budgets und die Sättigungsmengen kaum schwanken, erweisen sich alle Allokationsregeln als sehr gut (Spalten 1-3). Von den anderen Allokationsregeln erweist sich die Regel proportional zum Deckungsbeitrag als noch vertretbar. Ganz schlecht schneiden die beiden Regeln nach Maßgabe der Deckungsbeitragspotentiale und erneut dem Deckungsbeitrag pro Budgeteinheit ab. In einigen Fällen führen diese Regeln sogar noch nach 12 Perioden zu einer Suboptimalität von bis zu 12%. Außerdem konvergiert keine dieser Regeln gegen das Optimum.

Für die Berechnung unterschiedlicher ADBUDG-Reaktionsfunktionen (17) werden alle drei Parameter, nämlich Deckungsbeitrag an der Stelle gleichverteilter Budgets, die dort geltende Elastizität und die Sättigungsmenge benötigt, so daß hierfür die Verschiedenheit der Datensituation bezüglich $2*2*2*3 = 24$ unterschiedlicher Datensätze untersucht worden ist. Die Funktionen sind so konstruiert worden, daß ausgehend von dem Punkt des Deckungsbeitrages bei gleichverteilten Budgets ein weiterer Punkt nach Maßgabe der Elastizität bestimmt worden ist. Dann können die neben der Sättigungsmenge verbleibenden zwei Parameter aus den Gleichungen der beiden Punkte errechnet werden. Die Ergebnisse für die ADBUDG-Reaktionsfunktion sind in den Tabellen 4a und 4b aufgeführt.

< hier etwa Tab. 4a und 4b einfügen >

Wie man aus den Tabellen 4a und 4b ersehen kann, stimmen die Ergebnisse überwiegend mit denen für exponentiell gewichtete Reaktionsfunktionen überein. Auch hier konvergiert die Allokationsregel 'Deckungsbeitrag * Elastizität' zum Optimum, und zwar sehr schnell, während die anderen Regeln diese Eigenschaft nicht aufweisen. Dieses Ergebnis erzielt man jedoch nur, wenn die Funktionen aufgrund ihrer Parameterwerte tatsächlich einen konkaven Verkauf annehmen (bei $\beta_i < 1$), was hier immer der Fall war. Dann aber sind die Funktionen (17) den Funktionen (15) ohnehin sehr ähnlich, so daß das Ergebnis nicht überrascht. Ein ganz anderes Bild erhält man allerdings, wenn man bewußt die Datensituationen durch Vorgabe entsprechend hoher Elastizitäten ($\beta_i > 1$) so gestaltet, daß tatsächlich nur S-förmige Funktionsverläufe resultieren. Die Ergebnisse dafür sind in den Tabellen 5a und 5b aufgeführt.

< hier etwa Tab. 5a und 5b einfügen >

Bereits an der Suboptimalität der jeweiligen gegenwärtigen Lösungen sieht man, daß es für diesen Fall grundsätzlich nicht leicht ist, vernünftige Allokationslösungen zu finden. Dies liegt daran, daß bei S-förmigen Reaktionsfunktionen in der optimalen Lösung viele Allokationseinheiten kein Budget ($x_i = 0$) zugewiesen bekommen. Dies kann man sich klarmachen, wenn man einmal die konkave Approximation des Problems betrachtet. Ersetzt man den anfänglichen konvexen Teil durch eine Gerade, die aus dem Ursprung kommend die Funktion im konkaven Teil tangiert, so muß die Steigung dieser Tangente größer sein als der Grenzumsatz bei den bisher mit Budget bedachten Allokationseinheiten, damit es sich lohnt, diese Allokationseinheit ebenfalls mit Budget zu versehen (Freeland/Weinberg 1980 und Rao/Rao 1983).

Unter diesen Bedingungen führt die Allokationsregel 'Deckungsbeitrag * Elastizität' in der ersten Periode nur zu leichten Lösungsverbesserungen. Auch wenn mit dieser Regel in vielen Fällen nach 12 Perioden eine relativ gute Allokationslösung gefunden wird, so darf man nicht übersehen, daß in einigen wenigen Fällen auch danach keine zufriedenstellenden Lösungen erreicht werden konnten. Nur in der Hälfte der Datensituationen wird im Verlaufe der 12 Perioden eine Lösung erzielt, die nur noch 0,1% vom Optimum entfernt liegt. Im Vergleich zu den anderen Regeln ist diese Regel aber nachwievor fast immer überlegen. Nur in wenigen Fällen ist die Allokationsregel proportional zum Deckungsbeitrag besser, was daran liegt, daß sich hier die Reaktionsfunktionen nur in der Deckungsbeitragshöhe unterscheiden und damit diesem Kriterium am ehesten entgegenkommen.

Das dieses Mal schlechtere Abschneiden der Allokationsregel 'Deckungsbeitrag * Elastizität' ist darauf zurückzuführen, daß im konvexen Teil der Reaktionsfunktionen die Elastizitäten mit sinkendem Budget ebenfalls abnehmen, wodurch Allokationseinheiten, denen anfänglich ein geringes Budget zugewiesen worden ist, über die Perioden ein immer kleineres Budget zugewiesen wird, bis es Null beträgt. Dies wäre sogar erwünscht, wenn damit immer diejenigen Einheiten identifiziert werden, die auch im Optimum kein Budget zugewiesen bekommen, was leider nicht der Fall ist. Vielmehr ist dies zum Teil ein kombinatorisches Problem, muß doch geprüft werden, ob für eine jeweils verbleibende Menge von Allokationseinheiten der Grenzumsatz kleiner ist als die Steigung einer der Tangenten der nicht berücksichtigten Einheiten. Somit kann für S-förmige Funktionen auch keine generelle Konvergenz der Allokationsregel 'Deckungsbeitrag * Elastizität' nachgewiesen werden.

Angesichts eines solchen Ergebnisses muß man sich fragen, ob man diese Allokationsregel trotzdem allgemein empfehlen kann. Zum einen stellt sich dies als empirische Frage danach, ob S-förmige Reaktionsfunktionen häufig auftreten. Während bei Anwendung von subjektiven Schätzungen zur Kalibrierung der Reaktionsfunktionen insbesondere Lodish/Curtis/Ness/Simpson (1988) S-förmige Funktionsverläufe erhalten, gibt es bei ökonometrisch geschätzten Reaktionsfunktionen eine eindeutige Evidenz für das Vorliegen konkaver Funktionsverläufe (Hanssens/Parsons 1993). S-förmige Reaktionsfunktionen können nur auftreten, wenn man als Reaktionseinheit z.B. einen einzelnen Kunden betrachtet (wie bei Lodish 1971). Im Falle aggregierter Reaktionsfunktionen, d.h. Kunden sind zu Marktsegmenten zusammengefaßt, kann abgesehen von einem zu vernachlässigenden Anfangsteil kein konvexer Teil auftreten, weil dies bedeuten würde, daß man dann das Budget innerhalb des Segments nicht optimal auf die individuellen Kunden verteilt hätte (Mantrala/Sinha/Zoltners 1992). Neben dieser empirischen Relevanz stellt sich zum anderen die Frage, ob Allokationslösungen, bei denen einige Einheiten kein Budget zugewiesen bekommen, in der Praxis Akzeptanz finden können. Besteht das Problem darin, eine Allokation über Produkte vorzunehmen, so sind solche Lösungen wohl ausgeschlossen, da dies bedeuten würde, daß man einige Produkte dann nicht verkaufen könnte, was hieße, daß man damit einmal getroffene Sortimentsentscheidungen mit Interdependenzen mit dem Produktionsbereich unbeachtet ließe. Bei Allokationen über Marktsegmente hingegen ist nicht zu erwarten, daß man einen Teil des Marktes nicht bedienen will. Dies sind eher strategische Entscheidungen, die unter vielfältigen anderen Gesichtspunkten zu treffen sind. So fällt auch auf, daß bei Lodish (1971) immer Untergrenzen für die Besuchszeit bei Kunden vorgesehen sind, die aus strategischen Gründen nicht unterschritten werden dürfen. Schließlich ist bei Praktikern eine starke Skepsis gegenüber extremen Allokationslösungen zu finden, wie sie bei s-förmigen Reaktionsfunktionen auftreten, weil extreme Lösungen meist andere unternehmenspolitische Implikationen beinhalten, die nicht modelliert sind, aber deren Deckungsbeitragsauswirkungen gravierender als die Vorteile einer extremen Allokation sind. Aus all diesen Gründen erkennt man, daß die Beschäftigung mit Allokationen bei S-förmigen Reaktionsfunktionen eher akademisch interessiert, aber nur geringe praktische Relevanz aufweist. Folglich stellt die Allokationsregel 'Deckungsbeitrag * Elastizität' für reale Probleme mit beliebig konkaven Reaktionsfunktionen eine hervorragene Regel dar, die bereits bei einmaliger Anwendung, selbst bei stark suboptimalen Ausgangslösungen, zu einer drastischen Lösungsverbesserung führt und zudem bei mehrmaliger Anwendung zum wahren Optimum konvergiert.

4.1 Modellerweiterungen

4.1 Interdependente Allokationseinheiten

Wendet man sich Produkten als Allokationseinheit zu, so findet man die Unabhängigkeitsannahme viel seltener. In der Regel gehen von einem Sortiment Komplementaritäts- und Substitutionseffekte aus, die bei einer Allokation zu berücksichtigen sind (Rao/Sabavala 1986 und Doyle/Saunders 1990). Wir haben es dann mit einem Problem zu tun, bei welchem der Einsatz von Ressourcen bei einer Einheit auch Wirkungen auf das Ergebnis anderer Einheiten ausübt. Somit verändert sich die Reaktionsfunktion $U_i(x_i)$ in $U_i(x_i, x_j)$ mit $j \in I$. Damit modifiziert sich die Optimalitätsbedingung (5) zu (18):

$$(18) \quad \frac{\partial L}{\partial x_i} = \sum_{j \in I} d_j \cdot \frac{\partial U_j}{\partial x_i} - \lambda = 0 \quad (i \in I)$$

Ersetzt man in (18) den Grenzsatz der Einheit j in Abhängigkeit vom Budget der Einheit i gemäß:

$$(19) \quad \frac{\partial U_j}{\partial x_i} = \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \cdot \frac{x_i}{U_j} \cdot \frac{U_j}{x_i} = \eta_{ji} \cdot \frac{U_j}{x_i} \quad (i, j \in I)$$

dann erhält man aufgelöst nach dem Budget der Einheit i folgende Optimalitätsbedingung:

$$(20) \quad x_i^{\text{opt}} = \frac{1}{\lambda} \cdot \sum_{j \in I} d_j \cdot U_j^{\text{opt}} \cdot \eta_{ji}^{\text{opt}} \quad (i \in I)$$

In dieser Formulierung stellen η_{ji} die Kreuzelastizitäten des Umsatzes der Einheit j bezüglich des Budgets der Einheit i dar. Ist $i = j$, so handelt es sich um die direkte Elastizität. Strukturell unterscheidet sich diese Bedingung (20) von der bisherigen (9) dadurch, daß nun pro Budget sowohl die direkten Wirkungen als auch alle indirekten Wirkungen auf die anderen Einheiten berücksichtigt werden. Auch hier gilt, daß die Bedingung nur für die optimalen Umsätze und

die dort geltenden Kreuzelastizitäten gilt, so daß sich eine direkte Anwendung dieser Formel für Allokationszwecke verbietet. Allerdings kann man daraus analog zu Abschnitt 3.2 auch eine heuristische Allokationsregel formulieren, die durch (21) wiedergegeben wird:

$$(21) \quad x_{i,t}^{\text{opt}} = \frac{\sum_{j \in I} d_j \cdot U_{j,t-1} \cdot \eta_{j,i,t-1}}{\sum_{k \in I} \sum_{j \in I} d_j \cdot U_{j,t-1} \cdot \eta_{j,k,t-1}} \cdot R \quad (i \in I)$$

Im Gegensatz zu dort stellt aber die Schätzung der $n \times n$ direkten und Kreuzelastizitäten (bei n Allokationseinheiten) ein Problem dar, da der Umsatz einer Einheit nun von den Budgets aller Einheiten abhängt und damit Formel (14) nicht mehr einsetzbar ist. Vielmehr braucht man Umsätze und Budgets aus wenigstens n Perioden, um ein System von n (Einheiten) \times n (Perioden) Schätzgleichungen mit $n \times n$ direkten und Kreuzelastizitäten als Unbekannten aufstellen zu können, dessen Lösung dann die gesuchten Elastizitätswerte liefert:

$$(22) \quad U_i = \alpha \cdot x_i^{\beta_i} \cdot \prod_{\substack{j \in I \\ j \neq i}} x_j^{\eta_{ji}} \quad (i \in I)$$

Einschränkend muß weiterhin darauf hingewiesen werden, daß gerade bei Produkten als Allokationseinheiten die Kreuzelastizitäten über die Zeit nicht gleichbleiben, auch wenn man sie immer bei gleich hohen Budgets bestimmt. Typischerweise werden sich nämlich die Marktreaktionen über die Zeit je nach Produktart unterschiedlich entwickeln. Um in diesem Fall zu optimalen Allokationsentscheidungen zu gelangen, ist man darauf angewiesen, daß man entsprechenden Kreuzelastizitäten aus disaggregierten Daten statistisch geschätzt werden. Bei Vorliegen entsprechender Scanner-Daten dürfte dies für Konsumgüter-Hersteller kein unlösbares Problem bedeuten. Liegen allerdings solche Daten nicht vor, so ist man auf subjektive Schätzungen angewiesen, die jedoch einen größeren Fehler aufweisen können. Im großen und ganzen besitzt man aber eine relativ einfache Allokationsregel, die sogar zum Optimum konvergiert, wenn man über geeignete Daten verfügt.

Im Falle einer simultanen Allokation auf Produkte und Segmente können die einzelnen Lösungsprinzipien weiterhin angewendet werden, solange die Umsatzwirkungen über die einzelnen Allokationseinheiten separabel sind, was meist der Fall ist. Erst wenn dies nicht gegeben

ist, entsteht ein sehr kompliziertes Allokationsproblem, das kaum noch mit Hilfe von Regeln auf der Basis von Kennzahlen zufriedenstellend gelöst werden kann (Gijsbrechts/Naert 1984).

4.2 Dynamische, Asymmetrische und Stochastische Reaktionsfunktionen

Die bisherigen Ausführungen bezogen sich auf den Fall statischer Reaktionsfunktionen mit symmetrischen Effekten bei Budgeterhöhungen und -senkungen ohne Wettbewerbsreaktion. In der Praxis sind diese Annahmen häufig nicht erfüllt, so daß sich die Frage stellt, ob die gefundene Allokationsregel auch dann sehr gute Resultate erbringt und zum Optimum konvergiert.

Dynamische Umsatzreaktionen treten insbesondere als Hold-over-Effekt auf, wenn z.B. Werbeaufwendungen über den Erinnerungseffekt oder den „Purchase reinforcement effect“ auch in späteren Perioden eine Umsatzwirkung auslösen. Gensch/Welam (1973) zeigen, daß dies nur dann explizit berücksichtigt werden muß, wenn die zeitliche Verteilung der langfristigen Wirkung über die Allokationseinheiten variiert. Besitzen die Hold-over-Effekte nur Größenunterschiede über die Einheiten, ist die Allokationsregel derart zu modifizieren, daß man statt der kurzfristig geltenden Elastizität die langfristige gemäß (23) in Formel (13) einsetzt.

$$(23) \quad \frac{\text{Langfristige Elastizität}}{\text{Elastizität}} = \frac{\text{Kurzfristige Elastizität}}{\text{Elastizität}} * \frac{1}{1 - \text{Hold-over-Koeffizient}}$$

Gibt es Anzeichen dafür, daß Budgeterhöhungen von Wettbewerbern mit Erhöhungen gleichen Ausmaßes beantwortet werden, während Budgetsenkungen unbeantwortet bleiben, so wird die Anwendung der Allokationsregel etwas komplizierter. Im Falle von Budgeterhöhungen profitiert das Unternehmen nicht mehr von Marktanteilssteigerungen, sondern nur noch von der zu erwartenden allgemeinen Marktvolumens-Steigerung. Entsprechend müßte dafür die Marktvolumens-Elastizität herangezogen werden, während für Senkungen die Umsatzelastizität gelten sollte. Derartige asymmetrische Effekte können auch bei der Besuchstätigkeit im Persönlichen Verkauf auftreten (Albers 1985).

Schließlich sei noch auf das Problem der Unsicherheit eingegangen. Diese ist ebenfalls nur dann zu berücksichtigen, wenn sie über die Allokationseinheiten unterschiedlich hoch ist. Dies könnte bei unterschiedlichen Produkten der Fall sein, während es bei Marktsegmenten

wie z.B. Verkaufsgebieten eher unwahrscheinlich ist. Ein pragmatischer Weg besteht darin, von der Elastizität je nach Risikoaversion einen Anteil der Standardabweichung abzuziehen und dann Allokationsregel (13) nachwievor anzuwenden. Dies stellt natürlich nur eine Approximation der optimalen Lösung dar, die man erhält, wenn man den Optimierungsansatz von Holthausen/Assmus (1982) für vorher spezifizierte Reaktionsfunktionen anwendet. Allerdings sei darauf hingewiesen, daß es bei Verwendung einer intervallskalierten Zielfunktion wie bei Risiko-Präferenzfunktionen mehrere optimale Allokationslösungen gibt (Rao/Weiss, 1986).

5 Schlußfolgerungen

Im Marketing existieren viele Probleme, bei denen eine knappe Ressource, z.B. ein Werbebudget oder die knappe Arbeitszeit von Verkaufsaußendienstmitarbeitern, auf mehrere Einheiten, z.B. Marktsegmente oder Produkte, so zu verteilen ist, daß der über die damit bewirkte Umsatzreaktion resultierende Deckungsbeitrag maximal wird. In der Literatur hat man diese Probleme dadurch versucht zu lösen, daß man die Parameter bestimmter Umsatzreaktionsfunktionen statistisch schätzt und dann das Optimum mit geeigneten Algorithmen bestimmt. Im Gegensatz dazu findet man in der Praxis vorwiegend einfache Regeln, nach denen eine knappe Ressource verteilt wird. Dies sind insbesondere die Verteilung proportional zum bisherigen oder geplanten Deckungsbeitrag (bzw. Umsatz bei gleichen Deckungsbeitragssätzen), zum Deckungsbeitragspotential oder zum Deckungsbeitrag pro verwendeter Ressourceneinheit. Um besser abschätzen zu können, wie gut diese Regeln sind, ist zunächst die Optimalitätsbedingung für solche Allokationen ohne Unterstellung spezifischer Reaktionsfunktionstypen abgeleitet worden. Sie besagt, daß im Optimum die Deckungsbeiträge multipliziert mit den jeweiligen Elastizitäten gleich sein müssen. Daraus erkennt man, daß die bisher genannten Regeln generell suboptimal sein müssen. Nimmt man die gegenwärtigen Deckungsbeiträge und Elastizitäten, kann die Optimalitätsbedingung auch als Heuristik eingesetzt werden. Mit Hilfe eines computergestützten Simulationsexperimentes ist deshalb untersucht worden, wie die Güte der verschiedenen heuristischen Allokationsregeln zu beurteilen ist und ob diese Regeln bei wiederholter Anwendung zum Optimum konvergieren.

Um den Einfluß der Unterschiedlichkeit der Reaktionsfunktionen auf das Simulationsergebnis abschätzen zu können, sind verschiedene Datensituationen simuliert worden. Dabei ist jeweils

von fast gleichen oder sehr unterschiedlichen Deckungsbeiträgen (bzw. Umsätzen bei gleichen Deckungsbeitragssätzen) im Punkte gleichverteilter Budgets und den dafür geltenden Elastizitäten sowie Deckungsbeitragspotentialen ausgegangen worden. Die Ergebnisse zeigen, daß die Allokationsregel 'Deckungsbeitrag * Elastizität' bereits bei einmaliger Anwendung zu sehr guten Ergebnissen und bereits nach wenigen Perioden zu fast-optimalen (0,1%-Abweichung) Lösungen führt. Mehr noch kann gezeigt werden, daß diese Regel auch tatsächlich zum Optimum konvergiert. Alle anderen Allokationsregeln sind deutlich unterlegen und weisen vor allem keine Konvergenzeigenschaft auf. Diese Schlußfolgerung gilt aber nur für konkave Reaktionsfunktionen. Im Falle S-förmiger Funktionen ist die Allokationsregel 'Deckungsbeitrag * Elastizität' zwar in den meisten Fällen nachwievor überlegen, besitzt allerdings keine Konvergenzeigenschaften mehr und liefert nicht mehr fast-optimale Lösungen in wenigen Perioden. Da S-förmige Reaktionsfunktionen aber empirisch nicht belegt sind und zudem zu extremen und für Praktiker unplausiblen Allokationsempfehlungen führen, stellt die Einschränkung der Güte der vorgeschlagenen Allokationsregel auf konkave Reaktionsfunktionen keine wirkliche Beschränkung für die Praxis dar.

Die Vorteilhaftigkeit der Allokationsregel 'Deckungsbeitrag * Elastizität' beantwortet auch die in der Praxis häufig gestellte Frage, ob es besser ist, Produkte oder Verkaufsgebiete mit bereits hohem Deckungsbeitrag noch weiter mit hohen Budgets zu 'belohnen' oder Einheiten mit jetzt schwachem Deckungsbeitrag durch entsprechend hohe Budgets sich zu starken Einheiten entwickeln zu lassen. Die Antwort darauf gibt der zweite Faktor der Allokationsregel, nämlich die Elastizität. Ist diese hoch, so lohnt sich eine weitere Erhöhung des Budgets, ansonsten sollte das Budget zurückgefahren werden. Es kommt also darauf an, die Wirkung von Budgetänderungen zu berücksichtigen (repräsentiert durch die Elastizität), dies aber auf die Größe einer Einheit (repräsentiert durch das jetzige Deckungsbeitragsniveau) zu beziehen.

Abschließend ist untersucht worden, inwieweit die Regel modifiziert werden muß, wenn man die Prämissen unabhängiger Allokationseinheiten, symmetrischer und statischer Reaktionsfunktionen sowie deterministischer Wirkungen aufhebt. Im Falle von Interdependenzen zwischen den Einheiten, z.B. bei Produkten, müssen statt der direkten Elastizitäten auch die Summen der jeweiligen Kreuzelastizitäten einbezogen werden. Bei dynamischen Wirkungen sind die kurzfristigen Elastizitäten um den Marketing-Multiplikator zu korrigieren. Asymmetrische Wirkungen treten vor allem bei Wettbewerbsreaktionen auf, wobei zwischen Marktanteils- und Marktvolumens-Elastizitäten zu unterscheiden ist. Unsicherheit kann man pragma-

tisch über unterschiedliche Risiko-Abschläge bei den Elastizitäten berücksichtigen. Da man die Elastizitäten aus den Wirkungen vergangener Budget- oder Ressourcenveränderungen ableiten kann, ist die hier vorgeschlagene Regel, knappe Ressourcen bzw. Budgets proportional zum Deckungsbeitrag multipliziert mit der entsprechenden Elastizität zu verteilen, vergleichsweise leicht zu implementieren und bietet sehr gute Allokationslösungen, die zudem bei wiederholter Anwendung über die Perioden auch noch zum Optimum konvergieren.

Literaturverzeichnis

- Albers, S.: Die Planung der Preis- und Besuchspolitik eines Verkaufsaußendienstes, *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 55. Jg. (1985), 899-923
- Basu, A.K.; R. Batra: ADSPLIT: A Multi-Brand Advertising Budget Allocation Model, *Journal of Advertising Research*, Vol. 17 (1988), No. 1, 44-51
- Blasko, V.C.; Ch.H. Patti: The Advertising Budgeting Practices of Industrial Marketers, *Journal of Marketing*, Vol. 48 (Fall 1984), 104-110
- Bultez, A.V.; Ph. A. Naert: S.H.A.R.P.: Shelf Allocation for Retailers' Profit, *Marketing Science*, Vol. 7 (1988), 211-231
- Carroll, J.D.; P.E. Green; W.S. DeSarbo: Optimizing the Allocation of a Fixed Resource: A Simple Model and its Experimental Test, *Journal of Marketing*, Vol. 43 (January 1979), 51-57
- Chintagunta, P.K.: Investigating the Sensitivity of Equilibrium Profits to Advertising Dynamics and Competitive Effects, *Management Science*, Vol. 39 (1993), 1146-1162
- Doyle, P.; J. Saunders: Multiproduct Advertising Budgeting, *Marketing Science*, Vol. 9 (1990), 97-113
- Einbu, J.M.: Extension of the Luss-Gupta Resource Allocation Algorithm by Means of First Order Approximation Techniques, *Operations Research*, Vol. 29 (1981), 621-626
- Eke, J.A.: Computergestützte Marketing-Budgetierung, in: Hermanns; Flegel (Hrsg.): *Handbuch des Electronic Marketing*, Beck Verlag: München 1992, 383-405
- Freeland, J.R.; Ch.B. Weinberg: S-Shaped Response Functions: Implications for Decision Models, *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 31 (1980), 1001-1007
- Gensch, D.H.; U.P. Welam: An Optimum Budget Allocation Model for Dynamic, Interacting Market Segments, *Management Science*, Vol. 20 (1973), 179-190
- Gijsbrechts, E.; Ph. Naert: Toward hierarchical linking of marketing resource allocation to market areas and product groups, *International Journal of Research in Marketing*, Vol. 1 (1984), 97-116
- Hanssens, D.M.; L.J.Parsons: Econometric and Time-Series Market Response Models, in: J. Eliashberg; G.L. Lilien (eds.): *Handbooks in Operations Research and Management Science*, Vol. 5: Marketing, North-Holland: Amsterdam, London, New York, Tokyo 1993, 409-464
- Holthausen, D.M.; G. Assmus: Advertising Budget Allocation Under Uncertainty, *Management Science*, Vol. 28 (1982), 487-499
- Jagpal, H.S.: Measuring Joint Advertising Effects in Multiproduct Firms, *Journal of Advertising Research*, Vol. 21 (1981), No. 1, 65-69
- Koopman, B.O.: The Optimum Distribution of Effort, *Journal of Operations Research*, Vol. 1 (1952), 54-63
- Krafft, M.: Ist das Vertriebsmanagement wirklich effektiv?, in: *absatzwirtschaft* 10/1996, S. 44-46
- Lodish, L.M.: A User-Oriented Model for Sales Force Size, Product and Market Allocation Decisions, *Journal of Marketing*, Vol. 44 (Summer 1980), 70-78

- Lodish, L.M.; E. Curtis; M. Ness; M.K. Simpson: Sales Force Sizing and Deployment Using a Decision Calculus Model at Syntex Laboratories, *Interfaces*, Vol. 18 (1988), No. 1, 5-20
- Luss, H.; S.K. Gupta: Allocation of Marketing Effort among P Substitutional Products in N Territories, *Operational Research Quarterly*, Vol. 25 (1974), 77-88
- Luss, H.; S.K. Gupta: Allocation of Effort Resources among Competing Activities, *Operations Research*, Vol. 23 (1975), 360-365
- Lynch, J.E.; G.J. Hooley: Increasing Sophistication in Advertising Budget Setting, *Journal of Advertising Research*, Vol. 30 (February 1990), 67-75
- Mantrala, M.K.; P. Sinha; A.A. Zoltners: Impact of Resource Allocation Rules on Marketing Investment-Level Decisions and Profitability, *Journal of Marketing Research*, Vol. 29 (1992), 162-175
- Mjelde, K.M.: The optimality of an incremental solution of a problem related to the distribution of effort, *Operational Research Quarterly*, Vol. 26 (1974), 867-870
- Mjelde, K.M.: Evaluation and Incremental Determination of Almost Optimal Allocations of Resources, *Operational Research Quarterly*, Vol. 27 (1975), 581-588
- Nordin, J.A.: Spatial Allocation of Selling Expense, *Journal of Marketing*, Vol. 7 (1943), 210-219
- Patti, Ch.H.; V.C. Blasko: Budgeting Practices of Big Advertisers, *Journal of Advertising Research*, Vol. 21, December 1981, 23-29
- Permut, St.E.: How European Managers Set Advertising Budgets, *Journal of Advertising Research*, Vol. 17 (1977), 77-79
- Piercy, N.F.: The Marketing Budgeting Process: Marketing Management Implications, *Journal of Marketing*, Vol. 51 (October 1987), 45-59
- Rao, A.G.; M.R. Rao: Optimal Budget Allocation when Response is s-shaped, *Operations Research Letters*, Vol. 2 (Dec. 1983), 225-230
- Rao, V.R.; D.J. Sabavala: Measurement and Use of Market Response Functions for Allocating Marketing Resources, Technical Report 86-105, Marketing Science Institute, July 1986
- Rao, V.R.; E.N. Weiss: On Resource Allocation Problems with Interval-Scale Coefficients, *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 37 (1986), 631-635
- Saunders, J.: The specification of aggregate market models, *European Journal of Marketing*, Vol. 21 (1987), No. 2, 5-47
- Shih, W.: A new application of incremental analysis in resource allocation, *Operational Research Quarterly*, Vol. 25 (1974), 587-597
- Skiera, B.: *Deckungsbeitragsmaximale Verkaufsgebietseinteilung*, Gabler Verlag: Wiesbaden 1996
- Urban, G.L.: Allocating Ad Budgets Geographically, *Journal of Advertising Research*, Vol. 15 (1975), No. 6, 7-16
- Tull, D.S.; V.R. Wood; D. Duhan; T. Gillpatrick; K.R. Robertson; J.G. Helgeson: „Leveraged“ Decision Making in Advertising: The Flat Maximum Principle and Its Implications, *Journal of Marketing Research*, Vol. 23 (1986), 25-32
- Wellman, H.R.: The Distribution of Selling Effort among Geographic Areas, *Journal of Marketing*, Vol. 3 (January 1939), 225-239

Nr.	Produkte	Etwa gleiche Elastizitäten	Varierte Elastizitäten	Gleiche Deckungsbeiträge bei Mittlerem Budget	Varierte Deckungsbeiträge bei Mittlerem Budget	Etwa gleiche Multiplikatoren für Sättigungsmenge	Variierter Multiplikator für Sättigungsmenge
1	A	0.26	0.11	2,500,000	1,000,000	6.1	3
2	B	0.27	0.12	2,500,000	1,000,000	6.2	10
3	C	0.28	0.13	2,500,000	4,000,000	6.3	3
4	D	0.29	0.14	2,500,000	4,000,000	6.4	10
5	E	0.31	0.47	2,500,000	1,000,000	6.6	3
6	F	0.32	0.48	2,500,000	1,000,000	6.7	10
7	G	0.33	0.49	2,500,000	4,000,000	6.8	3
8	H	0.34	0.50	2,500,000	4,000,000	6.9	10
	Summe			20,000,000	20,000,000		

Tab.1: Ausgangswerte zur Erzeugung unterschiedlicher Datensituationen

	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Suboptimalität (S)	Elastizität DB Korrelation	gleich gleich positiv	gleich gleich unkorreliert	gleich gleich negativ	gleich variiert positiv	gleich variiert unkorreliert	gleich variiert negativ	variiert gleich positiv	variiert gleich unkorreliert	variiert gleich negativ	variiert variiert positiv	variiert variiert unkorreliert	variiert variiert negativ
Allokationsregel	Gegenwärtig	0.0685%	0.1785%	0.5156%	0.5021%	8.0702%	24.5825%	0.4603%	7.1841%	20.7719%	1.9131%	16.6447%	39.5727%
DB * Elastizität	1. Periode	0.0065%	0.0160%	0.0470%	0.0415%	0.5334%	1.7847%	0.0220%	0.3369%	1.7713%	0.2588%	2.0044%	7.6106%
DB	1. Periode	0.1277%	0.1785%	0.2622%	0.1843%	0.8152%	2.2511%	4.7001%	7.1841%	11.7596%	4.9875%	9.5017%	18.6828%
DB/Budget	1. Periode	0.3589%	0.1785%	0.0464%	5.5410%	0.8152%	0.2074%	16.9113%	7.1841%	1.7213%	23.3504%	9.5017%	4.1649%
DB * Elastizität	12. Periode	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
DB	12. Periode	0.1785%	0.1785%	0.1785%	0.1641%	0.1641%	0.1641%	7.1841%	7.1841%	7.1842%	6.7863%	6.7863%	6.7864%
DB/Budget	12. Periode	0.1756%	0.1785%	0.1822%	2.5993%	2.7069%	2.8151%	7.0204%	7.1841%	7.3329%	10.7530%	11.2423%	11.9716%
DB * Elastizität	S < 0,1% in t	1	1	1	1	2	3	1	2	2	2	3	4
DB	S < 0,1% in t	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
DB/Budget	S < 0,1% in t	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein

Tab.2: Güte der Allokationsregeln für exponentiell gewichtete Reaktionsfunktionen bei unterschiedlichen Datensituationen

	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Suboptimalität (S)	DB Sättigung Korrelation	gleich gleich positiv	gleich gleich unkorreliert	gleich gleich negativ	gleich variiert positiv	gleich variiert unkorreliert	gleich variiert negativ	variiert gleich positiv	variiert gleich unkorreliert	variiert gleich negativ	variiert variiert positiv	variiert variiert unkorreliert	variiert variiert negativ
Allokationsregel	Gegenwärtig	0.0826%	0.0043%	0.0038%	8.5930%	1.0557%	0.9444%	11.8374%	32.3782%	56.2123%	24.2109%	32.6556%	56.7816%
DB * Elastizität	1. Periode	0.0577%	0.0030%	0.0027%	5.7267%	0.5906%	0.6406%	4.0492%	11.7506%	28.1060%	13.0970%	13.0602%	28.6990%
DB	1. Periode	0.0724%	0.0043%	0.0027%	7.7266%	1.0557%	0.6406%	3.7088%	11.7814%	29.9867%	17.8604%	13.8344%	30.5696%
Sättigung	1. Periode	0.0027%	0.0027%	0.0027%	0.6406%	0.6406%	0.6406%	11.4691%	11.4691%	11.4691%	11.8660%	11.8660%	11.8660%
DB/Budget	1. Periode	0.0027%	0.0043%	0.0057%	0.6346%	1.0557%	1.5971%	12.7930%	11.7814%	10.8555%	14.2749%	13.8344%	13.8870%
DB * Elastizität	12. Periode	0.0009%	0.0000%	0.0000%	0.0082%	0.0008%	0.0018%	0.0000%	0.0001%	0.0002%	0.0000%	0.0000%	0.0001%
DB	12. Periode	0.0204%	0.0043%	0.0004%	2.4102%	1.0557%	0.2661%	0.0072%	0.0031%	0.0010%	0.9481%	0.6908%	0.4160%
Sättigung	12. Periode	0.0027%	0.0027%	0.0027%	0.6406%	0.6406%	0.6406%	11.4691%	11.4691%	11.4691%	11.8660%	11.8660%	11.8660%
DB/Budget	12. Periode	0.0043%	0.0043%	0.0043%	1.0557%	1.0557%	1.0557%	12.7408%	12.7408%	12.7408%	14.7115%	14.7115%	14.7115%
DB * Elastizität	S < 0,1% in t	1	1	1	8	4	5	5	6	7	6	6	7
DB	S < 0,1% in t	1	1	1	nein	nein	nein	5	6	6	nein	nein	nein
Sättigung	S < 0,1% in t	1	1	1	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
DB/Budget	S < 0,1% in t	1	1	1	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein

Tab.3: Güte der Allokationsregeln für modifiziert exponentielle Reaktionsfunktionen bei unterschiedlichen Datensituationen

	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Suboptimalität (S)	Elastizität	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich
	DB	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich
	Sättigung Korrelation	gleich positiv	gleich unkorreliert	gleich negativ	gleich variiert positiv	gleich variiert unkorreliert	gleich variiert negativ	gleich variiert positiv	gleich variiert gleich positiv	gleich variiert gleich negativ	gleich variiert positiv	gleich variiert unkorreliert	gleich variiert negativ
Allokationsregel	Gegenwärtig	0.0630%	0.1666%	0.5118%	0.0659%	0.1600%	0.5091%	0.3453%	7.6721%	24.7448%	0.3266%	7.4671%	24.9211%
DB * Elastizität	1. Periode	0.0040%	0.0100%	0.0315%	0.0044%	0.0081%	0.0257%	0.0221%	0.3659%	1.2774%	0.0227%	0.3148%	1.0926%
DB	1. Periode	0.1162%	0.1666%	0.2516%	0.1101%	0.1600%	0.2453%	0.1114%	0.6179%	1.9787%	0.1329%	0.5517%	1.8572%
Sättigung	1. Periode	0.0710%	0.0710%	0.0710%	3.9304%	3.9304%	3.9304%	0.4792%	0.4792%	0.4792%	3.9837%	3.9837%	3.9837%
DB/Budget	1. Periode	0.1637%	0.1666%	0.1703%	0.1571%	0.1600%	0.1636%	2.2695%	2.3661%	2.4617%	2.1135%	2.2030%	2.2906%
DB * Elastizität	12. Periode	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
DB	12. Periode	0.1666%	0.1666%	0.1666%	0.1600%	0.1600%	0.1600%	0.1318%	0.1318%	0.1318%	0.1779%	0.1779%	0.1779%
Sättigung	12. Periode	0.0710%	0.0710%	0.0710%	3.9304%	3.9304%	3.9304%	0.4792%	0.4792%	0.4792%	3.9837%	3.9837%	3.9837%
DB/Budget	12. Periode	0.1637%	0.1666%	0.1703%	0.1571%	0.1600%	0.1636%	2.2695%	2.3661%	2.4617%	2.1135%	2.2030%	2.2906%
DB * Elastizität	S < 0,1% in t	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2
DB	S < 0,1% in t	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Sättigung	S < 0,1% in t	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
DB/Budget	S < 0,1% in t	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein

Tab.4a: Güte der Allokationsregeln für konkave ADBUDG-Reaktionsfunktionen bei unterschiedlichen Datensituationen Teil 1

	Nr.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Suboptimalität (S)	Elastizität	variiert	variiert	variiert	variiert	variiert	variiert	variiert	variiert	variiert	variiert	variiert	variiert
	DB	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich
	Sättigung Korrelation	gleich positiv	gleich unkorreliert	gleich negativ	gleich variiert positiv	gleich variiert unkorreliert	gleich variiert negativ	gleich variiert positiv	gleich variiert gleich positiv	gleich variiert gleich unkorreliert	gleich variiert gleich negativ	gleich variiert positiv	gleich variiert unkorreliert
Allokationsregel	Gegenwärtig	0.3235%	6.8097%	20.9572%	0.3865%	6.6480%	21.1809%	1.0234%	14.9276%	39.1852%	1.1686%	14.2818%	39.3727%
DB * Elastizität	1. Periode	0.0110%	0.2066%	1.2806%	0.0248%	0.2154%	1.1829%	0.1025%	1.0776%	5.7250%	0.1311%	1.0449%	5.1847%
DB	1. Periode	4.3463%	6.8097%	11.6623%	4.2083%	6.6480%	11.6984%	3.9272%	7.9210%	17.7999%	3.8051%	7.4285%	17.8337%
Sättigung	1. Periode	6.1595%	6.1595%	6.1595%	9.8237%	9.8237%	9.8237%	7.2089%	7.2089%	7.2089%	10.2136%	10.2136%	10.2136%
DB/Budget	1. Periode	6.6485%	6.8097%	6.9545%	6.4894%	6.6480%	6.7896%	9.0613%	9.5551%	10.2683%	8.4754%	8.9726%	9.6699%
DB * Elastizität	12. Periode	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
DB	12. Periode	6.8096%	6.8097%	6.8097%	6.6480%	6.6480%	6.6481%	5.7529%	5.7527%	5.7526%	5.6640%	5.6629%	5.6618%
Sättigung	12. Periode	6.1595%	6.1595%	6.1595%	9.8237%	9.8237%	9.8237%	7.2089%	7.2089%	7.2089%	10.2136%	10.2136%	10.2136%
DB/Budget	12. Periode	6.6485%	6.8097%	6.9545%	6.4894%	6.6480%	6.7896%	9.0613%	9.5551%	10.2683%	8.4754%	8.9726%	9.6699%
DB * Elastizität	S < 0,1% in t	1	2	2	1	2	3	2	2	3	2	3	3
DB	S < 0,1% in t	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Sättigung	S < 0,1% in t	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
DB/Budget	S < 0,1% in t	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein

Tab.4b: Güte der Allokationsregeln für konkave ADBUDG-Reaktionsfunktionen bei unterschiedlichen Datensituationen Teil 2

	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Suboptimalität (S)	Elastizität	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich
	Sättigung	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich
	Korrelation	positiv	unkorreliert	negativ	variirt positiv	unkorreliert	variirt negativ	gleich positiv	unkorreliert	variirt negativ	variirt positiv	unkorreliert	variirt negativ
Allokationsregel	Gegenwärtig	22.0233%	22.0684%	22.1022%	26.0153%	26.0283%	26.0602%	20.5029%	50.7701%	72.5736%	27.6307%	53.6182%	75.3821%
DB * Elastizität	1. Periode	21.9567%	22.0261%	22.0784%	25.9796%	25.9732%	26.0075%	3.8676%	21.0651%	60.7732%	8.7863%	27.9752%	61.5797%
	DB	21.9613%	22.0684%	22.1158%	26.0068%	26.0283%	26.0766%	2.9891%	21.3280%	66.2977%	12.0487%	27.9505%	70.0097%
Sättigung	1. Periode	21.9613%	22.0684%	22.1158%	26.0068%	26.0283%	26.0766%	2.9891%	21.3280%	66.2977%	12.0487%	27.9505%	70.0097%
	DB/Budget	21.9537%	21.9537%	21.9537%	22.4403%	22.4403%	22.4403%	20.7198%	20.7198%	20.7198%	23.8264%	23.8264%	23.8264%
DB * Elastizität	12. Periode	6.6783%	3.8458%	7.0531%	16.2419%	14.5651%	15.2842%	0.0016%	0.0048%	0.0092%	2.3851%	3.9151%	2.9891%
	DB	4.4145%	22.0684%	7.1992%	3.0288%	26.0283%	10.1979%	3.0869%	2.0897%	2.8798%	0.2179%	0.5406%	0.0513%
Sättigung	12. Periode	21.9537%	21.9537%	21.9537%	22.4403%	22.4403%	22.4403%	20.7198%	20.7198%	20.7198%	23.8264%	23.8264%	23.8264%
	DB/Budget	22.0684%	22.0684%	22.0684%	26.0282%	26.0283%	26.0283%	1.6699%	1.7306%	1.7790%	9.7410%	9.7525%	9.7635%
DB * Elastizität	S < 0,1% in t	nein	nein	nein	nein	nein	nein	3	4	5	nein	nein	nein
	DB	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	4	nein	nein	nein	9
Sättigung	S < 0,1% in t	ja	ja	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
	DB/Budget	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein

Tab.5a: Güte der Allokationsregeln für s-förmige ADBUDG-Reaktionsfunktionen bei unterschiedlichen Datensituationen Teil 1

	Nr.	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25
Suboptimalität (S)	Elastizität	variirt	variirt	variirt	variirt	variirt	variirt	variirt	variirt	variirt	variirt	variirt	variirt
	Sättigung	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich
	Korrelation	positiv	unkorreliert	negativ	variirt positiv	unkorreliert	variirt negativ	gleich positiv	unkorreliert	gleich negativ	variirt positiv	unkorreliert	variirt negativ
Allokationsregel	Gegenwärtig	28.6298%	35.7681%	41.2028%	36.6775%	42.1768%	47.6336%	20.1381%	55.9530%	76.0975%	27.3365%	56.3078%	77.0751%
DB * Elastizität	1. Periode	19.4299%	27.7481%	38.2079%	29.7842%	35.6240%	43.4805%	2.6747%	20.5769%	63.4822%	5.3110%	26.5442%	62.8893%
	DB	25.0324%	35.7681%	42.6455%	34.7352%	42.1768%	49.3799%	2.2577%	28.1554%	65.0760%	7.2404%	31.0737%	65.2877%
Sättigung	1. Periode	25.0324%	35.7681%	42.6455%	34.7352%	42.1768%	49.3799%	2.2577%	28.1554%	65.0760%	7.2404%	31.0737%	65.2877%
	DB/Budget	34.7101%	34.7101%	34.7101%	37.8803%	37.8803%	37.8803%	26.4695%	26.4695%	26.4695%	26.1561%	26.1561%	26.1561%
DB * Elastizität	12. Periode	0.1289%	0.0009%	0.0313%	0.0272%	0.0027%	0.1027%	0.0746%	0.0031%	38.1967%	2.8628%	2.1212%	13.0918%
	DB	10.3317%	35.7681%	34.2631%	33.3315%	42.1768%	40.3597%	2.6449%	2.6478%	38.1974%	20.1913%	20.6304%	37.9922%
Sättigung	12. Periode	34.7101%	34.7101%	34.7101%	37.8803%	37.8803%	37.8803%	26.4695%	26.4695%	26.4695%	26.1561%	26.1561%	26.1561%
	DB/Budget	35.7521%	35.7681%	35.7845%	42.1481%	42.1768%	36.9569%	8.1880%	8.1880%	8.1880%	9.1189%	9.1288%	10.1359%
DB * Elastizität	S < 0,1% in t	9	7	10	8	9	10	8	12	nein	nein	nein	nein
	DB	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	4	nein	nein	nein	nein
Sättigung	S < 0,1% in t	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
	DB/Budget	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein

Tab.5b: Güte der Allokationsregeln für s-förmige ADBUDG-Reaktionsfunktionen bei unterschiedlichen Datensituationen Teil 2