Karen Gedenk
Bernd Skiera

Marketing-Planung auf der Basis von Reaktionsfunktionen (I)

- Elastizitäten und Absatzreaktionsfunktionen -

und

Marketing-Planung auf der Basis von Reaktionsfunktionen (II)

- Funktionsschätzung und Optimierung -

Vorabversion der Beiträge:

Gedenk, K. / Skiera, B. (1993), "Marketing-Planung auf der Basis von Reaktionsfunktionen, Elastizitäten und Absatzreaktionsfunktionen", Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 22, 637-641.

und

Gedenk, K. / Skiera, B. (1994), "Marketing-Planung auf der Basis von Reaktionsfunktionen - Funktionsschätzung und Optimierung", Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 23, 258-262.

Prof. Dr. Karen Gedenk, heute: Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Marketing II, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Mertonstr. 17, 60054 Frankfurt am Main, Tel. 069/798-28301, Fax: 069/798-23607, E-Mail: gedenk@wiwi.uni-frankfurt.de, URL: http://www.wiwi.uni-frankfurt.de/professoren/gedenk/

Prof. Dr. Bernd Skiera, heute: Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Electronic Commerce, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Mertonstr. 17, 60054 Frankfurt am Main, Tel. 069/798-22378, Fax: 069/798-28973, E-Mail: skiera@wiwi.uni-frankfurt.de, URL: http://www.ecommerce.wiwi.uni-frankfurt.de/

Marketing-Planung auf der Basis von Reaktionsfunktionen
- Teil 1: Elastizitäten und Absatzreaktionsfunktionen -

Durch die zunehmende Verbreitung ausgereifter Datenerhebungsmethoden wie z.B. Scannerkassen und die Verfügbarkeit von benutzerfreundlichen Statistikprogrammen ist mit einer verstärkten Anwendung von Modellen zur Unterstützung der Marketing-Planung zu rechnen. Dieser Beitrag vermittelt einen ersten Eindruck der Probleme und Lösungsmöglichkeiten, die mit der Anwendung solcher Modelle verbunden sind.

1. Problemstellung

Jedes Unternehmen steht regelmäßig vor dem Problem, sein Marketing-Mix zu planen. Insbesondere gilt es, Preise sowie Kommunikations- und Distributionsbudgets festzulegen. In der Praxis werden derartige Entscheidungen häufig mit Hilfe von Heuristiken getroffen. So werden Preise vielfach nach dem Zuschlagsverfahren gesetzt, wobei zu den Kosten eines Produktes ein branchenüblicher Gewinnzuschlag addiert wird (vgl. Kotler/Bliemel 1992, S. 703 ff.). Die Wirkung des Preises auf die Nachfrage bleibt dabei unberücksichtigt. Im Rahmen der Festlegung des Werbebudgets wird der Zusammenhang von Marketing-Instrument und Nachfrage häufig sogar umgekehrt, indem das Werbebudget als fester Prozentsatz des Vorjahresumsatzes festgesetzt wird (vgl. Kotler/Bliemel 1992, S. 851 f.). Beide Verfahren führen höchstens zufällig zu einem gewinnoptimalen Einsatz des jeweiligen Marketing-Instruments.

Der Gewinn kann bei der Planung des Marketing-Mix nur dann maximiert werden, wenn die Nachfragewirkungen der Mix-Instrumente in die Analyse einbezogen werden. Es stellt sich somit die Frage, wie diese Wirkungen modelliert und gemessen werden können. In Kapitel 2 dieses Beitrags werden Elastizitäten als Maß für die Wirkung eines Marketing-

Instruments vorgestellt. Die Nachfragemenge in Abhängigkeit des Einsatzes von Marketing-Instrumenten wird durch Absatzreaktionsfunktionen abgebildet, deren mögliche Formen in Kapitel 3 diskutiert werden. Die Planung des Marketing-Mix auf der Grundlage einer derartigen Funktion wird anhand eines Beispiels Gegenstand des Teils 2 dieses Beitrags sein.

2. Elastizitäten

Das Unternehmen Exper führt ein Experiment durch, um für ein Produkt die Wirkung des Marketing-Instruments Preis zu ermitteln. Exper erhöht den Preis des Produktes um 1 DM, worauf der Absatz um 10.000 Stück sinkt. Hat der Preis eine starke Wirkung?

Anhand der angegebenen absoluten Größen läßt sich diese Frage wohl kaum beantworten. Es fehlt der Vergleichsmaßstab: Betrug der Preis im Ausgangspunkt 10 oder 100 DM? Ist der Absatz von 50.000 auf 40.000 oder von 1.000.000 auf 990.000 Stück gesunken? Ein sinnvolles Maß für die Wirkung eines Instruments ist dagegen die Elastizität, die von relativen Änderungen ausgeht. Da die Elastizität keine Dimension - wie "DM" oder "Stück" - enthält, ermöglicht sie die Vergleichbarkeit von Werten zwischen Produkten bzw. zwischen Konkurrenten.

2.1. Definitionen von Elastizitäten

2.1.1. Direkte Elastizitäten

Direkte Elastizitäten beschreiben die Wirkung eines Marketing-Instruments auf die Absatzmenge eines Produktes. Sie geben an, um wieviel Prozent sich der Absatz ändert, wenn ein Instrument aus dem Marketing-Mix um 1 % geändert wird. Für die Preiselastizität bedeutet dies:

(1) $$e_P = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}}$$

$e_P =$ Preiselastizität
$Q =$ Absatzmenge
$P =$ Preis

Budgetelastizitäten, d. h. Elastizitäten für Werbung, Verkaufsförderung, Distribution und andere Marketing-Instrumente, für die ein Budget festzulegen ist, sind entsprechend definiert.

Kommen wir zurück zur Firma Exper. Sie habe von ihrem Produkt in der Ausgangslage 50.000 Stück bei einem Preis von 10 DM abgesetzt. Als Preiselastizität ergibt sich somit:

(2) $$e_P = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{\frac{40.000 - 50.000}{50.000}}{\frac{11-10}{10}} = -2$$

Wir haben an dieser Stelle eine Bogenelastizität berechnet, indem wir für die Änderungen von Preisen und Mengen endliche Größen verwendet haben. In anderen Zusammenhängen wird häufig mit unendlich kleinen Änderungen gearbeitet. Man erhält dann die Punktelastizität:

(3) $$e_P = \frac{\frac{dQ}{Q}}{\frac{dP}{P}} = \frac{dQ}{dP} \cdot \frac{P}{Q}$$

Mathematisch ergibt sich die Punktelastizität aus der Bogenelastizität, wenn die absolute Preisänderung infinitesimal klein wird:

(4) $$\lim_{\Delta P \to 0} \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{\frac{dQ}{Q}}{\frac{dP}{P}}$$

2.1.2. Kreuzelastizitäten

Kreuzelastizitäten sind dann von Bedeutung, wenn der Absatz eines Produktes nicht nur von den eigenen Marketing-Instrumenten, sondern auch von denen anderer Produkte beeinflußt wird. Sie geben an, um wieviel Prozent sich der Absatz eines Produktes (hier A) ändert, wenn ein Marketing-Instrument eines anderen Produktes (hier B) um 1 % variiert wird. Die Kreuzpreiselastizität ist somit folgendermaßen definiert:

$$(5) \quad e_{P(A,B)} = \frac{\frac{\Delta Q_A}{Q_A}}{\frac{\Delta P_B}{P_B}} \approx \frac{\frac{dQ_A}{Q_A}}{\frac{dP_B}{P_B}} = \frac{dQ_A}{dP_B} \cdot \frac{P_B}{Q_A}$$

Frage 1: Ein Experiment zur Ermittlung von Elastizitäten ergibt folgende Werte:

Instrument	*Preis*	*Werbebudget*
Absatz vorher	*50.000 Stück*	*50.000 Stück*
Instrument vorher	*DM 7,--*	*400.000 DM*
Absatz nachher	*40.000 Stück*	*46.000 Stück*
Instrument nachher	*DM 8,05*	*380.000 DM*

Errechnen Sie die Preis- und die Werbebudgetelastizität!

2.2. Plausible Werte von Elastizitäten

2.2.1. Direkte Elastizitäten

Schätzt man Elastizitäten empirisch, sollte man sich immer die Frage stellen, ob die ermittelten Werte plausibel sind. Für die direkten Elastizitäten gelten die folgenden Wertebereiche als normal:

Elastizität	Plausibler Wertebereich
Preiselastizität	$e_P < -1$
Budgetelastizität (Elastizitäten für Werbung, Verkaufsförderung, Distribution, ...)	$0 < e_B < 1$

Tab. 1: Plausible Wertebereiche für direkte Elastizitäten

Preiselastizitäten sollten negativ sein, d. h. bei einem Preisanstieg sollte die abgesetzte Menge zurückgehen und umgekehrt. Weiterhin sollten Preiselastizitäten im Betrag größer als 1 sein. Andernfalls könnte - bei Annahme konstanter Elastizitäten und konstanter variabler Stückkosten - der Gewinn durch fortlaufende Preiserhöhungen ins Unendliche gesteigert werden. Bei einer Elastizität zwischen -1 und 0 wäre bei jeder Preiserhöhung der relative Absatzrückgang geringer als der relative Preisanstieg. Der Umsatz stiege somit, während die Summe der variablen Kosten aufgrund des Absatzrückganges sänke, so daß der Gewinn immer größer würde. Ist dagegen die Preiselastizität kleiner als -1, so sinken bei einer Preiserhöhung der Umsatz und die variablen Kosten. Das Gewinnmaximum ergibt sich in Abhängigkeit der Stückkosten. In einer Meta-Analyse ermittelt Tellis für die Preiselastizität den Durchschnittswert von -1,76 (vgl. Tellis 1988, S. 337). Die von der Firma Exper ermittelte Preiselastizität von -2 erscheint also durchaus plausibel.

Angemerkt sei an dieser Stelle, daß der angegebene Plausibilitätsbereich für die Preiselastizität langfristig gilt, während es kurzfristig durchaus zu Abweichungen kommen kann. Verschiedene Gründe können zu einer Preiselastizität mit einem Betrag kleiner als 1 führen:

- Preisänderungen werden vom Konsumenten nicht wahrgenommen.

- Der Konsument nimmt Preisänderungen zwar wahr, hält bei Preiserhöhungen die Suche nach Alternativen aber für zu aufwendig.

- Es gibt kaum Substitutionsprodukte, auf die bei Preiserhöhungen kurzfristig ausgewichen werden kann.

Weitere Effekte können bewirken, daß die Preiselastizität sogar positiv wird (vgl. Kotler 1971, S. 29 f.):

- Einkommenseffekt: Eine Preiserhöhung bei einem inferioren Gut führt zu einer Senkung des Realeinkommens, so daß sich die Konsumenten höherpreisige Produkte nicht mehr leisten können und verstärkt das inferiore Gut (Giffen-Gut) kaufen.

- Veblen-Effekt (Snob-Effekt): Ein Produkt stiftet einen höheren Nutzen, wenn es teurer ist.

- Erwartungs-Effekt: Erste Preissenkungen werden als Indiz für weitere Preissenkungen interpretiert, zukünftige Käufe werden daher zurückgestellt.
- Bei Produkten, deren Qualität nur schwer beurteilt werden kann, wird der Preis häufig als Qualitätsindikator angesehen.

Als Grundregel gilt also, daß die Preiselastizität zumindest langfristig kleiner als -1 sein sollte. Abweichende empirische Ergebnisse sind mit Skepsis zu betrachten bzw. auf das Zutreffen einer der oben aufgeführten Ausnahmesituationen zu prüfen.

Budgetelastizitäten, d. h. Elastizitäten für Marketing-Instrumente, für die ein Budget angesetzt wird, sollten positiv sein. Mehr Werbung oder ein höherer Distributionsaufwand sollten zu höherem Absatz führen. Betragsmäßig sind nur Budgetelastizitäten kleiner als 1 plausibel, da andernfalls durch eine fortlaufende Erhöhung des Budgets der Gewinn unendlich gesteigert werden könnte.

Als durchschnittlichen Wert für die Werbeelastizität ermitteln Assmus/Farley/Lehmann 0,22 (vgl. Assmus/Farley/Lehmann 1984, S. 72).

2.2.2. Kreuzelastizitäten

In bezug auf Kreuzelastizitäten läßt sich die Frage nach dem plausiblen Vorzeichen nicht ohne weiteres beantworten. Vielmehr muß eine Unterscheidung in komplementäre (sich ergänzende) und substitutive (konkurrierende) Güter vorgenommen werden.

	Substitutive Produkte	Komplementäre Produkte
Kreuzpreis-elastizität	> 0	< 0
Kreuzbudget-elastizität (Kreuzelastizitäten für Werbung, Verkaufsförderung, Distribution, ...)	< 0	> 0

Tab. 2: Plausible Vorzeichen von Kreuzelastizitäten

Betragsmäßig sollten Kreuzelastizitäten etwas kleiner sein als die entsprechenden direkten Elastizitäten. So ist es beispielsweise plausibel, daß sich eine Änderung des Werbebudgets stärker auf das beworbene als auf ein anderes Produkt auswirkt.

Frage 2: Sind die von Ihnen in Frage 1 ermittelten Elastizitäten plausibel ?

---

3. Absatzreaktionsfunktionen

Elastizitäten sind ein Maß für die Wirkung eines Marketing-Instrumentes in einem Punkt. Die Nachfragemengen bei alternativen Ausprägungen eines oder mehrerer Marketing-Instrumente bilden Absatzreaktionsfunktionen ab.

Bei der Modellierung dieses Zusammenhangs können verschiedene Funktionsverläufe unterstellt werden. Zwei einfache, häufig verwendete Funktionstypen sollen hier einander gegenübergestellt werden: die lineare und die multiplikative Reaktionsfunktion (vgl. Kotler 1971, S. 25 ff.; Hanssens/Parsens/Schultz 1990, S. 38 ff. und 178 ff.; Simon 1992, S. 101 f.). Dabei wird die Nachfrage jeweils zunächst in Abhängigkeit nur eines Marketing-Instruments betrachtet, um eine graphische Darstellung zu ermöglichen. Anschließend werden weitere Marketing-Instrumente in die Analyse einbezogen.

3.1. Lineare Absatzreaktionsfunktionen

Abbildung 1 zeigt lineare Nachfragefunktionen in Abhängigkeit von den Instrumenten Preis bzw. Werbung. Die entsprechenden Funktionsgleichungen lauten:

(6) $$Q = a - b \cdot P$$

(7) $$Q = a + b \cdot W$$

Q = Absatzmenge
P = Preis
W = Werbebudget
a, b = Parameter

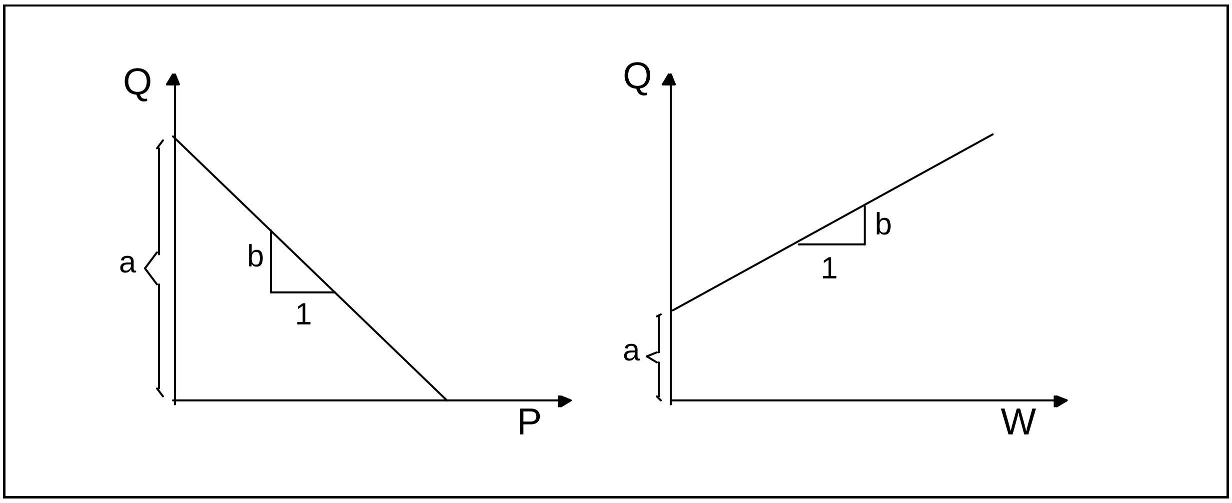

Abb. 1: Lineare Absatzreaktionsfunktionen

Dabei bestimmt der Parameter a die Lage der Funktion, er entspricht dem Schnittpunkt der Geraden mit der Ordinate. Der Parameter b gibt die Steigung der Funktion an.

In einem erweiterten Modell können gleichzeitig die Einflüsse von Preis, Werbung und Distribution betrachtet werden. Die entsprechende Reaktionsfunktion lautet:

(8) $Q = a + p \cdot P + b \cdot W + d \cdot D$ $\quad D =$ Distributionsbudget; $a, p, b, d =$ Parameter

Für die Verwendung eines linearen Funktionstyps bei der Schätzung von Absatzreaktionsfunktionen sprechen vor allem zwei Argumente. Zunächst einmal ist eine ökonometrische Schätzung der Parameter unmittelbar möglich, da die für eine lineare Regression notwendige lineare Schätzfunktion bereits vorliegt. Die empirisch ermittelten Werte für Mengen und Instrumente können direkt für die Rechnung verwendet werden.

Des weiteren bewegen sich Änderungen von Marketing-Instrumenten in der Praxis häufig nur in einem relativ engen Rahmen, dramatische Variationen werden kaum vorgenommen. Innerhalb des kleinen Bereichs, in dem man tatsächlich agiert, unterscheiden sich aber Funktionstypen kaum, so daß die einfache lineare Funktion eine hinreichend gute Näherung darstellt (vgl. Kotler 1971, S. 26; Simon 1992, S. 101 f.). Empirische Vergleiche haben denn auch keine eindeutigen

Unterschiede in der Güte der verschiedenen Funktionstypen ergeben (vgl. Simon 1992, S. 101; Hanssens/Parsons/Schultz 1990, S. 186).

Da die Wahl eines Funktionstyps empirisch schwer bewertet werden kann, sei im folgenden näher analysiert, wie die lineare Funktion die Wirkungen von Marketing-Instrumenten abbildet. Betrachtet werden sollen die Eigenschaften des Modells im Hinblick auf Grenzerträge, Elastizitäten und die Interaktion von Marketing-Instrumenten.

Die Grenzerträge der Marketing-Instrumente sind bei der linearen Funktion konstant. Für den Grenzertrag der Werbung ergibt sich beispielsweise:

(9) $$\frac{dQ}{dW} = b$$

Allgemein erscheint dies wenig plausibel. Bei der Werbung geht man davon aus, daß mit zunehmendem Werbeaufwand immer resistentere Käuferschichten angesprochen und immer weniger effiziente Medien eingesetzt werden, so daß der Grenzertrag der Werbung abnimmt. Auch beim Preis kann man vermuten, daß eine Preiserhöhung von 10 auf 11 DM einen stärkeren absoluten Absatzrückgang bewirkt als eine Erhöhung von 100 auf 101 DM.

Variabel sind bei der linearen Absatzreaktionsfunktion die Elastizitäten. Die Werbeelastizität zum Beispiel ist gegeben durch:

(10) $$e_W = \frac{dQ}{dW} \cdot \frac{W}{Q} = b \cdot \frac{W}{Q}$$

Konkret steigen die Elastizitätswerte mit zunehmendem Einsatz des betroffenen Marketing-Instruments. Auch diese Eigenschaft von linearen Reaktionsfunktionen erscheint wenig plausibel. Warum sollte etwa die Werbeelastizität gerade bei einem hohem Niveau der Werbeausgaben besonders hoch sein?

Schließlich ist bei der Wahl eines Nachfragemodells zu beachten, inwieweit Interaktionsbeziehungen zwischen Marketing-Instrumenten abgebildet werden. In der Regel ist die Wirkung eines Marketing-Instruments nicht unabhängig vom Einsatz anderer Mix-Instrumente. So kann beispielsweise die Werbung den Absatz eines Produktes kaum noch beeinflussen, wenn der Preis extrem hoch gewählt worden ist. Das lineare Modell berücksichtigt aber, wie aus Gleichung (9) ersichtlich, in der dargestellten Form keine derartigen Interaktionsbeziehungen. Es sei allerdings darauf hingewiesen, daß Interaktionsbeziehungen im additiven Modell durch eine Erweiterung von Gleichung (8) um multiplikative Terme möglich ist. Soll z. B. die Interaktionsbeziehung zwischen Preis und Werbung modelliert werden, so wird aus Gleichung (8):

(11) $Q = a + p \cdot P + b \cdot W + d \cdot D + e \cdot (P \cdot W)$,

wobei e der Parameter zur Darstellung der Interaktionsbeziehung ist (vgl. Lilien/Kotler 1983, S. 72).

3.2. Multiplikative Absatzreaktionsfunktionen

Auch die multiplikative Absatzreaktionsfunktion sei zunächst in Abhängigkeit nur eines Marketing-Instruments dargestellt. Abbildung 2 zeigt die Funktionsverläufe für die Instrumente Preis und Werbung. Formelmäßig lauten die Funktionen folgendermaßen:

(12) $Q = a \cdot P^b$

(13) $Q = a \cdot W^b$

Q = Absatzmenge
P = Preis
W = Werbebudget
a = Skalierungsparameter
b = Elastizitätsparameter

Der Parameter α ist in der multiplikativen Funktion der sogenannte Skalierungsparameter. Er gewährleistet die richtige Dimensionierung, indem er die DM-Werte auf der rechten Seite der Gleichung in die Mengeneinheiten der linken Gleichungsseite umrechnet. Als wirtschaftlich relevante Größe läßt sich der Skalierungsfaktor nicht interpretieren. Anders der Parameter β: Er stellt, wie unten noch zu zeigen sein wird, die Elastizität dar. Die in Abbildung 2 gezeigten Verläufe ergeben sich, wenn

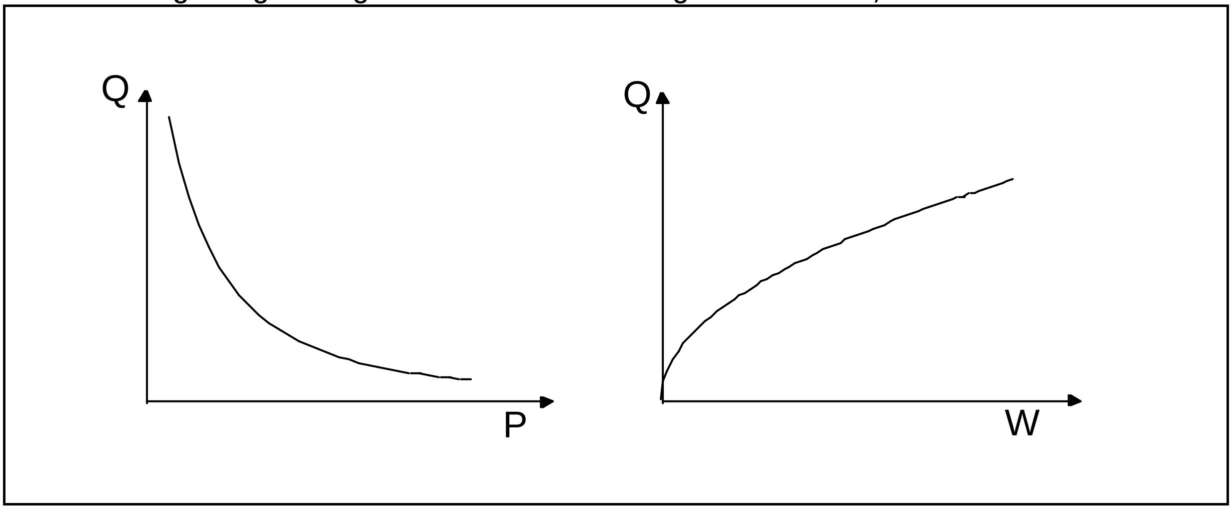

Abb. 2: Multiplikative Absatzreaktionsfunktionen

man für die Elastizität β entsprechend den in Kapitel 2.2 dargestellten Plausibilitätsüberlegungen beim Preis einen negativen Wert bzw. beim Werbebudget einen Wert zwischen 0 und 1 einsetzt. Den Einfluß des Elastizitätsparameters β auf den Verlauf einer multiplikativen Funktion zeigt in allgemeiner Form Abbildung 3.

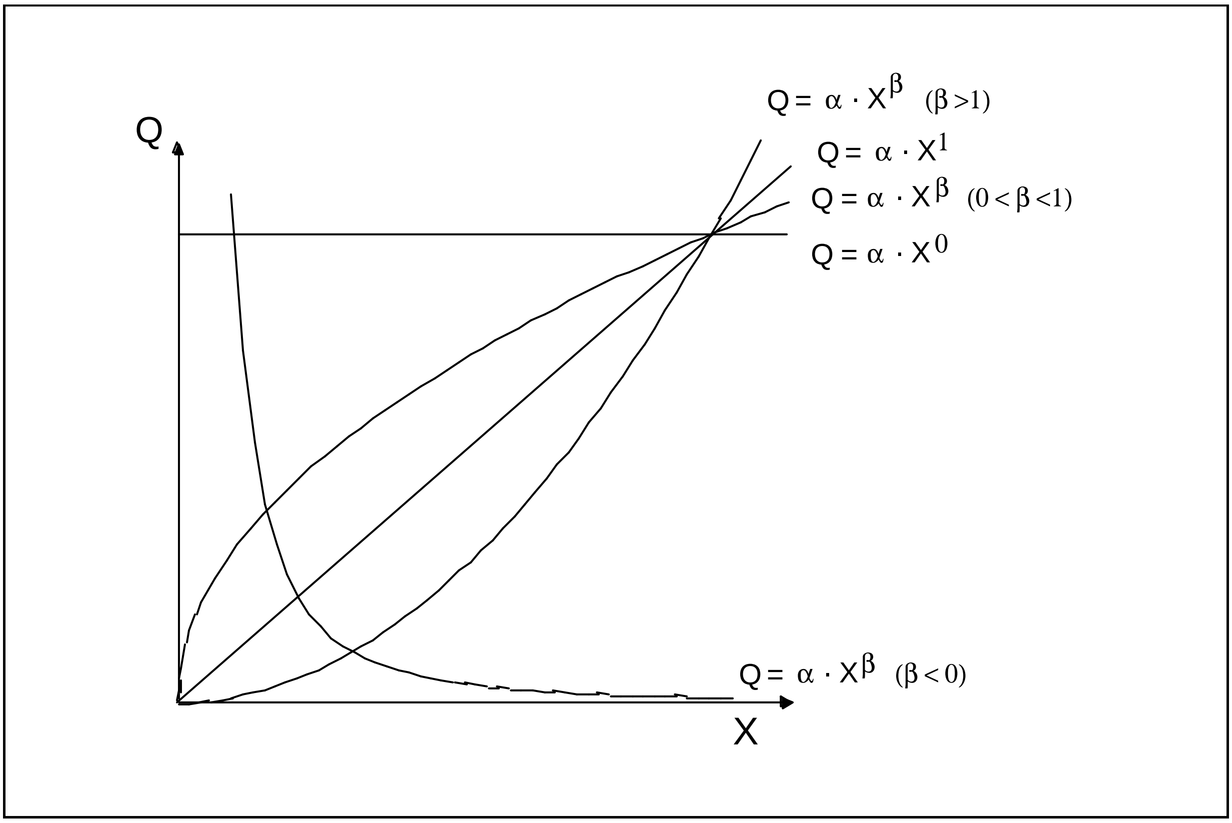

Abb. 3: Verläufe der multiplikativen Funktion in Abhängigkeit des Elastizitätsparameters
Quelle: Kotler, Marketing Decision Making, 1971, S. 33

Frage 3: Gegeben sei die Absatzreaktionsfunktion

$$Q = a \cdot X^b$$

mit Q = Absatzmenge,
X = Marketing-Instrument.

Was bedeutet der Parameter b? Welches Marketing-Instrument wird mit ß < 0 und welches mit $0 < b < 1$ abgebildet?

Bei Berücksichtigung mehrerer Marketing-Instrumente ergibt sich folgende Absatzreaktionsfunktion:

(14) $Q = a \cdot P^h \cdot W^b \cdot D^g$

D = Distribution
a = Skalierungsparameter
h, b, g = Elastizitäten

Diese Funktion soll im folgenden an den gleichen Kriterien gemessen werden, anhand derer ihr lineares Gegenstück beurteilt wurde. Zunächst ist wiederum festzustellen, daß in der Realität meist nur geringe Variationen von Marketing-Instrumenten beobachtet werden. Eine multiplikative Absatzreaktionsfunktion stellt daher bei empirischen Anwendungen im relevanten Bereich eine ebenso gute Approximation dar wie eine lineare (vgl. Simon 1992, S. 101 f.; Hanssens/Parsons/Schultz 1990, S. 186).

Die ökonometrische Schätzung der Parameter ist beim multiplikativen Modell ebenfalls einfach. Zwar liegt die Funktion nicht direkt in der für die lineare Regression notwendigen Form vor, sie kann jedoch durch Logarithmierung einfach linearisiert werden. Aus Gleichung (14) entsteht:

$$(15)\quad \ln(Q) = \ln(a) + h \cdot \ln(P) + b \cdot \ln(W) + g \cdot \ln(D)$$

Die Wirkungen der Marketing-Instrumente werden durch die multiplikative Absatzreaktionsfunktion allerdings anders abgebildet als durch die lineare. Die Grenzerträge der Marketing-Instrumente sind jetzt nicht mehr konstant. Dies kann am Beispiel der Werbung folgendermaßen gezeigt werden:

$$(16)\quad \frac{dQ}{dW} = a \cdot P^{h} \cdot b \cdot W^{b-1} \cdot D^{g} = b \cdot a \cdot P^{h} \cdot W^{b-1} \cdot D^{g} \cdot \frac{W}{W} = b \cdot \frac{Q}{W}$$

Die absolute Wirkung der Werbung ist umso geringer, je höher das Niveau der Werbeausgaben ist. Es ergibt sich der in Abbildung 2 erkennbare degressive Verlauf der Reaktionsfunktion. Dieser ist, wie bereits in Kapitel 3.1 erwähnt, plausibel, da unter anderem mit steigenden Werbeanstrengungen zunehmend resistentere Käuferschichten angesprochen werden. Auch beim Preis sind betragsmäßig abnehmende Grenzerträge plausibel. Problematisch erscheint hier allein, daß es im multiplikativen Modell keinen Prohibitivpreis gibt, bei dem nichts mehr abgesetzt wird. Für die praktische Anwendung dürfte dies allerdings wenig relevant sein, da Preise in der Realität kaum bis in diese Extrembereiche angehoben werden.

Die Elastizitäten sind bei der multiplikativen Absatzreaktionsfunktion, anders als beim linearen Modell, über den Funktionsverlauf konstant. Für die Werbeelastizität sei dies beispielhaft bewiesen:

$$(17)\ e_W = \frac{dQ}{dW} \cdot \frac{W}{Q} = a \cdot P^h \cdot b \cdot W^{b-1} \cdot D^g \cdot \frac{W}{Q} = b \cdot \frac{a \cdot P^h \cdot W^{b-1} \cdot W \cdot D^g}{Q} = b$$

Die Eigenschaft konstanter Elastizitäten erleichtert wesentlich die Interpretierbarkeit der Funktion. Zudem erscheint diese Annahme wesentlich plausibler als die bei einer linearen Funktion unterstellten steigenden Elastizitäten.

Abschließend seien auch bei der multiplikativen Absatzreaktionsfunktion Interaktionswirkungen betrachtet. Wie aus Gleichung (16) ersichtlich, werden Interaktionen im multiplikativen Modell berücksichtigt, da Grenzerträge vom Einsatz weiterer Mix-Instrumente abhängig sind. Eine Preissenkung bewirkt zum Beispiel einen höheren absoluten Absatzzuwachs, wenn sie von vergleichsweise hohen Werbeanstrengungen begleitet wird.

3.3. Zusammenfassende Bewertung

Tabelle 3 stellt die Eigenschaften der linearen und der multiplikativen Absatzreaktionsfunktion im Überblick dar.

	lineare Reaktionsfunktion	multiplikative Reaktionsfunktion
Einfachheit der Schätzung	ja	ja
gute lokale Approximation	ja	ja
Elastizität	$b \cdot \frac{W}{Q}$	β = const.
Grenzertrag	b = const.	$b \cdot \frac{Q}{W}$
Interaktion	nein	ja

Tab. 3: Eigenschaften linearer und multiplikativer Absatzreaktionsfunktionen

Das lineare Modell zeichnet sich in erster Linie durch seine Einfachheit aus. Die Annahmen konstanter Grenzerträge und variabler Elastizitäten erscheinen jedoch wenig plausibel. Auch werden Interaktionsbeziehungen zwischen Marketing-Instrumenten nicht berücksichtigt. Vorteile zeigt in dieser Hinsicht das ebenfalls einfach zu handhabende multiplikative Modell. Der wesentliche Pluspunkt ist hier die direkte Interpretierbarkeit von Parametern als Elastizitäten.

Frage 4: Gegeben sei die folgende Absatzreaktionsfunktion:

$$Q = a \cdot P^{h} \cdot W^{b} \cdot D^{g}$$

mit	*Q:*	*Absatzmenge*
	P:	*Preis*
	W:	*Werbebudget*
	D:	*Distributionsbudget*
	a, h, b, g:	*Parameter*

Zeigen Sie analytisch für ein Marketinginstrument, daß in dieser Funktion Interaktionen mit anderen Marketinginstrumenten berücksichtigt sind!

Zusammenfassend läßt sich festhalten, daß beide Funktionen sich empirisch als lokal gute Approximationen tatsächlichen Nachfrageverhaltens bewährt haben, daß aber das multiplikative Modell von realistischeren Annahmen über die Wirkung von Marketing-Instrumenten ausgeht und zudem leichter interpretierbar ist. Bei der Planung des Marketing-Mix sollte daher der multiplikativen Absatzreaktionsfunktion gegenüber der linearen der Vorzug gegeben werden.

In diesem Beitrag konnte nur die Grundform der multiplikativen Reaktionsfunktion dargestellt werden. Für tatsächliche Planungszwecke mag eine Erweiterung des Modells, z. B. um dynamische Effekte, Einflüsse der Konkurenz und unterschiedliche Interaktionsbeziehungen notwendig werden (vgl. Hanssens/Parsons/Schultz 1990, S. 47 f. und 191 ff.; Lilien/Kotler 1983, S.80 ff.; Simon 1992, S. 89 ff.).

Literatur

Assmus, G./Farley, J.U./Lehmann, D.R.: How Advertising Affects Sales: Meta-Analysis of Econometric Results. In: Journal of Marketing Research, Vol. 21 (1984), S. 65 ff.

Hanssens, D.M./Parsons, L.J./Schultz, R.L.: Market Response Models: Econometric and Time Series Analysis. Boston 1990

Kotler, P.: Marketing Decision Making. A Model Building Approach. New York et al. 1971

Kotler, P./Bliemel, F.: Marketing-Management. Analyse, Planung, Umsetzung und Steuerung. 7. Aufl., Stuttgart 1992

Lilien, G.L. /Kotler, P.: Marketing Decision Making: A Model-Building Approach. New York, 1983

Naert, P./Weverbergh, M.: Market Share Specification, Estimation and Validation: Toward Reconciling Seemingly Divergent Views. In: Journal of Marketing Research, Vol. 22 (1985), S. 453ff.

Simon, H.: Preismanagement. 2. Aufl., Wiesbaden 1992

Simon, H.: Marketing-Mix-Interaktion: Theorie, empirische Befunde, strategische Implikationen. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 44. Jg. (1992), S. 87 ff.

Tellis, G.J.: The Price Elasticity of Selective Demand: A Meta-Analysis of Econometric Models of Sales, Journal of Marketing Research, Vol. 25 (1988), S. 331ff.

Fragen und Lösungen zu den Aufgaben in Teil 1

Frage 1: Ein Experiment zur Ermittlung von Elastizitäten ergibt folgende Werte:

Instrument	Preis	Werbebudget
Absatz vorher	50.000 Stück	50.000 Stück
Instrument vorher	DM 7,--	400.000 DM
Absatz nachher	40.000 Stück	46.000 Stück
Instrument nachher	DM 8,05	380.000 DM

Errechnen Sie die Preis- und die Werbebudgetelastizität!

Lösung zu Frage 1:

Preiselastizität = **Fehler!** = **Fehler!**

$$= \frac{-20\ \%}{+15\ \%} = -1{,}33$$

Werbebudgetelastizität = **Fehler!**

= **Fehler!** = **Fehler!** = +1,6

Frage 2: Sind die von Ihnen in Frage 1 ermittelten Elastizitäten plausibel ?

Lösung zu Frage 2:

Die Preiselastizität von -1,33 ist plausibel, da sie negativ und zudem noch kleiner als -1 ist.

Die Werbebudgetelastizität liegt zwar im positiven Bereich, allerdings ist sie größer als 1. Dies würde bedeuten, daß der Absatz durch eine Ausweitung der Werbeausgaben überproportional stark gesteigert werden könnte, was nicht plausibel ist.

Frage 3: Gegeben sei die Absatzreaktionsfunktion

$$Q = a \cdot X^b$$

mit *Q = Absatzmenge,*
X = Marketing-Instrument.

Was bedeutet der Parameter β? Welches Marketing-Instrument wird mit ß < 0 und welches mit 0 < β < 1 abgebildet?

Lösung zu Frage 3:

Der Parameter β stellt eine Elastizität dar. Mit β < 0 könnte die Wirkung des Preises und mit 0 < β < 1 z. B. die Wirkung der Werbung abgebildet werden.

Frage 4: Gegeben sei die folgende Absatzreaktionsfunktion:

$$Q = a \cdot P^h \cdot W^b \cdot D^g$$

mit	*Q:*	*Absatzmenge*
	P:	*Preis*
	W:	*Werbebudget*
	D:	*Distributionsbudget*
	a, h, b, g:	*Parameter*

Zeigen Sie analytisch für ein Marketinginstrument, daß in dieser Funktion Interaktionen mit anderen Marketinginstrumenten berücksichtigt sind!

Lösung zu Frage 4:

Interaktionseffekte können für das Distributionsbudget nachgewiesen werden, indem die Absatzreaktionsfunktion nach dem Distributionsbudget differenziert wird:

$$\frac{dQ}{dD} = a \cdot P^h \cdot W^b \cdot g \cdot D^{g-1}$$

Es wird deutlich, daß das Ausmaß der Absatzsteigerung, die durch eine Erhöhung des Distributionsbudgets erreicht wird, nicht nur vom Distributionsbudget, sondern auch von der Höhe der beiden anderen Marketing-Mix-Instrumente Preis und Werbebudget abhängt.

Marketing-Planung auf der Basis von Reaktionsfunktionen
- Teil 2: Funktionsschätzung und Optimierung -

1. Problemstellung

Ziel der Marketing-Planung ist es, das Marketing-Mix, d. h. Preise und Marketing-Budgets, so festzulegen, daß der Gewinn maximiert wird. Dies erfordert die Analyse der Wirkungen von Änderungen des Marketing-Mix auf den Gewinn. Die entsprechenden Zusammenhänge sind in Abbildung 1 dargestellt.

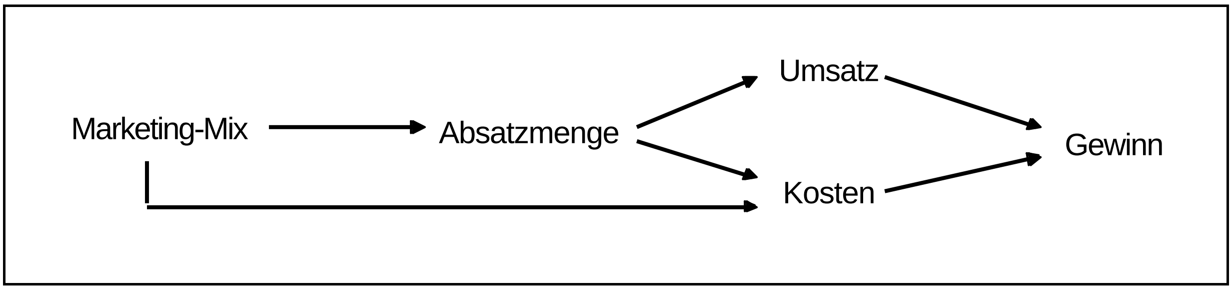

Abb. 1: Einfluß des Marketing-Mix auf den Gewinn

Das Marketing-Mix nimmt Einfluß auf die abgesetzte Menge, aus der sich wiederum Umsatz und Kosten ergeben. Den Umsatz erhält man einfach durch Multiplikation von Absatzmenge und Preis. Auch Kostenfunktionen sind im Unternehmen in der Regel bekannt. Das entscheidende Problem der Marketing-Planung stellt somit die Ermittlung des Zusammenhangs von Marketing-Mix und Absatz dar. In Teil I dieses Beitrags wurde diskutiert, wie diese Beziehung durch eine Absatzreaktionsfunktion abgebildet werden kann. Nun soll gezeigt werden, wie eine derartige Funktion geschätzt und wie anschließend auf ihrer Basis das Marketing-Mix optimiert werden kann. Die Vorgehensweise wird anhand von Daten eines Beispiels aus dem Lehrbuch von Kotler/Bliemel demonstriert (vgl. Kotler/Bliemel 1992, S. 123 ff.).

2. Schätzung von Absatzreaktionsfunktionen

Bei der Schätzung von Absatzreaktionsfunktionen wird in drei Schritten vorgegangen. Zunächst ist ein Modell zu spezifizieren. Danach müssen Daten erhoben werden, und schließlich wird die eigentliche Schätzung vorgenommen.

2.1. Spezifikation des Modells

Die abhängige, d. h. zu erklärende Variable ist bei der Absatzreaktionsfunktion die Absatzmenge. Entscheidend für die Qualität des Modells ist die Auswahl der unabhängigen Variablen, d. h. der Variablen des Marketing-Mix, die den Absatz beeinflussen. Bei dieser Aufgabe kann die Theorie nur wenig Hilfestellung geben, gefragt ist in erster Linie die Marktkenntnis des Marketing-Managers.

Dieser sieht sich vor einem Trade-Off: Einerseits dürfen keine wichtigen Variablen unberücksichtigt bleiben. Alle Marketing-Instrumente, die den Absatz wesentlich beeinflussen, sind zu modellieren. Andererseits darf aber nicht übersehen werden, daß die Daten häufig nicht im Unternehmen vorhanden sind und ihre Beschaffung Kosten verursacht. Das Unternehmen muß also abwägen, ob es bereit ist, zusätzliche Ausgaben für die Schätzung einer möglicherweise besseren Reaktionsfunktion zu tätigen. Für jedes Unternehmen kann die Reaktionsfunktion anders aussehen. Ein Hersteller von Windeln wird vielleicht als wichtige Variable das Werbebudget in sein Modell aufnehmen. Ein Telekommunikationsunternehmen mag zwei getrennte Budgets für Direktwerbung und Medienwerbung ansetzen. Für einen Hersteller von Eisenbahnwaggons dagegen kann die Werbung eine so untergeordnete Rolle spielen, daß er sie gar nicht in seinem Modell abbildet. Ist der Planer nicht sicher, welche Variablen zu wählen sind, können verschiedene plausibel erscheinende Modelle geschätzt und geprüft werden.

In diesem Beitrag wollen wir die Optimierung des Marketing-Mix anhand eines Beispiels aus dem Marketing-Lehrbuch von Kotler/Bliemel demonstrieren. Das betrachtete Produkt ist dort ein Haartrockner. Die verantwortliche Produktmanagerin möchte in ihr Modell die unabhängigen Variablen Preis, Werbung und Verkaufsförderung aufnehmen (vgl. Kotler/Bliemel 1992, S. 123).

Frage 1: Welche weiteren Variablen - neben Preis, Werbebudget und Verkaufsförderungsbudget - könnten möglicherweise den Absatz eines Haartrockners beeinflussen?

Sind die Variablen für das Modell ausgewählt, so ist im nächsten Schritt ein Funktionstyp zu spezifizieren. In Teil I dieses Beitrags wurden zwei einfache Funktionen vorgestellt. Die multiplikative Funktion erwies sich dabei gegenüber der linearen als überlegen. Dies ist auf die Eigenschaften der abnehmenden Grenzerträge, der konstanten Elastizität und der Berücksichtigung von Interaktion zurückzuführen. Es wird daher von Kotler/Bliemel das folgende multiplikative Modell formuliert:

(1) $Q = a \cdot P^h \cdot W^b \cdot V^d$

Q = Absatzmenge *b = Werbeelastizität*
P = Preis *V = Verkaufsförderungsbudget*
h = Preiselastizität *d = Verkaufsförderungselastizität*
W = Werbung *a = Skalierungsparameter*

Frage 2: Gegeben sei die Absatzreaktionsfunktion

$$Q = a \cdot P^{h} \cdot W^{b} \cdot D^{g}$$

mit	*Q:*	*Absatzmenge*
	P:	*Preis*
	W:	*Werbebudget*
	D:	*Distributionsbudget*
	a, h, b, g:	*Parameter*

Beweisen Sie für den Parameter b*, daß dieser wirklich die Werbebudgetelastizität darstellt.*

2.2. Erhebung der Daten

Um die Parameter im oben spezifizierten Modell schätzen zu können, braucht man Informationen darüber, welche Nachfragemengen sich bei alternativen Ausprägungen des Marketing-Mix ergeben. Grundsätzlich stehen dafür drei Datenquellen zur Verfügung: Vergangenheitsdaten, Experimente und Expertenbefragungen (vgl. Kotler/Bliemel 1992, S. 121.; Simon/Kucher 1988, S. 176).

Marktdaten der Vergangenheit bilden am besten das tatsächliche Verhalten von Konsumenten ab, sie weisen die höchste Validität auf. Allerdings liegen Marktdaten bei neu einzuführenden Produkten noch nicht vor. Auch bei etablierten Produkten ergeben sich gelegentlich insofern Probleme, als der Einsatz von Marketing-Instrumenten in der Vergangenheit nur wenig variiert wurde. Elastizitäten und damit Auswirkungen einer Veränderung eines Marketing-Mix-Instruments können aber nur geschätzt werden, wenn eine solche Veränderung auch vorgenommen worden ist.

Als Alternative bietet sich in diesen Fällen die Durchführung eines Experiments an. Dabei wird die

Zusammensetzung des Marketing-Mix systematisch variiert. Typische Experimente für neue Produkte sind Testmärkte und Testmarktsimulatoren (vgl. Hammann/Erichson 1990, S. 175 ff.). Zur Ermittlung von Preiselastizitäten bietet sich des weiteren die Conjoint-Analyse an (vgl. Simon/Kucher 1988, S. 178 ff.). Experimente werden in der Praxis nur selten durchgeführt. Bei Laborexperimenten (Testmarktsimulator, Conjoint-Analyse) wird häufig die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Realität in Frage gestellt. Bei Feldexperimenten (Testmarkt) dagegen scheut man in der Regel die hohen Kosten. Außerdem werden vielfach negative Auswirkungen auf das laufende Geschäft befürchtet.

Liegen keine Vergangenheitsdaten vor und soll kein Experiment durchgeführt werden, bleibt als dritte Möglichkeit der Datenerhebung die Expertenschätzung. Experten, in der Regel die betroffenen Marketing-Manager und Außendienstmitarbeiter, werden danach befragt, welcher Absatz sich vermutlich bei alternativen Zusammensetzungen des Marketing-Mix ergeben würde. Die Validität derartiger Schätzungen wird häufig angezweifelt. Man halte sich allerdings vor Augen, daß auch die in der Praxis bei der Marketing-Planung dominierenden Heuristiken bzw. Daumenregeln auf nichts anderem basieren als auf Erfahrungen und Einschätzungen von Experten. Bei der hier vorgeschlagenen Vorgehensweise werden diese Einschätzungen lediglich explizit erfaßt, um auf dieser Grundlage eine gewinnmaximierende Planungsmethode anwenden zu können. Kotler/Bliemel resümieren treffend, wenn sie behaupten, "daß es besser ist, Expertenschätzungen vorzunehmen, als überhaupt keine formale Analyse zur Planung der Ertragsoptimierung durchzuführen" (Kotler/Bliemel 1992, S. 121).

Im Beispiel wurden durch Expertenschätzungen die folgenden Daten generiert:

Marketing-Mix	Preis (P)	Werbebudget (W)	Verkaufs-förderungs-budget (V)	Absatzmenge (Q)
1	16	10.000	10.000	12.400
2	16	10.000	50.000	18.500
3	16	50.000	10.000	15.100
4	16	50.000	50.000	22.600
5	24	10.000	10.000	5.500
6	24	10.000	50.000	8.200
7	24	50.000	10.000	6.700
8	24	50.000	50.000	10.000

Tab. 1: Absatzmengen bei unterschiedlichen Ausprägungen des Marketing-Mix
Quelle: Kotler/Bliemel, Marketing-Management, 1992, S. 124

2.3. Schätzung der Parameter

Das übliche Verfahren zur Schätzung von Absatzreaktionsfunktionen ist die Regressionsanalyse. Sie soll im folgenden Abschnitt auf unser Haartrockner-Beispiel angewendet werden. Anschließend soll gezeigt werden, wie Elastizitäten auch ohne Zuhilfenahme statistischer Methoden geschätzt werden können.

2.3.1. Parameterschätzung mit Hilfe einer Regressionsanalyse

Mit dem Verfahren der Regressionsanalyse können die Größe und die statistische Signifikanz des Zusammenhangs zwischen einer abhängigen und einer oder mehreren unabhängigen Variablen ermittelt werden (vgl. Backhaus et al. 1990, S. 1 ff.). Der erste Schritt besteht in dem Aufstellen einer linearen Schätzfunktion. Durch Logarithmierung von Gleichung (1) erhalten wir:

(2) $\ln(Q) = \ln(a) + h \cdot \ln(P) + b \cdot \ln(W) + d \cdot \ln(V)$

Q, P, W, und V liegen in Tabelle 1 vor, so daß wir die Logarithmen dieser Werte berechnen können. Zu schätzen sind die Regressionskoeffizienten $\ln(\alpha)$, η, β und δ.

Die Regressionsanalyse läßt sich mit verschiedenen Softwarepaketen rechnen. Hier wurde das Statistik-Programm SPSS verwendet. Den entsprechenden Ergebnisausdruck zeigt Abbildung 2.

```
         * * * *   M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   *
*

Equation Number 1    Dependent Variable..   LNABSATZ

Multiple R          1.00000
R Square            1.00000
Adjusted R Square   1.00000
Standard Error 1.067996E-03

Analysis of Variance
                    DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression           3             1.72388           .57463
Residual             4              .00000           .00000

F =  503787.98778       Signif F =  .0000

------------------ Variables in the Equation ---------------
---

Variable                B        SE B       Beta          T
Sig T

LNVERKAU        .249030 4.69224E-04    .431704   530.727
.0000
LNWERBUN        .123178 4.69224E-04    .213534   262.514
.0000
LNPREIS       -2.006669     .001863   -.876374 -1077.395
.0000
(Constant)    11.560769     .008661             1334.755
.0000
```

Abb. 2: Ergebnisausdruck der Regressionsanalyse

Nicht alle in Abbildung 2 enthaltenen Angaben können an dieser Stelle erläutert werden, vielmehr wollen wir uns auf die wichtigsten beschränken. Zunächst finden wir die errechneten Regressionskoeffizienten ganz unten links in der ersten

Spalte. Die ersten drei Werte sind die Koeffizienten zu den Logarithmen der Marketing-Instrumente. Sie können direkt als Elastizitätsparameter interpretiert werden. Mit leichter Rundung erhalten wir die auch von Kotler/Bliemel ermittelten Werte η=-2, β=0,l25 und δ=0,25. Für ln(α) ist der Wert 11,56 geschätzt worden, bei Rückrechnung ergibt sich $\alpha = e^{11,56} \approx$ 100.000. Wir können nun die Absatzreaktionsfunktion aufstellen:

(3) $Q = 100.000 \cdot P^{-2} \cdot W^{1/8} \cdot V^{1/4}$

Das wichtigste Maß für die Güte des Modells ist das Bestimmtheitsmaß R^2 (R Square). Es gibt an, welcher Teil der Varianz innerhalb der beobachteten Absatzwerte durch die Variation der in der Funktion abgebildeten Marketing-Instrumente erklärt wird. In unserem Ergebnisausdruck erkennen wir, daß das R^2 im Haartrockner-Beispiel gleich 1 ist. Das entspricht einer Varianzerklärung von 100 %. Eine solche vollkommene Anpassung der Funktion an die beobachteten Punkte ist allerdings nur bei künstlich konstruiertem Datenmaterial erreichbar. In der Realität wird das Bestimmtheitsmaß immer kleiner als 1 sein. Je geringer es ist, desto stärker wird der Absatz durch den Zufall oder durch Größen beeinflußt, die im Modell nicht erfaßt sind. Bei geringem R^2 muß man sich also Gedanken darüber machen, ob eventuell wesentliche unabhängige Variablen in der Absatzreaktionsfunktion fehlen.

In jedem Fall ist zu prüfen, ob die mit Hilfe der Regression errechneten Parameter plausibel sind. Nicht jedes Ergebnis ist sinnvoll zu interpretieren, selbst wenn ein hohes R^2 eine hohe statistische Güte anzeigt. Wie im ersten Teil dieses Beitrags diskutiert, sollten Preiselastizitäten kleiner als -1 sein, die Elastizitäten für Werbung und Verkaufsförderung sollten zwischen 0 und 1 liegen. Alle drei errechneten Werte sind somit plausibel. Der Skalierungsparameter α kann nicht auf Plausibilität geprüft werden, da er keine wirtschaftliche Aussagekraft besitzt.

2.3.2. Berechnung der Parameter ohne statistische Hilfsmittel

Manchmal möchte man - gerade, wenn nur wenige Datensätze vorliegen - Elastizitäten schätzen, ohne gleich eine Regressionsanalyse zu bemühen. Wir wollen die Vorgehensweise für unseren Haartrocknerfall am Beispiel der Preiselastizität demonstrieren.

Voraussetzung für die Berechnung einer Elastizität sind zwei Datenpunkte, in denen das betrachtete Marketing-Instrument unterschiedliche Niveaus aufweist, die anderen Instrumente aber möglichst konstant gehalten werden. Für den Preis sind dies die beiden Marketing-Mix (1) und (5) aus Tabelle 1. Sie unterscheiden sich nur im Hinblick auf den Preis, der 16 bzw. 24 DM beträgt, was bei gleichbleibenden Werbe- und Verkaufsförderungsbudgets von je 10.000 DM zu Absatzmengen von 12.400 bzw. 5.500 Stück führt.

Wie im ersten Teil dieses Beitrags dargestellt, können wir mit diesen Daten eine Bogenelastizität berechnen, bei der die relative Änderung der Absatzmenge der relativen Änderung des Preises gegenübergestellt wird. Fraglich ist allerdings, welches Marketing-Mix in unserem Beispiel die Ausgangssituation darstellt. Wurde der Preis von 16 auf 24 DM (um 50 %) erhöht oder von 24 auf 16 DM (um 33 %) gesenkt. Bei der Berechnung der Elastizitäten ergeben sich in den beiden Fällen verschiedene relative Änderungen. Gleiches gilt für die Absatzänderungen. Um die Unterschiede aufzuzeigen, seien hier beide Varianten gerechnet:

(4) Preiserhöhung:

$$h' = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P}{Q} = \frac{-6.900}{8} \cdot \frac{16}{12.400} = -1{,}11$$

(5) Preissenkung: $$h'' = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P}{Q} = \frac{6.900}{-8} \cdot \frac{24}{5.500} = -3{,}76$$

Wie man erkennt, kommt es zu dramatischen Abweichungen der Werte sowohl untereinander als auch von dem durch Regression errechneten Wert von -2. Die Ursache dafür liegt in den Ungenauigkeiten, die mit der Berechnung von Bogenelastizitäten verbunden sind. Am besten verdeutlicht man sich diese anhand einer Grafik (vgl. Abbildung 3).

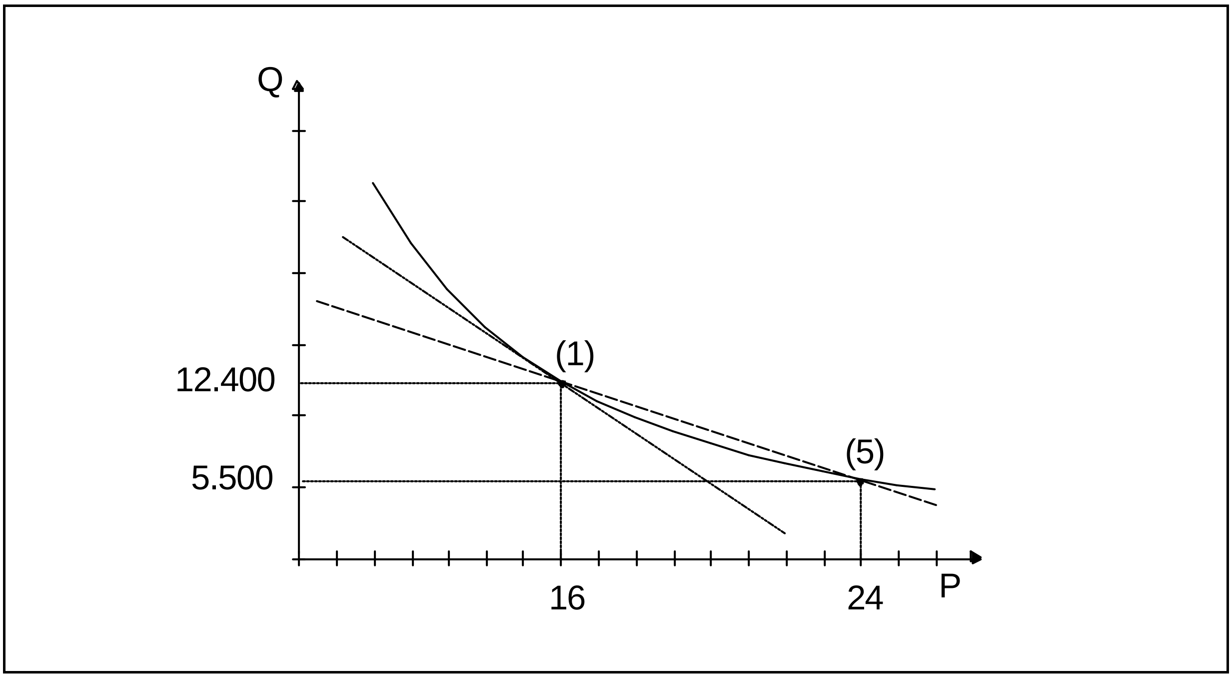

Abb. 3: Preisabsatzfunktion

Die Formel für die Bogenelastizität lautet:

(6) $$h^B = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{\Delta Q}{\Delta P} \cdot \frac{P}{Q}$$

Die Punktelastizität dagegen stellt sich dar als:

(7) $$h^P = \frac{\frac{dQ}{Q}}{\frac{dP}{P}} = \frac{dQ}{dP} \cdot \frac{P}{Q}$$

Beide Elastizitäten sind also definiert als Produkt aus einem Steigungsmaß und dem Verhältnis P/Q. Der Unterschied besteht in der Art des verwendeten Steigungsmaßes. Die Bogenelastizität arbeitet mit der Steigung der Geraden, die durch beide beobachteten Punkte läuft. Diese Steigung ist bei Marketing-Mix (1) die gleiche wie bei Marketing-Mix (5), nämlich -(6.900/8). Da aber das Verhältnis P/Q in Punkt (1) ein anderes ist als in (5) (16/12.400 gegenüber 24/5.500), ergeben sich unterschiedliche Elastizitätswerte.

Anders bei der Punktelastizität: Sie basiert auf der Steigung der Preisabsatzfunktion, also der Steigung der Tangente an die Kurve. Diese Steigung ist in Punkt (1) eine andere als in Punkt (5). Konkret ist sie in (1) betragsmäßig größer als in (5), das Verhältnis P/Q ist in (1) aber kleiner. So ergibt sich in beiden Punkten die konstante Punktelastizität von -2, die bei der Regressionsanalyse ermittelt wurde.

Der Unterschied zwischen Bogen- und Punktelastizitäten führt im Haartrockner-Beispiel zu stark unterschiedlichen Elastizitätswerten, da die betrachteten Änderungen des Preises und der Absatzmenge sehr groß sind. Der Preis wurde immerhin um 50 % erhöht bzw. um 33 % gesenkt. In der Realität würde wohl kaum eine derart dramatische Variation eines Marketing-Instruments vorgenommen werden. Bei relativ kleinen Änderungen kann aber eine Bogenelastizität eine recht gute Näherung für die Punktelastizität darstellen.

Vermutet man allerdings größere Abweichungen zwischen Punkt- und Bogenelastizitäten, so kann man auch aus den vorliegenden Daten die Punktelastiztiät errechnen. Als Grundlage dient die folgende Formel:

$$(8) \quad h = \frac{\ln(\frac{Q_1}{Q_2})}{\ln(\frac{P_1}{P_2})}$$

Dabei ist es egal, welchen Datenpunkt man als Nummer 1 und welchen man als Nummer 2 verwendet.
Die Gültigkeit von Gleichung (8) kann folgendermaßen gezeigt werden. Bei Zugrundelegen einer multiplikativen Reaktionsfunk-tion gilt für die beiden Datenpunkte:

(9) $Q_1 = a \cdot P_1^{\,h} \cdot W^b \cdot V^d$
(10) $Q_2 = a \cdot P_2^{\,h} \cdot W^b \cdot V^d$

Durch Umformen erhält man:

(11) $\frac{Q_1}{P_1^{\,h}} = a \cdot W^b \cdot V^d$
(12) $\frac{Q_2}{P_2^{\,h}} = a \cdot W^b \cdot V^d$

Die beiden linken Gleichungsseiten können nun gleichgesetzt werden zu:

(13) $\frac{Q_1}{P_1^{\,h}} = \frac{Q_2}{P_2^{\,h}}$ bzw. (14) $\frac{Q_1}{Q_2} = (\frac{P_1}{P_2})^h$

Durch Logarithmierung ergibt sich:

(15) $\ln(\frac{Q_1}{Q_2}) = h \cdot \ln(\frac{P_1}{P_2})$

Auflösen nach η führt zu:

(16) $h = \frac{\ln(\frac{Q_1}{Q_2})}{\ln(\frac{P_1}{P_2})}$

Im Haartrockner-Beispiel ergibt sich bei Einsetzen in Gleichung (16) die bereits in der Regression ermittelte Punktelastizität von -2:

(17) $h = \frac{\ln(\frac{12.400}{5.500})}{\ln(\frac{16}{24})} \approx \frac{0{,}813}{-0{,}405} \approx -2$

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß man bei praktischen Anwendungen aus zwei Datenpunkten kaum so exakt die per Regression ermittelten Elastizitäten berechnen kann. In unserem Beispiel bedeutet ein R^2 von 100 % bei der Regression, daß alle in Tabelle 1 aufgeführten Punkte genau auf der geschätzten Funktion liegen. In Abschnitt 2.3.1 wurde aber bereits darauf hingewiesen, daß dies in der Realität nicht zu erreichen sein wird. Liegen nun die beobachteten Punkte nur in der Nähe der Regressionsfunktion, werden bei der Berechnung von Elastizitäten auf der Basis von nur zwei Punkten nicht alle verfügbaren Informationen berücksichtigt, so daß sich bei den Werten leichte Abweichungen ergeben dürften.

Frage 3: Ein Unternehmen hat den Preis seines Produktes von 9,50 DM auf 10 DM erhöht. Der Absatz des Produktes ist daraufhin von 1000 Stück auf 900 Stück zurückgegangen. Ermitteln Sie die Bogen- und die Punktelastizität. Wodurch ist der Unterschied zwischen den beiden Elastizitäten zu erklären? Unterstellen Sie zur Ermittlung der Punktelastizität eine multiplikative Absatzreaktionsfunktion.

---

3. Ermittlung des optimalen Marketing-Mix

Nachdem wir die in Gleichung (3) dargestellte Absatzreaktionsfunktion ermittelt haben, können wir auf ihrer Basis das Marketing-Mix optimieren. Ziel ist dabei die Maximierung des Gewinns. Wir können also folgende Zielfunktion aufstellen:

$$\begin{aligned} G &= P \cdot Q(P,W,V) - k \cdot Q(P,W,V) - W - V - K_F \\ &= (P-k) \cdot Q(P,W,V) - W - V - K_F \quad \rightarrow \max! \end{aligned} \tag{18}$$

$G = Gewinn$
$k = variable$ $Stückkosten$
$K_F = Fixkosten$

Für Q können wir Gleichung (3) einsetzen, die variablen Stückkosten k sind im Beispiel mit 10 DM vorgegeben. Konkret lautet die Zielfunktion somit:

(19) $G \;=\; (P-10)\cdot 100.000\cdot P^{-2}\cdot W^{1/8}\cdot V^{1/4} - W - V - K_F \;\rightarrow\; \text{max!}$

Das optimale Marketing-Mix läßt sich nun einfach bestimmen, indem die drei partiellen Ableitungen der Zielfunktion gebildet und gleich Null gesetzt werden.

(20) $\dfrac{\partial G}{\partial P} = 100.000\cdot P^{-2}\cdot W^{1/8}\cdot V^{1/4} + (P-10)\cdot 100.000\cdot(-2)\cdot P^{-3}\cdot W^{1/8}\cdot V^{1/4} \;=\; 0$

(21) $\dfrac{\partial G}{\partial W} \;=\; (P-10)\cdot 100.000\cdot P^{-2}\cdot\dfrac{1}{8}\cdot W^{-7/8}\cdot V^{1/4} - 1 \;=\; 0$

(22) $\dfrac{\partial G}{\partial V} \;=\; (P-10)\cdot 100.000\cdot P^{-2}\cdot W^{1/8}\cdot\dfrac{1}{4}\cdot V^{-3/4} - 1 \;=\; 0$

Aus Gleichung 20 läßt sich der optimale Preis herleiten:

(23) $100.000\cdot P^{-2}\cdot W^{1/8}\cdot V^{1/4}\cdot\left[1-(P-10)\cdot 2\cdot P^{-1}\right] \;=\; 0$

Da ein Preis von P=0 normalerweise kein Maximum darstellt, kürzt sich Gleichung (23) zu:

(24) $1-(P-10)\cdot 2\cdot P^{-1} \;=\; 0$
(25) $1-2+20\cdot P^{-1} \;=\; 0$
(26) $P \;=\; 20$

Den optimalen Preis P=20 kann man nun in (21) und (22) einsetzen und beide Gleichungen zusammenfassen zu:

(27) $312{,}5\cdot W^{-7/8}\cdot V^{1/4} \;=\; 1$
(28) $625\cdot W^{1/8}\cdot V^{-3/4} \;=\; 1$

Löst man Gleichung (28) nach W auf, erhält man:

(29) $W^{1/8} \;=\; \dfrac{V^{3/4}}{625}$

(30) $W = \dfrac{V^6}{625^8}$

Gleichung (30) kann wiederum in Gleichung (27) eingesetzt werden, aus welcher sich dann das optimale Verkaufsförderungsbudget ergibt:

(31) $312{,}5 \cdot \dfrac{V^{-21/4}}{625^{-7}} \cdot V^{1/4} = 1$

(32) $V^5 = 312{,}5 \cdot 625^7$

(33) $V = 25.894$

Schließlich können wir den für V errechneten optimalen Wert in Gleichung (30) einsetzen und auch das optimale Werbebudget errechnen.

(34) $W = \dfrac{25.894^6}{625^8} = 12.947$

Das optimale Marketing-Mix für den betrachteten Haartrockner besteht also aus einem Preis von 20 DM, einem Werbebudget von 12.947 DM und einem Verkaufsförderungsbudget von 25.894 DM. Dies entspricht den von Kotler/Bliemel ermittelten Werten.

Frage 4: Gegeben sei die folgende Absatzreaktionsfunktion:

$$Q = 100.000 \cdot P^{-2} \cdot W^{1/8} \cdot V^{1/4}$$

mit	*Q:*	*Absatzmenge*
	P:	*Preis*
	W:	*Werbebudget*
	V:	*Verkaufsförderungsbudget*

Wie hoch ist der Gewinn bei Anwendung des optimalen Marketing-Mix, falls Stückkosten von 10 DM und Fixkosten in Höhe von 38.000 DM angenommen werden?

Es fällt auf, daß das Verkaufsförderungsbudget im Optimum gerade doppelt so groß ist wie das Werbebudget. Das Verhältnis der beiden Budgets entspricht somit dem

Verhältnis der beiden Elastizitäten. Daß dies so sein muß, kann leicht gezeigt werden (vgl. Dorfman/Steiner 1954). Im Optimum müssen die beiden partiellen Ableitungen der Gewinnfunktion nach Werbung und Verkaufsförderung gleich Null sein:

$$(35)\quad \frac{\partial G}{\partial W} = (P-k)\cdot\frac{\partial Q}{\partial W} - 1 = 0$$

$$(36)\quad \frac{\partial G}{\partial V} = (P-k)\cdot\frac{\partial Q}{\partial V} - 1 = 0$$

Nimmt man in beiden Gleichungen den Term (-1) auf die rechte Seite und setzt gleich, erhält man:

$$(37)\quad (P-k)\cdot\frac{\partial Q}{\partial W} = (P-k)\cdot\frac{\partial Q}{\partial V}$$

Kürzen um (P-k) und Erweitern mit (W·V)/Q ergibt:

$$(38)\quad \frac{\partial Q}{\partial W}\cdot\frac{W}{Q}\cdot V = \frac{\partial Q}{\partial V}\cdot\frac{V}{Q}\cdot W$$

Man erkennt nun in Gleichung (38) die Elastizitäten von Werbung und Verkaufsförderung und kann umformen zu:

$$(39)\quad \frac{V}{W} = \frac{d}{b}$$

Entsprechende Optimalitätsbedingungen lassen sich für die anderen Marketing-Instrumente herleiten. Allgemein sollte demnach ein Marketing-Instrument umso stärker eingesetzt werden, je höher seine Elastizität und damit die durch das Instrument bewirkte Absatzänderung ist.

Abschließend sei angemerkt, daß es in der Praxis wenig sinnvoll ist, optimale Preise und Budgets bis auf die Nachkommastellen auszurechnen. Natürlich liefert der Computer ohne Mühe die entsprechenden Werte. Man sollte sich jedoch immer vor Augen halten, mit welchen Unsicherheiten in der Regel die Daten behaftet sind, die derartigen Rechnungen zugrunde liegen. Vergangenheitsdaten lassen sich nie hundertprozentig auf die Zukunft übertragen. Auch subjektive Schätzungen sind insofern unzuverlässig, als nicht alle zukünftigen Entwicklungen in ihren Konsequenzen quantifizierbar bzw. überhaupt vorhersehbar sind.

Die errechneten optimalen Preise und Budgets sollten daher als mehr oder weniger grobe Richtwerte interpretiert werden. Sie geben aber in jedem Fall einen Anhaltspunkt darüber, in welche Richtung Instrumente des Marketing-Mix zu ändern sind. Ist die Differenz zwischen dem derzeitigen und dem errechneten optimalen Marketing-Mix sehr groß, kann man sich schrittweise an das ermittelte Optimum annähern. In diesem Fall bietet es sich an, zunächst nur in geringerem Umfang als errechnet Änderungen vorzunehmen. Nach Ablauf einer gewissen Zeit können dann erneut Daten erhoben werden, auf deren Basis eine neue Optimierung erfolgen kann.

Literatur

Backhaus, K. et al.: Multivariate Analysemethoden. 6. Aufl., Berlin et al. 1990

Dorfman, R./Steiner, P.O.: Optimal Advertising and Optimal Quality. American Economic Review, Vol. 44 (1954), S. 826 ff.

Hammann, P./Erichson, B.: Marktforschung. 2. Auflage, Stuttgart 1990

Kotler, P./Bliemel, F.: Marketing-Management. Analyse, Planung, Umsetzung und Steuerung. 7. Aufl., Stuttgart 1992

Simon, H./Kucher, E.: Die Bestimmung empirischer Preisabsatzfunktionen. Methoden, Befunde, Erfahrungen. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 58. Jg. (1988), S. 171 ff.

Fragen und Lösungen zu den Aufgaben in Teil 2

Frage 1: Welche weiteren Variablen - neben Preis, Werbebudget und Verkaufsförderungsbudget - könnten möglicherweise den Absatz eines Haartrockners beeinflussen?

Lösung zu Frage 1:

Der Absatz des Haartrockners könnte z. B. noch durch die Preise, die Werbung und die Verkaufsförderung der Konkurrenz beeinflußt werden. Außerdem wäre es denkbar, daß der Distributionsgrad und die Qualität des Haartrockners Auswirkungen auf die Absatzmenge haben.

Frage 2: Gegeben sei die Absatzreaktionsfunktion

$$Q = a \cdot P^{h} \cdot W^{b} \cdot D^{g}$$

mit	*Q:*	*Absatzmenge*
	P:	*Preis*
	W:	*Werbebudget*
	D:	*Distributionsbudget*
	a, h, b, g:	*Parameter*

Beweisen Sie für den Parameter β, daß dieser wirklich die Werbebudgetelastizität darstellt.

Lösung zu Frage 2:

Der Nachweis dafür, daß β die Werbebudgetelastizität ist, kann folgendermaßen geführt werden:

$$e_W = \frac{dQ}{dW} \cdot \frac{W}{Q} = a \cdot P^{h} \cdot b \cdot W^{b-1} \cdot D^{g} \cdot \frac{W}{Q} = b \cdot \frac{a \cdot P^{h} \cdot W^{b-1} \cdot W \cdot D^{g}}{Q} = b$$

Frage 3: Ein Unternehmen hat den Preis seines Produktes von 9,50 DM auf 10 DM erhöht. Der Absatz des Produktes ist daraufhin von 1000 Stück auf 900 Stück zurückgegangen. Ermitteln Sie die Bogen- und die Punktelastizität. Wodurch ist der Unterschied zwischen den beiden Elastizitäten zu erklären? Unterstellen Sie zur Ermittlung der Punktelastizität eine multiplikative Absatzreaktionsfunktion.

Lösung zu Frage 3:

Ermittlung der Bogenelastizität:

$$\text{Preiselastizität}_{\text{Bogen}} = \frac{\Delta Q}{\Delta P}\cdot\frac{P}{Q} = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \textbf{Fehler!} = -1{,}9$$

Ermittlung der Punktelastizität:

$$\text{Preiselastizität}_{\text{Punkt}} = \frac{¶Q}{¶P}\cdot\frac{P}{Q} = \frac{\ln(\frac{Q_1}{Q_2})}{\ln(\frac{P_1}{P_2})} = \frac{\ln(\frac{1000}{900})}{\ln(\frac{9,50}{10})} \approx -2,054$$

Der Unterschied ist durch die Art der verwendeten Steigungsmaße ΔQ/ΔP bzw. ∂Q/∂P zu erklären. Während die Bogenelastizität mit der Steigung der Geraden durch die beiden beoachteten Punkte arbeitet, wird für die Berechnung der Punktelastizität die Steigung der gekrümmten Preisabsatzfunktion (sprich die erste Ableitung der Preisabsatzfunktion) verwendet.

Frage 4: Gegeben sei die folgende Absatzreaktionsfunktion:

$$Q = 100.000 \cdot P^{-2} \cdot W^{1/8} \cdot V^{1/4}$$

mit	Q:	Absatzmenge
	P:	Preis
	W:	Werbebudget
	V:	Verkaufsförderungsbudget

Wie hoch ist der Gewinn bei Anwendung des optimalen Marketing-Mix, falls Stückkosten von 10 DM und Fixkosten in Höhe von 38.000 DM angenommen werden?

Lösung zu Frage 4:

Der Gewinn läßt sich durch Einsetzen der Werte in die Gewinnfunktion ermitteln:

$$\begin{aligned} G &= (P-k)\cdot 100.000 \cdot P^{-2}\cdot W^{1/8}\cdot V^{1/4} - W - V - K_F \\ &= (20-10)\cdot 100.000\cdot 20^{-2}\cdot 12.947^{1/8}\cdot 25.894^{1/4} - 12.947 - 25.894 - 38.000 \\ &= 26.735 \end{aligned}$$