

Neuronale Netze in der Kaufverhaltensforschung

Alternativ-Modell

Sie können Muster erkennen, reagieren dynamisch auf sich verändernde Umweltsituationen, und sie denken mit: neuronale Netze. Mit ihrem Einsatz läßt sich beispielsweise eine Optimierung des Marketingmix vornehmen. Frank Wartenberg, Prof. Dr. Wolfgang Gaul und Dr. Reinhold Decker vom Institut für Entscheidungstheorie und Unternehmensforschung der Universität Karlsruhe (TH) skizzieren eine Anwendung dieses neuen Modellansatzes aus dem Kaffeemarkt.

Die Vielschichtigkeit der Mechanismen menschlicher Entscheidungsfindung im Zusammenhang mit Kaufhandlungen stellt eine besondere Herausforderung für die moderne Marktforschung dar. In diesem Artikel skizzieren wir einen neuen Modellierungsansatz des Kaufverhaltens, der die Möglichkeiten der computerbasierten Entscheidungsunterstützung mittels neuronaler Netze mit dem S-O-R-Paradigma aus der Kaufverhaltensforschung in Verbindung bringt. Damit bietet er dem Marketingmanager auf Basis einer relativ einfach zu beschaffenden Datengrundlage Hilfeleistung. Unterstützt wird sowohl die Entwicklung fundierter, erfolgversprechender Strategien als auch die operative Ausge-

staltung von Marketingmix-Aktivitäten.

Die Kaufentscheidungsfindung eines Konsumenten wird von einer Vielzahl von psychischen und sozio-ökonomischen Faktoren beeinflusst. Die individuellen Kaufentscheidungen wiederum bestimmen in ihrer Gesamtheit über Marktanteil und Position der im Wettbewerb stehenden Marken.

Das dem weiteren Vorgehen zugrundeliegende »S-O-R-Paradigma« (S-O-R steht für Stimulus-Organismus-Reaktion) wurde bereits Ende der 60er Jahre in die Diskussion zum Kaufverhalten eingebracht (siehe Howard, Sheth, 1969). Die grundsätzliche Idee dieses klassischen und nach Meinung vieler Marketingwissenschaftler problemadäquaten Ansatzes besteht darin, die beobachtbaren und die Kaufentscheidung beeinflussenden Stimuli (Marketingaktivitäten der Produktanbieter und sozio-ökonomische Einflüsse) in geeigneter Weise zu den ebenfalls beobachtbaren, die Konsequenzen des Entscheidungsprozesses widerspiegelnden Reaktionen (die Wahl des Einkaufszeitpunktes und der Marke oder bei Betrachtungen auf Marktebene die Verteilung der Marktanteile) in Beziehung zu setzen. Auf diese Weise werden die im Inneren des menschlichen Organismus (bzw. auf dem Markt) ablaufenden Entschei-

dungsprozesse, wenn nicht direkt beobachtbar, so doch wenigstens indirekt analysier- und modellierbar (s. Abb. 1).

Ein Klassiker unter den (Markt-)Reaktionsmodellen ist der mit am häufigsten eingesetzte »Attraction«-Ansatz. Hier wird angenommen, daß ein direkter Zusammenhang zwischen der »Attraktion« oder »Anziehungskraft« einer Marke auf die Konsumenten und ihrem Marktanteil besteht. Diese Attraktion wird zum einen auf zeitinvariante, nur langfristig veränderbare und damit für das operative Marketing weniger interessante Produkteigenschaften, zum anderen aber auch auf zeitkritische, kurz- und mittelfristig variierbare Attribute, wie etwa den aktuellen Verkaufspreis, zurückgeführt. Der Anteil der Attraktion einer einzelnen Marke an der Gesamtheit der Attraktionen aller auf dem betrachteten Markt angebotenen Marken dient als Schätzung für den tatsächlichen Marktanteil der betreffenden Marke. Ein Nachteil dieses Modells, das von der formalen Struktur her einem Regressionsansatz ähnelt, besteht darin, daß seine konkrete mathematische Formulierung auf einem Geflecht von Annahmen beruht, deren Angemessenheit in praxi oft nur schwer überprüfbar ist. Skepsis bezüglich der Adäquanz dieses Ansatzes und ähnlich aufgebauter Modelle bis hin zur generellen Ablehnung sind die häufige Folge.

Eine Möglichkeit, dieses modelltheoretisch bedingte Problem auf ein Mindestmaß zu reduzieren, besteht in der Verwendung von Ansätzen, die sich das in letzter Zeit wieder verstärkt diskutierte Konzept der neuronalen Netze zunutze machen. Der von uns vorgestellte Ansatz erlaubt eine an die Vorgänge im Organismus angelehnte Modellierung der zwischen Stimuli und Reaktionen ablaufenden Prozesse. Neuronale Netze, die von ihrem Aufbau und ihrer Funktionsweise her an Zellstrukturen und physiobiologische Vorgänge im menschlichen Gehirn erinnern, waren bereits in den 40er Jahren dieses Jahrhunderts Gegenstand intensiver Forschungsarbeiten in verschiedenen Bereichen der Psychologie (siehe Hebb (1949), der mit seinen bahnbrechenden Arbeiten den Grundstein für das Verständnis der globalen Abläufe im menschlichen Gehirn legte). Nach einer anfänglichen Phase der Eu-

asw-Fachinformation

In diesem Beitrag:

Computerbasierte

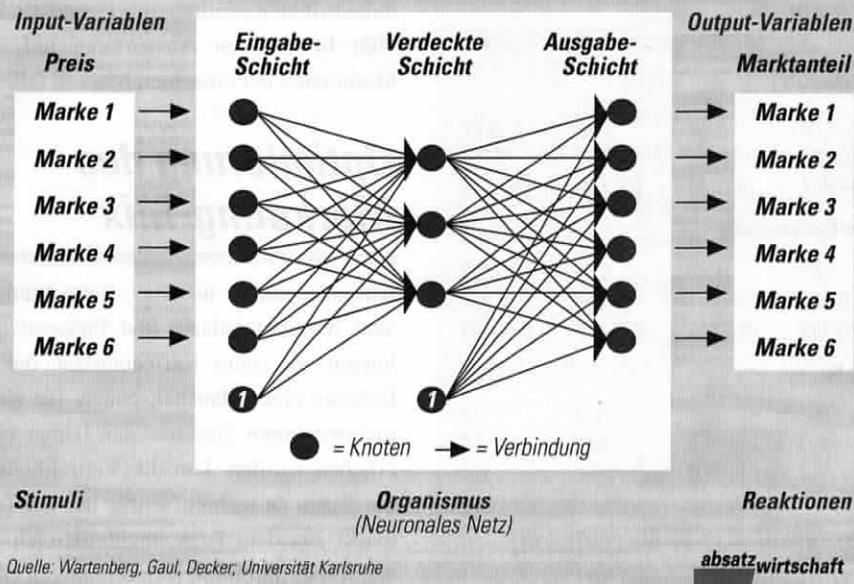
Entscheidungsunterstützung

Kaufverhalten

Marketingmix-Analyse

Neuronale Netze

Abb. 1: Mögliche Struktur eines neuronalen Netz-Ansatzes (S-O-R-Netz) zur Beschreibung von Kaufverhalten



riablen, im vorliegenden Fall die Produktpreise, an die Eingabeschicht des neuronalen Netzes anzulegen sind. Die eingehenden Informationen werden über die durch Pfeile angedeuteten Verbindungen zu den Verarbeitungseinheiten einer inneren, verdeckten Schicht geleitet und nach der dort stattfindenden Verarbeitung zur Ausgabe-schicht des neuronalen Netzes weitertransportiert. Nach einem weiteren Verarbeitungsschritt in den Knoten dieser Schicht – die Bezeichnungen »Knoten« und »Verarbeitungseinheit« werden synonym benutzt – ist die »Informationsverarbeitung« durch das neuronale Netz abgeschlossen, und das Resultat, im vorliegenden Fall die prognostizierten Marktanteile, kann als Ausgabegröße abgegriffen werden. In diesem Zusammenhang sind einige weitere Aspekte bemerkenswert:

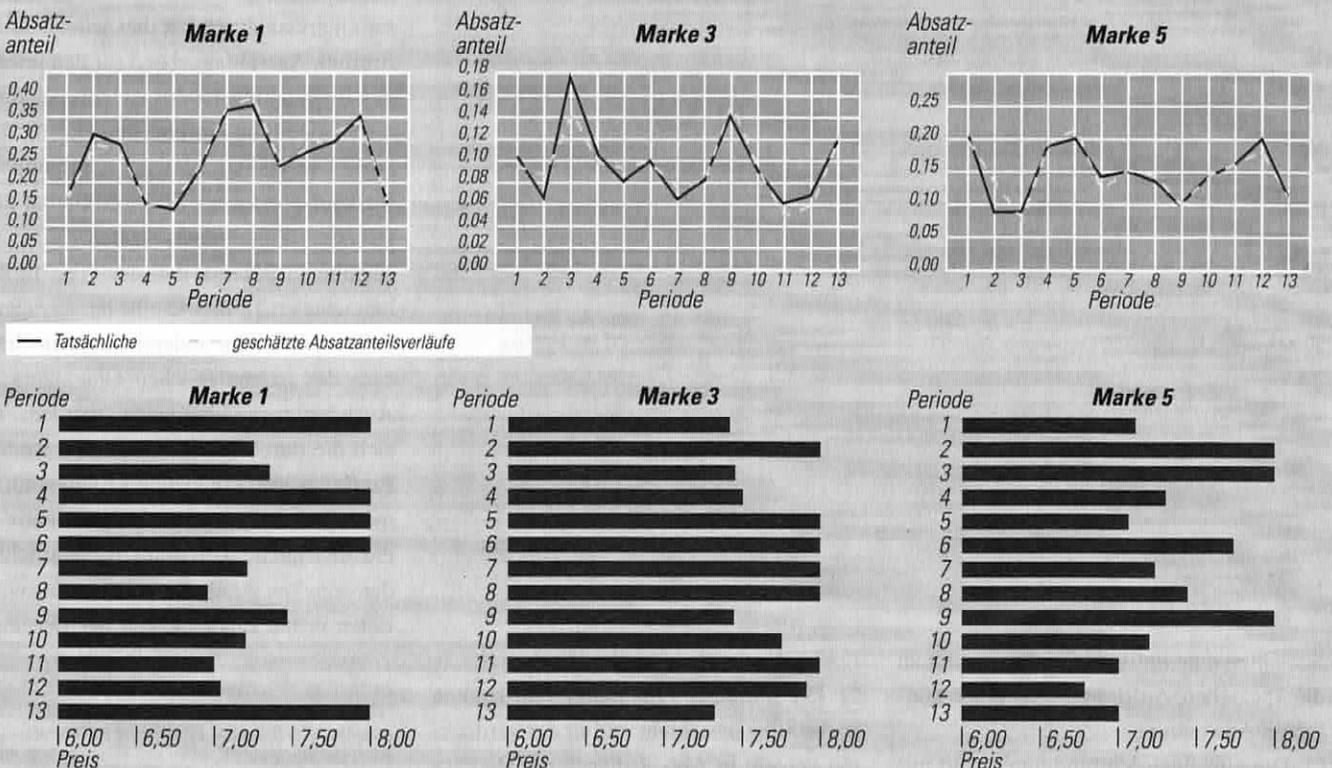
- Durch die Variation der Anzahl der verdeckten Schichten kann unterschiedlichen Komplexitätsgraden bei der Modellierung des beschriebenen Informationsverarbeitungsprozesses Rechnung getragen werden. Analog ermöglicht die Variation der Knotenzahl in den einzelnen

phorie und der sich anschließenden Phase der Ernüchterung Ende der 60er Jahre kann heute von einer wahren Renaissance der neuronalen Netze gesprochen werden.

Abb. 1 veranschaulicht den generellen Aufbau eines neuronalen Netzes, wie es in

der nachfolgend skizzierten empirischen Studie zum Einsatz kommt. Außerdem zeigt sie, auf welche Weise dieses Instrumentarium in die Beschreibung des Kaufverhaltens integriert werden kann. Ersichtlich wird auch, wie ausgewählte Input-Va-

Abb. 2: Tatsächliche und mit dem neuronalen S-O-R-Netz geschätzte Absatzanteilsverläufe und zugehörige Preise für 13 aufeinanderfolgende Verkaufswochen



Quelle: Wartenberg, Gaul, Decker, Universität Karlsruhe

Tab. 1: Ausgewählte Resultate der Marketing-Mix-Optimierung mittels S-O-R-Netz

Marke						
	1	2	3	4	5	6
Ist-Situation in Periode 13						
Preis	7,99	7,22	7,30	7,14	7,13	6,87
Absatzanteil	0,151	0,146	0,117	0,120	0,112	0,354
Periodengewinn	368.085	202.802	184.857	185.613	180.606	601.702
Situation nach der Optimierung						
Preis	8,22	7,05	7,52	7,60	6,39	6,28
Absatzanteil	0,117	0,183	0,078	0,081	0,160	0,381
Periodengewinn	482.047	342.340	218.199	251.774	209.384	642.553
Veränderungen in %						
Preis	2,9	-2,4	3,0	6,4	-10,4	-8,6
Absatzanteil	-22,5	25,3	-33,3	-32,5	42,9	7,6
Periodengewinn	31,0	68,8	18,0	35,6	15,9	6,8

Tab. 2: Gegenüberstellung von neuronalem S-O-R-Netz-Ansatz und »Attraction«-Ansatz anhand ausgewählter Kriterien

Vergleichskriterium	Neuronaler S-O-R-Netz-Ansatz	»Attraction«-Ansatz
erzielte Anpassungs-güte	sehr gut	gut bis sehr gut; den S-O-R-Netz-Resultaten vergleichbar
sinnvoll berechenbare Kennzahlen	Marktanteile, direkte Elastizitäten, Kreuzelastizitäten u.a.	Marktanteile, direkte Elastizitäten; Interpretation von Kreuzelastizitäten problematisch
Einsatz bei Marketing-Mix-Optimierungen	ohne größeren Aufwand möglich	ohne größeren Aufwand möglich
substantielle Eigenschaften	keine explizite Vorgabe von Wirkungsbeziehungen erforderlich; implizite Bestimmung des Interaktionsgrades durch die Daten	Art der Wirkungsbeziehungen durch Modellformulierung vorgegeben; Interaktionen nur begrenzt modellierbar
Anwendungsspektrum	groß, da Ausgabe nicht an eine bestimmte (Markt-)Kennzahl gebunden	eher klein, da im Prinzip nur für Marktanteils- und Elastizitätsberechnungen einsetzbar
Anforderungen an das Datenmaterial	große Flexibilität bei der Gestaltung des Daten-Inputs, da Auswertungen sowohl auf individueller als auch auf aggregierter Ebene durchgeführt werden können	Struktur der Input-Daten an Modelltyp gebunden; im wesentlichen auf die Auswertung von aggregierten Marktdaten beschränkt
mathematische bzw. rechentechnische Komplexität	hängt von der benötigten Netzstruktur ab	gering; Ableitung der Elastizitätsformeln unproblematisch
Implementationsaufwand	gering, da Basisfunktionen (z.B. Backpropagation-Algorithmus) einer kommerziellen Software Toolbox entnommen werden	Eigenimplementation notwendig, um Optimierungsrechnungen durchführen zu können

Quelle: Wartenberg, Gaul, Decker; Universität Karlsruhe

absatzwirtschaft

gelegten Eingabevariablen nicht oder nur unvollständig erklären lassen. Hierunter könnte die aus den zeitinvarianten Produktattributen resultierende Grundattraktivität bzw. deren Auswirkung auf den Marktanteil der einzelnen Marken fallen.*

Optimierung des Marketing-Mix

Ausgangspunkt unserer Betrachtungen sind Abverkaufdaten und Preisentwicklungen von sechs Kaffeemarken, die im Rahmen eines Haushaltspanels für einen mehrwöchigen Zeitraum des Jahres 1992 erhoben wurden. Um die Vertraulichkeit der Daten zu wahren, wurde nur ein Teilmarkt aus dem Konsumgüterbereich gewählt und durch die Bezeichnungen Marke 1, ..., Marke 6 verschlüsselt, wobei die Marken 1, 2 und 3 von einem Hersteller A, die Marken 4 und 5 von einem Hersteller B und Marke 6 von einem Hersteller C angeboten werden. Da die Beschränkung auf sechs Marken nur eine ausschnittsweise Betrachtung des Marktes zuläßt, wird im folgenden nicht von Markt-, sondern präziser von Absatzanteilen gesprochen. Auf die grundsätzliche Anwendbarkeit des beschriebenen Ansatzes im Rahmen von Gesamtmarktanalysen hat dies jedoch keinen Einfluß. Ausschlaggebend für den jeweiligen Berechnungsmodus ist lediglich die in die Auswertung einfließende Datengrundlage. Die alleinige Berücksichtigung des Verkaufspreises als Steuergröße hat zwei Gründe. Zum einen haben Voruntersuchungen gezeigt, daß der Preis in dem betrachteten Teilmarkt eine herausragende Rolle spielt, zum anderen sollte im Interesse des exemplarischen Charakters der Auswertungen vermieden werden, daß sich die durch die Einbeziehung weiterer Einflußgrößen erhöhende Komplexität der modellierten Zusammenhänge negativ auf die Anschaulichkeit und Übersichtlichkeit der erzielten Analyseergebnisse auswirkt. Einen ersten Eindruck von der Leistungs-

*Eine genauere Darstellung der formalen Beziehungen des vorgestellten »S-O-R-Netzes« und Hinweise zur programmtechnischen Umsetzung auf PC lassen sich einem internen Arbeitsbericht entnehmen, der von den Autoren angefordert werden kann: Institut für Entscheidungstheorie und Unternehmensforschung, Universität Karlsruhe (TH), Prof. Dr. Wolfgang Gaul, Postfach 6980, 76129 Karlsruhe.

Schichten eine individuelle Anpassung an die speziellen Anforderungen einer konkreten Anwendung.

□ Die einzelnen Verbindungen sind mit Gewichtungen versehen, die die Stärke der Verbindungen zwischen den betref-

fenden Knoten widerspiegeln.

□ Die mit einer Eins markierten Knoten in der Eingabeschicht und in der verdeckten Schicht in Abb. 1 dienen der Berücksichtigung von Effekten, die sich durch die aktuell verwendeten, d.h. an das Netz an-

fähigkeit neuronaler Netze bei der Erkennung und Wiedergabe von Marktstrukturen liefert Abb. 2. Bei jeder der drei beliebig herausgegriffenen Marken ist der verwendete S-O-R-Netz-Ansatz in der Lage, die »lebhaften« Kurvenverläufe in äußerst zufriedenstellendem Maße zu reproduzieren.

Man erkennt die besondere Bedeutung des Preises als kaufbeeinflussender Faktor. Im Falle der Marke 1 dokumentiert der abgebildete Kurvenverlauf den negativen Einfluß von Preiserhöhungen auf den korrespondierenden Absatzanteil. Bei genauem Hinsehen wird aber auch deutlich, daß der dargestellte Anteilsverlauf durch die alleinige Betrachtung des Preises von Marke 1 noch nicht befriedigend erklärt werden kann. So wird z.B. der Absatzzuwachs der Marke 1 von Periode 5 nach 6 (bei konstantem Preis von Marke 1) erst durch die zusätzliche Berücksichtigung der Preissteigerung von Marke 5 in diesem Zeitraum verständlich. Bereits diese erste Interpretation zeigt, daß für die adäquate Abbildung bestehender Wettbewerbsstrukturen eine explizite Modellierung von Interaktionseffekten äußerst hilfreich sein kann.

Daß die genannten Anforderungen von dem vorgestellten S-O-R-Netz in hohem Maße erfüllt werden können, läßt sich durch die Berechnung der Absatzelastizitäten belegen. Diese dokumentieren die auf dem untersuchten Teilmarkt vorherrschenden Wettbewerbssymmetrien. So bewirkt beispielsweise eine Preiserhöhung der vom Hersteller C angebotenen Marke 6 um ein Prozent einen siebenprozentigen Rückgang des Absatzanteils dieser Marke. Nutznießer eines solchen Anteilsverlustes wären vor allem die Marken 1, 2 und in besonderem Maße Marke 3 des Herstellers A, was auf substitutive Beziehungen zwischen den Marken dieser Hersteller hindeutet.

Analysen der skizzierten Art ermöglichen aufschlußreiche Einblicke in bestehende Marktstrukturen und können dem Marketing-Management helfen, die für die eigenen Produkte relevanten Wettbewerber zu identifizieren. Darüber hinaus bilden sie die Grundlage für die Optimierung der aktuell verfolgten Marketingmix-Strategie. Die nachfolgend exemplarisch skizzierte Optimierung der Preise der betrachteten Marken soll illustrieren, wie das Marketingmanagement bei dieser Aufgabe durch die Verwen-



**Prof. Dr.
Wolfgang Gaul**



**Dr. Reinhold
Decker**



**Dipl.-Wi.-Ing.
Frank Wartenberg**

*vom Institut für Entscheidungstheorie
und Unternehmensforschung an der Uni-
versität Karlsruhe (TH).*

dung des hier vorgestellten neuronalen S-O-R-Netz-Ansatzes unterstützt werden kann.

Ausgehend von der in der letzten Beobachtungsperiode 13 vorherrschenden Marktsituation liefert die Optimierung des Marketingmix mittels S-O-R-Netz die in Tab. 1 zusammengestellten Resultate. Für die Ist-Situation wurden die in Periode 13 beobachteten Durchschnittspreise auf dem betrachteten Teilmarkt sowie die daraus mit dem S-O-R-Netz geschätzten Absatzanteile und Periodengewinne angegeben. Die Werte für die Situation nach der Optimierung sind das Ergebnis einer »simultanen« Optimierung, bei der unterstellt wird, daß alle am Markt vertretenen Anbieter unter Berücksichtigung der jeweiligen Konkurrenzaktivitäten versuchen, ihren Periodengewinn zu erhöhen. Als Vergleichskriterien sind zusätzlich die prozentualen Änderungen der Preise, Absatzanteile und Gewinne angegeben. Die tabellarisierten Werte zeigen, daß für jede Marke eine Verbesserung der Gewinnsituation erzielt werden kann. Die Resultate bewegen

sich durchweg innerhalb realistischer Grenzen, und zwar sowohl bei den vorgeschlagenen Preisänderungen als auch bei den erzielten Gewinnen.

Mehr Flexibilität

Die im Rahmen der vorgestellten Untersuchungen mittels des S-O-R-Netzes, erzielten Ergebnisse sollen abschließend anhand ausgewählter Kriterien zusammengefaßt und dem »Attraction«-Ansatz gegenübergestellt werden, um dem Anwender Hilfestellung bei der Auswahl des einzusetzenden Ansatzes zu geben. Die in Tab. 2 aufgelisteten Kriterien berücksichtigen sowohl inhaltliche (z.B. Berechenbarkeit von Kennzahlen) als auch technische (z.B. Aufwand bei der Implementation) Aspekte. Es zeigt sich, daß der neuronale S-O-R-Netz-Ansatz eine Alternative zu den klassischen Modellierungsansätzen darstellt und eine praktikable Möglichkeit bietet, Marketingmix-Analysen und damit verbundene Fragestellungen der Kaufverhaltensforschung sowohl auf aggregierter als auch auf individueller Ebene zu behandeln. Von Vorteil ist dabei die Tatsache, daß man mit wenigen Annahmen auskommt. Schwierigkeiten können sich jedoch aus der Dimensionierung des für eine konkrete Problemstellung eingesetzten Netzes ergeben.

Insbesondere wenn eine große Flexibilität bei der Modellierung von Marktgegebenheiten benötigt wird, bietet das vorgestellte Instrumentarium neuronaler Netze eine hilfreiche computerbasierte Möglichkeit der Entscheidungsunterstützung. Da der S-O-R-Netz-Ansatz leicht an veränderte Rahmenbedingungen anpaßbar ist, eignet er sich für viele Anwendungsfelder. ■

Literatur zum Thema

- Decker, R., Gaul, W. (1990): Einige Bemerkungen über Expertensysteme für Marketing und Marktforschung, *Marketing ZFP*, 12, 4, 257-271.
 Gaul, W., Baier, D. (1994): *Marktforschung & Marketing Management – Computerbasierte Entscheidungsunterstützung*, Buch mit Diskette, 2. Auflage, Oldenbourg, München.
 Gaul, W., Both, M. (1990): *Computergestütztes Marketing*, Springer, Berlin.
 Hebb, D.O. (1949): *The Organization of Behavior, A Neuropsychological Theory*, Wiley, New York.
 Howard, J.A., Sheth, J.N. (1969): *The Theory of Buyer Behavior*, Wiley, New York.
 Rojas, R. (1993): *Theorie der neuronalen Netze*, Springer, Berlin.