Nuppenau, E.-A.: Zur optimalen finanziellen Gestaltung einer Absatzfördermaßnahme auf dem Trinkmilchmarkt mit Hilfe eines kontrolltheoretischen Ansatzes. In: Hanf, C.-H., Scheper, W.: Neuer Forschungskonzepte und -methoden in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 25, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1989), S. 293-298.

ZUR OPTIMALEN FINANZIELLEN GESTALTUNG EINER ABSATZFÖRDERUNGSMASSNAHME AUF DEM TRINKMILCHMARKT MIT HILFE EINES KONTROLLTHEORETISCHEN ANSATZES

von

E.-A. NUPPENAU, Kiel

1 EINLEITUNG

In diesem Beitrag soll ein konzeptioneller Ansatz zur finanziellen Ausgestaltung des Gemeinschaftsmarketing für Agrarprodukte diskutiert werden. Dabei wird die Frage nach dem optimalen Umfang des Werbebudgets in einem zeitabhängigen Kontext gestellt und bearbeitet werden. Der gewählte methodische Ansatz läßt sich auf die Kontrolltheorie zurückführen.

Als Untersuchungsgegenstand ist der Trinkmilchmarkt der Bundesrepublik Deutschland gewählt worden. Er bietet aus mehreren Gründen geeignete Voraussetzungen, um die für einen Agrarmarkt typischen Fragestellungen nach der optimalen Ausgestaltung eines Werbebudgets zu untersuchen.

Zuerst einmal existiert eine Institution, die Centrale Marketing Gesellschaft der Deutschen Agrarwirtschaft (C.M.A.), die von der Landwirtschaft auf gesetzlicher Basis aus Förderungsbeiträgen finanziert wird, um über bundesweite Werbeaktivitäten absatzsteigernd tätig zu sein. Aus der Sicht einer derartigen Organisation stellt sich das ökonomische Problem, in welcher Weise sie ihr Werbebudget planen soll. Unter statischen Gesichtspunkten würde die Frage lauten: Wo sind Grenzertrag aus den aufgewandten Mitteln und Grenzkosten (jede zusätzliche DM für Werbung) identisch? Derart vereinfacht dürfte das Problem jedoch an einem wesentlichen Punkt vorbeigehen, der hier behandelt werden soll: Werbung und die Wirksamkeit von Werbung stehen in einem dynamischen Kontext vergleichbar einem Investitionsproblem. Anschaulich gesprochen steht der Planer vor dem Problem zuerst einmal eine Aufmerksamkeit für das Produkt zu erzielen. Der entsprechend bewirkte Aufmerksamkeitsgrad wird sich dann erst zeitlich verzögert in einen Mehrabsatz umsetzen. Dabei wird jedoch, falls nicht durch neue Werbemaßnahmen die Konsumneigung erhalten wird, wiederum mit deren Nachlassen zu rechnen sein. Formal kann ein derartiger Zusammenhang inform von dynamischen Gleichungen erfaßt werden. Mithin hat die ökonomische Problemlösung über die reine statische Grenzbetrachtung hinauszugehen.

Zum zweiten hat die Forschung auf dem Trinkmilchsektor den Vorteil, daß es sich um ein relativ homogenes Produkt handelt, und zum dritten unterliegt der Trinkmilchmarkt als Teilmarkt des gesamten Milchmarktes exogenen Einflüssen, die als wesentliche Komponenten auch in das Konzept einer Werbeausgabengestaltung einzubeziehen sind. Hierzu gehört insbesondere die sehr stark saisonal ausgeprägte Anlieferung von Milch seitens der Landwirte, ein ebenfalls saisonaler Konsummilchverbrauch, und auch die für die Preisbildung am Gesamtmarkt wesentliche Restmilchverwertung. Allerdings, und darauf muß auch hingewiesen werden, behindert die Existenz von Markteingriffen die Entfaltung der Werbung auf dem Trinkmilchmarkt.

2 EINORDNUNG DES METHODISCHEN ANSATZES UND VORGEHENSWEISE

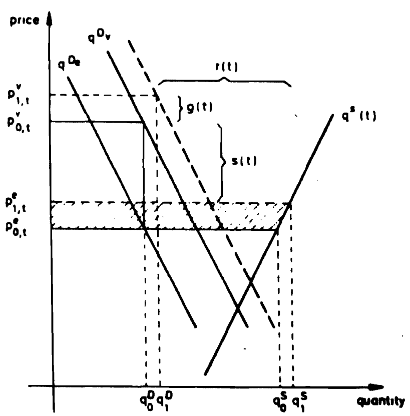
Als methodischer Ansatz wird die Kontrolltheorie in einer auf die Problemstellung modifizierten Form vorgestellt. Die Kontrolltheorie stellt einen Optimierungsansatz dar, der als eine Weiterentwicklung der statischen Grenzbetrachtung gelten kann. Sie beruht auf den mathematischen Grundregeln des "Calculus of Variation", und wird insbesondere dann angewandt, wenn sich eine Zielfunktion nur unter Beachtung dynamischer Nebenbedingungen optimieren läßt. Mathematisch betrachtet ist es das Anliegen nicht nur einen optimalen Punkt zu finden, sondern für ein komplexeres Problem, das beispielsweise in der Zeit abläuft, einen ganzen Funktionsverlauf als optimal zu identifizieren (Kamien und Schwartz, 1981). So wäre beispielsweise Raumfahrt ohne Kontrolltheorie undenkbar.

Man unterscheidet bei der ökonomischen Anwendung der Kontrolltheorie einen diskreten und einen kontinuierlichen Ansatz. Der erste Ansatz ist beispielsweise von Chow, 1975 und Hughes Hallet, (1983) in makroökonomischen Modellen angewandt worden. Der hier benutzte kontinuierliche Ansatz findet auch in der Agrarökonomie ein zunehmendes Interesse. Zu unterscheiden sind dabei sehr komplexe Ansätze (Rausser und Hochmann, 1979) und beschränktere Anwendungsversuche (Chavas, Kreibenstein und Chrenshaw, 1985).

3 MODELLENTWICKLUNG

Das Modell entspricht der üblichen Darstellung eines neoklassischen Konkurrenzmarktgleichgewichts. Zwischen dem Verbraucher- p_t^v und dem Erzeugerpreis p_t^e ist eine exogen vorgegebene Verarbeitungsspanne s(t) berücksichtigt worden. Darüberhinaus stellt der Trinkmilchmarkt nur einen Teilmarkt dar. Für unsere Betrachtung soll der Restmilchmarkt r(t) allerdings vom Trinkmilchmarkt unbeeinflußt sein.

Schaubild 1: Effekte einer Nachfrageänderung



$p^v_{i,t}$	Verbraucherpreis vor (i=0) und nach der "good will"-Implementierung (i=1).
$q^D_{i,t}$	Konsum vor (i=0) und nach der "good will"-Implementierung (i=1).
$q^S_{i,t}$	Produktion vor (i=0) und nach der "good will"-Implementierung (i=1).
q^{D_e}	Nachfragekurve auf Erzeugerebene
q^{D_v}	Nachfragekurve auf Verbraucherebene incl. Verarbeitungsspanne
r(t)	Restmilchverwertung
s(t)	Spanne
g(t)	"good will"

Entsprechend dieser Gegebenheiten resultiert ein Erzeugerpreis von $p^e_{0,t}$ zum Zeitpunkt t; dieser Preis kann natürlich je nach Umfang von r(t) und s(t), aber auch infolge von Verschiebungen der Angebots- und Nachfragekurven z.B. infolge von Saisoneinflüssen variieren. Gelingt es jetzt die Nachfragekurve um einen "good will" g(t) nach außen zu verschieben, steigt der Erzeugerpreis auf $p^e_{1,t}$ unter der Bedingung der Konstanz der anderen Einflüsse. Dieser "good will" ist der modellendogene Handlungsparameter der Werbung. Aus Sicht der Landwirte ist entscheidend, welche Effekte sich aus der Verschiebung des "good wills" für ihre betriebliches Einkommen ergeben. Hierzu wird als Meßkonzept die Produzentenrente herangezogen. Im Schaubild entspricht die Produzentenrentensteigerung der schraffierten Fläche. Maßgeblich ist sowohl die Preissteigerung $p^e_{1,t-p} - p^e_{0,t}$ als auch das Produktionsniveau in der Ausgangslage $q^s_{0,t}$ beziehungsweise dessen Steigerung $q^s_{1,t} - q^s_{0,t}$. Im Modellansatz kommt demnach die Werbemaßnahme auf dem Teilmarkt allen Produzenten zu Gute, da in Folge der Annahme der vollständigen Konkurrenz ein homogenes Gut gehandelt wird.

Unter Benutzung des Schaubildes 1 läßt sich, wie an anderer Stelle gezeigt wird (Nuppenau, 1988), die Produzentenrentenänderung in Abhängigkeit von g_t als endogener Variablen und den Exogenen y_t, r_t und s_t nach der Formel (1) berechnen:

$$(1)\ \Delta E = \frac{1}{\alpha_1 - \beta_1} g_t \left\{ \beta_0 + \frac{\beta_1 (\alpha_0 - \beta_0)}{\alpha_1 + \beta_1} + \left[\beta_{10} + \frac{\beta_1 (\alpha_{10} - \beta_{10})}{\alpha_1 + \beta_1} \right] \sin \varphi t + \left[\beta_{20} - \frac{\beta_1 \beta_{20}}{\alpha_1 + \beta_1} \right] \sin \phi t + \frac{\beta_1 \alpha_3}{\alpha_1 + \beta_1} y_t - \left[1 - \frac{\beta_1}{\alpha_1 + \beta_1} \right] r_t - \frac{\beta_1 \alpha_1}{\alpha_1 + \beta_1} s_t \right\} + \frac{\beta_1}{(\alpha_1 + \beta_1)^2} g_t^2$$

Die Werte α_i und β_i können der empirischen Marktanalyse (Nuppenau, 1988) entnommen werden. Für die formale Darstellung empfiehlt es sich, diese Formel wie folgt zu vereinfachen:

$$(1')\ \Delta E(t) = \epsilon_{00} + \left[\epsilon_0 + \epsilon_{10} \sin \varphi t + \epsilon_{20} \sin \phi t + \epsilon_3 y(t) + \epsilon_4 s(t) + \epsilon_5 r(t) \right] g(t) + \epsilon_6 \left[g(t) \right]^2$$

Im übrigen ist jetzt für den zu wählenden kontinuierlichen Ansatz die Schreibweise ..(t) eingeführt worden.

Es bleibt jedoch das Problem, den "good will" zu ändern. Dies geschieht, indem er als dynamischer Prozess erfaßt wird. Nerlove und Arrow (1962) haben hierfür die Ausgangsidee geliefert. Ihr Ansatz wird nachfolgend in modifizierter Form benutzt: Als eine dynamische Beschränkung für die Maximierung der Zielfunktion wird Gleichung (2)

$$(2)\ \dot{g}(t) = \gamma^* g(t) + \delta^* \sqrt{u(t)} + \mu \dot{p}(t) + \dot{y}(t)$$

eingeführt. Hinter dieser Formulierung verbirgt sich die folgende ökonomische Überlegung: Zuerst einmal kann man γ^* als Abschreibungsrate g(t) auf den "good will" auffassen. Man unterstellt damit, daß es eine natürliche Abbaurate einer speziellen in den Vorperioden durch Werbung erzeugten Konsumneigung g(t) gibt. Um diesem Abbau entgegen zu wirken, ist eine permantente "Neuinvestition" u(t) in den "good will" notwendig. Die Neuinvestion hat aber einen abnehmenden Wirkungsgrad $\gamma^* \sqrt{\ldots}$, d.h. mit zunehmendem Werbeaufwand wird zwar mehr "good will" "erzeugt"; die Wirkungsmöglichkeit von Werbung nimmt jedoch ab.

Aus der zu maximierenden Differenz von Gleichung (1') minus der Werbeausgaben u(t) und der Nebenbedingung (2) ergibt sich ein Optimierungsansatz, der mit Hilfe der Kontrolltheorie gelöst werden kann. Dazu formuliert man eine Hamiltongleichung mit der Gestalt:

$$(3)\ H(t) = \exp(-\rho t) \Big\{ \Big[\epsilon_0 + \epsilon_{10} \sin \varphi t + \epsilon_{20} \sin \phi t + \epsilon_3 y(t) + \epsilon_4 s(t) + \epsilon_5 r(t) \Big] g(t) + \epsilon_6 \big[g(t) \big]^2 - u(t) + \lambda \exp(\rho t) \Big[\nu g(t) + \delta \sqrt{u(t)} + \xi \dot{y} + \mu_1 \dot{s}(t) + \mu_2 \dot{r}(t) + \mu_{10} \cos \varphi t + \mu_{20} \cos \phi t \Big] \Big\}$$

Die Hamiltongleichung bildet den Grundbaustein für eine mehrperiodische Optimierung. Sie wird dann verwendet, wenn im kontinuierlichem Zeitmodell ein optimaler Pfad für die Entwicklung einer Variable gesucht wird. Ihre Ableitung erfolgt aus dem Integral der Zielfunktion über alle zu betrachtenden Perioden unter Berücksichtigung einer dynamischen Nebenbedingung. Grob vereinfachend kann man sich die Formulierung der Hamiltongleichung als eine Erweiterung des Lagrange-Ansatzes vorstellen, bei der jedoch nicht nur ein einziger Lagrangefaktor zum Einsatz kommt, sondern im Prinzip zu jedem Zeitpunkt ein Lagrangefaktor existiert. Diese Menge an Lagrange-Faktoren, die sich als Funktion der Zeit darstellen läßt, bildet die Bewertung der dynamischen Nebenbedingung. Die Nebenbedingung wiederum legt die Entwicklung der optimierten Variablen in spezifischer Weise fest, so daß sich die Variable anpassen muß.

4 OPTIMIERUNGSBEDINGUNGEN AUS DER KONTROLLTHEORIE

Nachdem der sich aus der Fragestellung ergebende formale Ansatz einer Optimierung der Werbeausgaben abgeleitet worden ist, soll kurz angedeutet werden, wie aus der Formel (3) eine dynamische Handlungsanweisung in Abhängigkeit von der Zeit gewonnen werden kann. Der zu benutzende Ansatz basiert auf der kontrolltheoretischen Optimierung, wie sie Tu (1984) sowie Rausser und Hochmann (1979) vorstellen. Die Bedingungen für das dynamische Optimum lauten allgemein:

$$(4)\ H_g \overset{!}{=} -\exp\{-\rho t\} \big[\dot{\lambda}(t) - \rho \lambda(t) \big]$$

$$(4)\ H_u \overset{!}{=} 0$$

$$(4)\ H_{(\lambda \exp\{-\rho t\})} \overset{!}{=} \dot{g}(t)$$

Unter Benutzung der Darstellung des Optimierungsproblems in Formel (4) wären demnach die 3 Gleichungen

$$(4')\ \exp\{-\rho t\} \big[\epsilon_0 + \epsilon_{10} \sin \varphi t + \epsilon_{20} \sin \varphi t + \epsilon_3 y(t) + \epsilon_4 s(t) + \epsilon_5 r(t)\ \epsilon_6 g(t) + \nu \lambda(t) \big] \overset{!}{=} -\exp\{-\rho t\} \big[\dot{\lambda}(t) - \rho \lambda(t) \big]$$

$$(4')\ -1 + \tfrac{1}{2} \delta \Big[\sqrt{u(t)} \Big]^{-1} \lambda(t) \overset{!}{=} 0$$

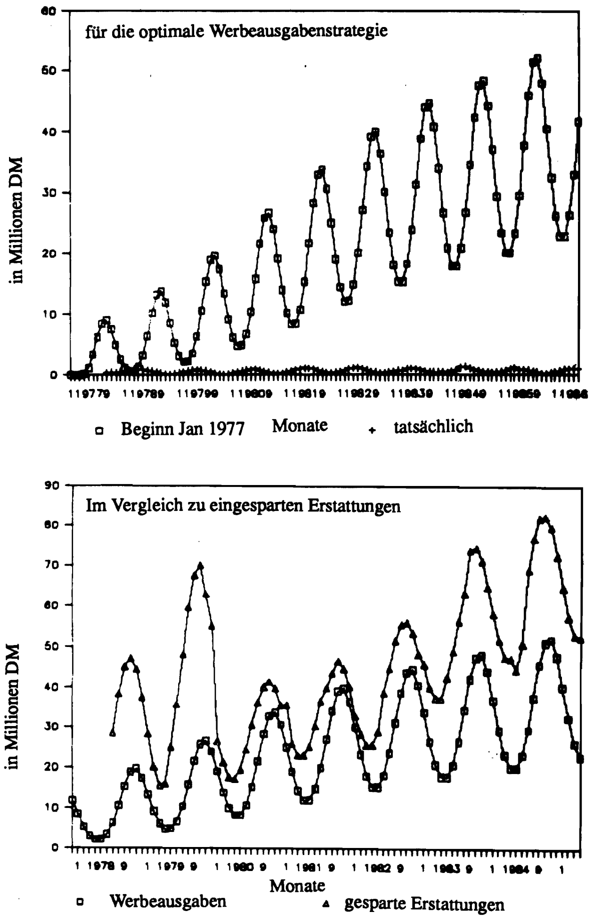
$$(4')\ \dot{g}(t) \overset{!}{=} \nu g(t) + \delta \sqrt{u(t)} + \xi \dot{y}(t) + \mu_1 \dot{s}(t) + \mu_2 \dot{r}(t) + \mu_{10} \cos \varphi t + \mu_{20} \cos \phi t$$

gegeben. Mit Hilfe des Gleichungssystem, daß über mehrere mathematische Umformungen lösbar ist, kann der optimale Werbeaufwand u(t) empirisch ermittelt werden (Nuppenau, 1988).

5 EMPIRISCHE ERGEBNISSE ZUM OPTIMIERUNGSANSATZ

Im Rahmen der empirischen Darstellung der Ergebnisse muß darauf hingewiesen werden, daß die dokumentierten Modellrechnungen keine endgültigen Anweisungen beinhalten können. Hierzu hat sich die Bearbeitung des Problemes, eine optimale Werbeausgabenstrategie für den Trinkmilchmarkt zu entwickeln, als ein zu schwieriges Gesamtproblem herausgestellt. Insbesondere ist bei der vorgestellten Basislösung von der Wirkung auf andere Märkte abstrahiert worden. Aufgrund ihres vorläufigen Charakters können die Resultate aber als Ausgangsbasis für eine Weiterentwicklung von Methode und Anwendung herangezogen werden. Im Schaubild 2 ist eine Modellrechnung dargestellt. Im einzelnen sind die der Modellberechnung zugrundeliegenden Annahmen an anderer Stelle dokumentiert (Nuppenau, 1988).

Schaubild 2: Ergebnis der Modellrechnung



Quelle: eigene Berechnungen

Das obere Teilschaubild zeigt, daβ die Werbeausgaben asymptotisch anwachsen, und unter saisonalen Gesichtspunkten im Spätsommer am höchsten sein sollten. Das untere Teilschaubild ist mit aufgenommen worden, weil es zeigt, welche Konsequenzen sich aus der derzeitigen Marktintervention ergeben. Es ist bei Fortführung der Intervention nicht damit zurechnen, daβ das eigentliche Ziel der Werbeausgabensteigerung, nämlich den Landwirten über steigende Produzentenrenten ein höheres Einkommen zukommen zu lassen, verwirklicht wird. Die Konsequenz kann bei der Ausgestaltung der Milchmarktpolitik lediglich in einer Veringerung der Überschüsse und damit der Exporterstattungen liegen.

CHOW, G. (1975), Analysis and Control of Dynamic Economic Systems. New York et al.

CHAVAS, J.P., KREIBENSTEIN, J., CHRENSHAW, J. (1985), Modeling Dynamic Agricultural Production Response, the Case of Swine Production. "American Journal of Agricultural Economics", Vol.67, No.3

HUGHES HALLET, A., REES, H. (1983), Quantitative Economic Policies and interactive planing, a Construction of the Theory of Economic Policy. New York et al.

KAMIEN, M.I., SCHWARTZ,.N.L. (1981), Dynamic Optimization, The Calculus of Variation and Optimal Control in Economics and Mangement. New York und Oxford

NERLOVE, M., ARROW, K. (1962), Optimal advertising policy under dynamic conditions. "Economica", Vol.29, Mai 1962,

NUPPENAU, E.A. (1988), Zur Optimierung des finanziellen Umfanges von Absatzförderungsmaβnahmen unter Verwendung eines kontrolltheoretischen Ansatzes – Modellentwicklung und Anwendung auf den Trinkmilchmarkt – Manuskript aus dem Institut für Agrarpolitik und Marktlehre, Universität Kiel

RAUSSER, G.C., HOCHMANN, E. (1979), Dynamic Agricultural Systems: Economic Prediction and Control. New York und Oxford 1979

TU, P.V.N.(1984), Introductory Optimization Dynamics. Berlin et al.