

Bernd Skiera

Implikationen des allgemeinen Probit-Modells für die Marketingplanung

**Anmerkungen zum Beitrag von Andreas Herrmann: "Die Bedeutung von Nach-
fragemodellen für die Planung marketingpolitischer Aktivitäten"**

Vorabversion des Beitrags:

Skiera, B. (1996), "Implikationen des allgemeinen Probit-Modells für die Marketingplanung",
Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 66, 191-198.

Prof. Dr. Bernd Skiera, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, ins-besondere 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/>

Überblick

- Der Beitrag ergänzt den Artikel von Herrmann "Die Bedeutung von Nachfragemodellen für die Planung marketingpolitischer Aktivitäten" in Heft 10 der ZfB 1994 um Anwendungsmöglichkeiten des allgemeinen Probit-Modells zur Schätzung von Nachfragemodellen mit voneinander abhängigen Alternativen.
- Es wird untersucht, worin sich das von Herrmann betrachtete unabhängige Probit-Modell vom allgemeinen Probit-Modell unterscheidet. Weiterhin wird anhand von Beispielen anschaulich dargestellt, wie die Annahme der "Unabhängigkeit von Irrelevanten Alternativen" im allgemeinen Probit-Modell umgangen werden kann.
- Die sich aus einer Betrachtung des allgemeinen Probit-Modells ergebenden Implikationen für die Marketingplanung werden diskutiert. Dabei wird insbesondere der Fall analysiert, wie man Marktanteilsgewinne realisieren kann, ohne den eigentlichen Nutzen des Produktes zu erhöhen.
- Der Beitrag leitet damit Implikationen für die Marketingplanung ab, die bislang so noch nicht betrachtet worden sind.

A. Einleitung¹

Herrmann betrachtet in seinem Beitrag "Die Bedeutung von Nachfragemodellen für die Planung marketingpolitischer Aktivitäten"² die Eigenschaften und die Bedeutung verschiedener Nachfragemodelle für die Planung marketingpolitischer Aktivitäten. Dabei wendet er sich auch dem Problem der Eigenschaft der Unabhängigkeit von Irrelevanten Alternativen (im angelsächsischen Sprachraum als Independence of Irrelevant Alternatives, kurz IIA bezeichnet) zu. Diese Eigenschaft liegt in Nachfragemodellen immer dann vor, wenn der Quotient der Wahlwahrscheinlichkeiten zweier Produkte nicht von weiteren betrachteten Alternativen abhängt.³ In seinem Beitrag stellt Herrmann dazu fest, daß sowohl das Logit-Modell als auch das von ihm betrachtete Probit-Modell diese für die Modellierung von Nachfragemodellen unangenehme Eigenschaft aufweisen.⁴ Dabei hat Herrmann aber ein ganz bestimmtes Probit-Modell, nämlich das üblicherweise betrachtete unabhängige Probit-Modell ("independent probit model") im Auge, das einen Spezialfall des allgemeinen Probit-Modells ("generalized oder multinomial covariance probit model") darstellt (Currim, 1982, S.209). Das allgemeine Probit-Modell vermeidet aber die IIA und ermöglicht zudem interessante Implikationen für die Marketingplanung, die bislang noch nicht betrachtet worden sind. Deshalb soll die Gelegenheit genutzt werden, den "State-of-the-Art"-Beitrag von Herrmann in diesem wichtigen Punkt zu ergänzen. Im folgenden soll daher zunächst im Abschnitt B dargestellt werden, wie mit Hilfe des allgemeinen Probit-Modells die Restriktion der IIA vermieden werden kann. Abschnitt C widmet sich dann einigen Implikationen des allgemeinen Probit-Modells für die Marketingplanung und zeigt insbesondere, wo zukünftiger Forschungsbedarf liegt.

B. Die Vermeidung der IIA mit dem allgemeinen Probit-Modell

Der grundlegende Unterschied zwischen dem allgemeinen und dem unabhängigen Probit-Modell liegt in der Struktur der Kovarianzmatrix. Dies soll wie bei Herrmann (1994, S.1316) für den Fall zweier Produkte dargestellt werden. Seien $\varepsilon(i)$ der Störterm für das i -te Produkt und $U(i)$ der Nutzen für das i -te Produkt, so ergibt sich laut Daganzo (1979, S.18) die Wahrscheinlichkeit für die Wahl des ersten Produktes $P(1)$ aus Gleichung (1).

$$(1) \quad P(1) = P[U(1) + \varepsilon(1) > U(2) + \varepsilon(2)] = P[\varepsilon(2) - \varepsilon(1) < U(1) - U(2)]$$

$\varepsilon(2)-\varepsilon(1)$ sei normalverteilt mit Mittelwert Null. Die Varianz σ^2 ergibt sich aus der Summe der Varianzen σ_1^2, σ_2^2 von $\varepsilon(1)$ und $\varepsilon(2)$ minus zweimal der Kovarianz $\sigma_{1,2}$ von $\varepsilon(1)$ und $\varepsilon(2)$ (Daganzo, 1979, S.18). In diesem Fall kann die Wahrscheinlichkeit der Wahl des ersten Produktes folgendermaßen errechnet werden:⁵

$$(2) \quad P(1) = \Phi\left(\frac{U(1)-U(2)}{\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{U(1)-U(2)}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2 \cdot \sigma_{1,2}}}\right),$$

wobei $\Phi(\cdot)$ den Wert der Verteilungsfunktion der standardisierten Normalverteilung an der Stelle (\cdot) darstellt.

Das unabhängige Probit-Modell unterstellt im Gegensatz zum allgemeinen Probit-Modell eine spezielle Struktur der Kovarianzmatrix, indem es annimmt, daß die Varianzen der Störterme gleich groß und unkorreliert sind. Die Unterschiede für den betrachteten 2-Produkt-Fall und den nicht explizit dargestellten n-Produkt-Fall sind in Tabelle 1 dargestellt.⁶

Tabelle 1: Unterschied in der Kovarianzmatrix im allgemeinen und unabhängigen Probit-Modell

	unabhängiges Probit-Modell	allgemeines Probit-Modell
2 Produkte	$\begin{bmatrix} \sigma^2 & 0 \\ 0 & \sigma^2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{2,1} \\ \sigma_{2,1} & \sigma_2^2 \end{bmatrix}$
n Produkte	$\begin{bmatrix} \sigma^2 & 0 & \cdot & 0 \\ 0 & \sigma^2 & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \cdot & \sigma^2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \mathbf{s}_1^2 & \mathbf{s}_{2,1} & \cdot & \mathbf{s}_{n,1} \\ \mathbf{s}_{2,1} & \mathbf{s}_2^2 & \cdot & \mathbf{s}_{n,2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \mathbf{s}_{n,1} & \mathbf{s}_{n,2} & \cdot & \mathbf{s}_n^2 \end{bmatrix}$
σ_i^2 : Varianz des Störtermes des i-ten Produktes (i=1..n), $\sigma_{i,j}$: Kovarianz der Störterme zwischen dem i-ten und j-ten Produkt (i,j=1..n, i≠j)		

Über die Gestaltung der Kovarianzmatrix kann nun aber die unterschiedliche Abhängigkeit von einzelnen Alternativen dargestellt werden. In dem von Herrmann (1994, S.1311) angegebenen Beispiel eines Konsumenten, der mit der gleichen Wahrscheinlichkeit eine Limonade oder ein koffeinhaltiges Erfrischungsgetränk (kurz Cola) wählt, entscheidet sich der Konsument bei der Wahl zwischen einer Limonade und einer Cola mit jeweils einer Wahrscheinlichkeit von 50% für die Limonade oder für die Cola. Wird nun eine gleichwertige zweite Limonade angeboten, so soll die Wahrscheinlichkeit für die Wahl eines der drei Produkte aufgrund der Abhängigkeit der beiden Alternativen Limonade nicht auf 33% sinken, sondern die beiden Limonaden sollen jeweils mit einer Wahrscheinlichkeit von 25% und die Cola weiterhin mit der Wahrscheinlichkeit von 50% nachgefragt werden.

Die Auswirkungen verschiedener Kovarianzen zwischen den Störtermen der beiden Limonaden können aus Tabelle 2 abgelesen werden. Dabei wurde zusätzlich zu den beiden Probit-Modellen auch das häufig angewendete Luce-Choice Modell (vgl. Herrmann, 1994, S.1310) dargestellt, das, ebenso wie das unabhängige Probit-Modell, auf der Annahme der Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen aufbaut.

Tabelle 2: Auswirkungen unterschiedlicher Ausprägungen der Kovarianzmatrix auf die Wahlwahrscheinlichkeit der einzelnen Produkte

Fall	Alternativen	Nutzen	Wahlwahrscheinlichkeit im			Kovarianzmatrix		
			Luce-Choice Modell	unabhängigen Probit-Modell	allgemeinen Probit-Modell			
						Cola	Limo1	Limo2
1	Cola	1,0	0,50	0,50	0,50	1	0	
	1. Limonade	1,0	0,50	0,50	0,50	0	1	
2	Cola	1,0	0,33	0,33	0,33	1	0	0
	1. Limonade	1,0	0,33	0,33	0,33	0	1	0
	2. Limonade	1,0	0,33	0,33	0,33	0	0	1
3	Cola	1,0	0,33	0,33*	0,38	1	0	0
	1. Limonade	1,0	0,33	0,33*	0,31	0	1	0,5
	2. Limonade	1,0	0,33	0,33*	0,31	0	0,5	1
4	Cola	1,0	0,33	0,33*	0,50	1	0	0
	1. Limonade	1,0	0,33	0,33*	0,25	0	1	0,99
	2. Limonade	1,0	0,33	0,33*	0,25	0	0,99	1

*: Kovarianzen werden im unabhängigen Probit-Modell nicht berücksichtigt

Aus Tabelle 2 wird deutlich, wie mit Hilfe des allgemeinen Probit-Modells die Abhängigkeit der Wahlwahrscheinlichkeit einer Alternative von weiteren Alternativen berücksichtigt werden kann. Liegen hohe positive Kovarianzen zwischen den Störtermen der beiden Limonaden vor, so erhält die Summe der Wahrscheinlichkeiten der beiden Limonaden den gewünschten Wert von 0,5 (Fall 4 in Tabelle 3).

C. Implikationen des allgemeinen Probit-Modells für die Marketingplanung

Nachdem bislang lediglich gezeigt wurde, daß mit Hilfe des allgemeinen Probit-Modells die Annahme der Eigenschaft der IIA vermieden werden kann, soll nun erörtert werden, welche Auswirkungen sich für die Marketingplanung aus einer detaillierten Betrachtung des allgemeinen Probit-Modells ergeben. Dabei wird wieder auf das schon in Abschnitt B betrachtete Probit-Modell mit zwei Produkten zurückgegriffen und analysiert, welche Implikationen sich aus einer gezielten Beeinflussung der Struktur der Kovarianzmatrix für die Marketingplanung ergeben könnten. Dabei soll insbesondere gezeigt werden, wie Marktanteilsgewinne realisiert werden können, ohne den Nutzen des Produktes zu verändern. Damit unterscheidet sich diese Betrachtung von der üblichen Betrachtung in der Literatur, in der Marktanteilsgewinne immer durch eine Erhöhung des Produktnutzens angestrebt werden.

Zur Illustration sei angenommen, daß man mit marketingpolitischen Aktivitäten nicht den Nutzen eines Produktes, sondern nur die Kovarianzmatrix der Störterme beeinflussen möchte. Ausgangspunkt sei die als Fall 1 in der Tabelle 3 bezeichnete Situation, in der ein Produkt, z.B. eines Innovators, einen höheren Nutzen als ein zweites Produkt, z.B. eines Imitators, habe und die Struktur der Kovarianzmatrix der Störterme dem unabhängigen Probit-Modell entspreche. In dieser Situation könnte der Imitator drei Strategien zur Steigerung seiner Wahlwahrscheinlichkeit bzw. seines Marktanteils wählen:

1. Erhöhung der eigenen Varianz (Fälle 2.1-2.2 in Tabelle 3),
2. Erhöhung der Varianz des Innovators (Fälle 3.1-3.2 in Tabelle 3),
3. Erzeugen einer negativen Kovarianz zwischen den Störgrößen des Innovators und den eigenen Störgrößen (Fälle 7.1-7.2 in Tabelle 3).

Der Innovator dagegen könnte die beiden folgenden Strategien anwenden:

4. Senkung der eigenen Varianz oder der Varianz des Imitators (Fälle 5.1-5.3 in Tabelle 3),
5. Erzeugen einer positiven Kovarianz zwischen den Störgrößen des Innovators und den eigenen Störgrößen (Fälle 6.1-6.2 in Tabelle 3).

Tabelle 3: Auswirkungen unterschiedlicher Kovarianzmatrizen auf die Wahlwahrscheinlichkeit zweier Produkte

Fall	Produkt	Nutzen	Wahlwahrscheinlichkeit im			Kovarianzmatrix	
			Luce-Choice Modell	unabhängigen Probit-Modell	allgemeinen Probit-Modell		
						Innovation	Imitation
1	Innovation	1,00	0,57	0,57	0,57	1	0
	Imitation	0,75	0,43	0,43	0,43	0	1
2.1	Innovation	1,00	0,57	n.d.	0,54	1	0
	Imitation	0,75	0,43	n.d.	0,46	0	2
2.2	Innovation	1,00	0,57	n.d.	0,50	1	0
	Imitation	0,75	0,43	n.d.	0,50	0	20
3.1	Innovation	1,00	0,57	0,54	0,54	2	0
	Imitation	0,75	0,43	0,46	0,46	0	2
3.2	Innovation	1,00	0,57	n.d.	0,50	20	0
	Imitation	0,75	0,43	n.d.	0,50	0	2
4.1	Innovation	1,00	0,57	n.d.	0,55	0,5	0
	Imitation	0,75	0,43	n.d.	0,45	0	2
4.2	Innovation	1,00	0,57	n.d.	0,55	0,1	0
	Imitation	0,75	0,43	n.d.	0,45	0	2
5.1	Innovation	1,00	0,57	n.d.	0,59	1	0
	Imitation	0,75	0,43	n.d.	0,41	0	0,5
5.2	Innovation	1,00	0,57	0,64	0,64	0,5	0
	Imitation	0,75	0,43	0,36	0,36	0	0,5
5.3	Innovation	1,00	0,57	1,00	1,00	0,05	0
	Imitation	0,75	0,43	0,00	0,00	0	0,05
6.1	Innovation	1,00	0,57	0,57*	0,60	1	0,5
	Imitation	0,75	0,43	0,43*	0,40	0,5	1
6.2	Innovation	1,00	0,57	0,57*	1,00	1	0,999
	Imitation	0,75	0,43	0,43*	0,00	0,999	1
7.1	Innovation	1,00	0,57	0,57*	0,56	1	-0,5
	Imitation	0,75	0,43	0,43*	0,44	-0,5	1
7.2	Innovation	1,00	0,57	0,57*	0,55	1	-1
	Imitation	0,75	0,43	0,43*	0,45	-1	1

n.d.: unabhängiges Probit-Modell ist für diese Kovarianzmatrix nicht definiert

*: Kovarianzen werden im unabhängigen Probit-Modell nicht berücksichtigt

Die Effekte aus diesen Strategien sind in Tabelle 3 dargestellt. Im Falle der Erhöhung der eigenen Varianz (Strategie 1) steigt der Marktanteil des Imitators von 43% (Fall 1 in Tabelle 3) bis auf 50% (Fall 2.2). Gelingt es, die Varianz des Innovators zu erhöhen (Strategie 2), so kann der Marktanteil ebenfalls bis auf 50% gesteigert werden (Fall 3.2). Im Falle der Erzeugung einer negativen Korrelation zwischen den Störgrößen der beiden Produkte kann der Marktanteil immerhin auch von 43% auf 45% gesteigert werden (Fall 7.2). Interessant zu beobachten ist, daß der Innovator im Falle der Erhöhung der Varianz des Imitators wenig Möglichkeiten zur Reaktion durch die Beeinflussung seiner eigenen Varianz hat. Sowohl eine Erhöhung (Fälle 3.1-3.2) als auch eine Senkung (Fälle 4.1-4.2) der eigenen Varianz führt zu einer Verringerung des Marktanteils. Dagegen kann sowohl die Strategie 4 mit der Verminderung der Varianzen (Fälle 5.1-5.3) als auch die Erzeugung einer positiven Korrelation der Störterme (Strategie 5) zu enormen Marktanteilsgewinnen führen (Fälle 6.1-6.2).

Interessanterweise hat sich die Literatur bislang darauf beschränkt zu untersuchen, wie der Marktanteil eines Produktes durch die Erhöhung des Nutzens selbst gesteigert werden kann. Das obige Beispiel zeigt aber, daß Marktanteilsgewinne auch durch die gezielte Beeinflussung der Kovarianzmatrix bei gleichbleibendem Nutzen der einzelnen Produkte erreicht werden können. Den sich daraus ergebenden Implikationen für die Marketingplanung ist aber nach Kenntnis des Autors nicht nachgegangen worden. Am Beispiel des Marketinginstrumentes Werbung betrachtet, wäre für die in der Tabelle 3 angenommene Situation, in der ein Imitator mit seinem Produkt einen niedrigeren Nutzen als ein Innovator erzielt, folgendes denkbar: Der Imitator könnte versuchen, seine eigene Varianz durch Werbung, die wenig informativ ist, sondern stärker faszinierende Aspekte seines Produktes betont, zu erhöhen. Der Innovator dagegen sollte aufgrund des höheren Nutzens seines Produktes daran interessiert sein, sowohl die Varianz seines eigenen Produktes als auch die Varianz des Produktes des Imitators, z.B. durch sehr informative Werbung, zu senken. Gleichzeitig ist er gut beraten, wenn er eine positive Korrelation der Störgrößen anstrebt. Dies könnte möglicherweise durch Werbung erreicht werden, die die gleichen Eigenschaften des Produktes wie die Werbung des Imitators betont.

D. Fazit

Bei der Betrachtung des allgemeinen Probit-Modells hat man sich bisher darauf beschränkt, zu untersuchen, wie man das allgemeine Probit-Modell schätzen kann und es im Vergleich zu anderen Modellen abschneidet (vgl. z.B. Currim, 1982; Chintagunta, 1992). Den sich aus einer gezielten Beeinflussung der Kovarianzmatrix der Störterme für die Marketingplanung ergebenden Implikationen hat man bislang aber keine Aufmerksamkeit geschenkt. Dies ist verwunderlich, da durch eine gezielte Beeinflussung der Kovarianzmatrix Marktanteilsgewinne realisiert werden können, ohne daß eine Veränderung des Nutzens eines Produktes stattfindet. Von daher sollte sich das Marketing wie auch z.B. die Entscheidungstheorie stärker mit den Möglichkeiten zur gezielten Beeinflussung der Kovarianzmatrix beschäftigen. Denkbar wären dabei z.B. Untersuchungen darüber, wie unterschiedliche Werbebotschaften oder grundsätzlich unterschiedliches Informationsverhalten eines Unternehmens die Kovarianzmatrix beeinflussen könnten.

Anmerkungen

¹ Für die mehrmalige kritische Durchsicht früherer Fassungen dieses Beitrages bin ich Prof. Dr. Sönke Albers sehr dankbar. Des weiteren möchte ich mich bei Prof. Dr. Vithala Rao für die konstruktive Diskussion der Grundidee des Beitrages während einer Veranstaltung des Graduiertenkollegs für Betriebswirtschaftslehre an der Universität Kiel bedanken.

² Vgl. Herrmann, 1994.

³ Vgl. z.B. Herrmann, 1994, S.1311 oder Maddala, 1983, S.61ff.

⁴ Vgl. Herrmann, 1994, S.1320.

⁵ Dabei sei explizit darauf hingewiesen, daß das σ im Nenner der Gleichung (2) die Standardabweichung und nicht wie von Herrmann (1994, S.1316) angegeben einen Skalierungsfaktor darstellt.

⁶ Vgl. Maddala, 1983, S.63 und Currim, 1982, S.211. Angemerkt sei an dieser Stelle, daß gelegentlich noch eine Unterscheidung in das standardisierte unabhängige Probit-Modell (Varianzen der einzelnen Produkte sind gleich, Kovarianzen sind null) und das unabhängige Probit-Modell (Varianzen der einzelnen Produkte sind ungleich) durchgeführt wird (vgl. Chintagunta, 1994, S.397). Die dafür notwendige Veränderung der Tabelle 1 kann aber leicht durchgeführt werden.

Literatur

Chintagunta, P. K. (1992), Estimating a multinomial probit model of brand choice using the method of simulated moments, *Marketing Science*, Vol.11, S.386-407

Currin, I. S. (1982), Predictive Testing of Consumer Choice Models not Subject to Independence of Irrelevant Alternatives, *Journal of Marketing Research*, Vol.19, S.208-222

Daganzo, C. (1979), *Multinomial Probit, The Theory and Its Application to Demand Forecasting*, New York et al.

Herrmann, A. (1994), Die Bedeutung von Nachfragemodellen für die Planung marketingpolitischer Aktivitäten, *Zeitschrift für Betriebswirtschaft*, 64.Jg., S.1303-1325

Maddala, G. S. (1983), *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*, Cambridge et al.,

Zusammenfassung

Das allgemeine Probit-Modell ist im Gegensatz zum unabhängigen Probit-Modell ein Modell zur Abbildung von Konsumentenentscheidungen, das nicht die für die Modellierung von Nachfragemodellen unangenehme Eigenschaft der "Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen" (IIA) aufweist. Der Beitrag zeigt deshalb, wie sich das allgemeine Probit-Modell von dem üblicherweise betrachteten unabhängigen Probit-Modell unterscheidet und sich beispielhaft Abhängigkeiten zwischen Alternativen im allgemeinen Probit-Modell darstellen lassen. Als Implikation für die Marketingplanung ergibt sich daraus die Möglichkeit, Marktanteilsgewinne ohne eine Veränderung des Produktnutzens zu realisieren.

Summary

In contrast to the independent probit model, the generalized probit model is a choice-model that does not rely on the assumption of the independence of irrelevant alternatives (IIA). This paper investigates the differences between the independent and the generalized probit model and illustrates how the generalized probit model captures the dependence of alternatives. Using the generalized probit model, it is demonstrated how gains in market share might be realized without modifying the utility of the product.