



**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**

Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“

# **DISKUSSIONSBEITRÄGE AUS DEM INSTITUT FÜR WIRTSCHAFT UND VERKEHR**

**NR.1 /2009**

**DENNIS GÜNTHEL, LARS STURM, CHRISTOPH GÄRTNER**

## **ANWENDUNG DER CHOICE-BASED-CONJOINT- ANALYSE ZUR PROGNOSE VON KAUFENTSCHEIDUNGEN IM ÖPNV**

**HERAUSGEBER: DIE PROFESSOREN DES  
INSTITUTS FÜR WIRTSCHAFT UND VERKEHR  
ISSN 1433-626X**

**In den Diskussionsbeiträgen aus dem Institut für Wirtschaft und Verkehr der TU Dresden erscheinen in zeitlich loser Folge verkehrswirtschaftliche Arbeiten von allgemeinem Interesse. Die Diskussionsbeiträge enthalten Vorträge, Auszüge aus Diplomarbeiten, interessante Seminararbeiten, verkehrswirtschaftliche Thesenpapiere, Übersichtsarbeiten, ebenso wie Beiträge, die zur Veröffentlichung in referierten Zeitschriften vorgesehen sind. Allen Beiträgen gemeinsam ist wissenschaftliche Fundierung und wissenschaftlicher Anspruch, jedoch je nach Zweck des jeweiligen Beitrages in unterschiedlichem Maße.**

**Als Herausgeber fungieren die Professoren des Instituts für Wirtschaft und Verkehr der TU Dresden.**

## ZUSAMMENFASSUNG

In dem vorliegenden Beitrag beschreiben wir die exemplarische Anwendung der Choice-Based-Conjoint-Analyse (CBCA) in der ÖPNV-Kaufverhaltensforschung. Ausgehend von den Ergebnissen einer Befragung von mehr als 1000 Abo-Kunden eines deutschen Verkehrsraumes, welche uns von PROBST & CONSORTEN Marketing-Beratung zur Verfügung gestellt wurde, untersuchen wir, ob eine Produktdifferenzierung des derzeitigen Monatskartenabo-Angebotes dazu geeignet ist, den Kundennutzen und die Abo-Fahrgelderlöse zu steigern.

Im Rahmen eines Preisexperiments werden hierbei drei Auswahlalternativen berücksichtigt: eine günstige Basisvariante, eine preisintensivere und zugleich mit zusätzlichen Leistungseigenschaften versehene Premiumvariante sowie eine Nicht-Wahl-Alternative. Für die sich anschließende Analyse der Auswahlentscheidungen verwenden wir ein Multinomiales Logit-Modell. Unter Einbeziehung der individualspezifischen Parameter Einkommen, PKW-Verfügbarkeit, derzeit zu entrichtender Abopreis, Geschlecht, Alter, Anzahl Kinder im Haushalt, Anzahl Erwachsene im Haushalt, Fahrten-, Mitnahme- und Übertragungshäufigkeit schlussfolgern wir, dass eine Produktdifferenzierung zu einer Steigerung der Fahrgeldeinnahmen im bereits vorhandenen Kundenbestand führt.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Choice-Based-Conjoint-Analyse und diskrete Wahlmodelle</b>	<b>3</b>
2.1	Ableiten von Auswahlwahrscheinlichkeiten . . . . .	4
2.2	Spezifikation und Eigenschaften der Nutzenfunktion . . . . .	6
2.3	Schätzung der Koeffizienten eines Multi-nominalen-Logit-Modells . . . . .	8
2.4	Marktsimulation . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Exemplarische Anwendung der CBCA im ÖPNV-Marketing</b>	<b>13</b>
3.1	Ausgangssituation . . . . .	13
3.2	Modellbildung . . . . .	15
3.2.1	Datenaufbereitung . . . . .	15
3.2.2	Spezifikation einer Nutzenfunktion und Koeffizientenschätzung . . . . .	16
3.2.3	Interpretation der Schätzungsergebnisse . . . . .	18
3.3	Marktsimulation . . . . .	21
3.3.1	Marktsegmentierung . . . . .	21
3.3.2	Simulationsergebnisse . . . . .	22
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>26</b>

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

3.1	Verteilung aller Abokunden . . . . .	22
3.2	Marktanteil der einzelnen Alternativen . . . . .	24
3.3	Umsatz . . . . .	25

# TABELLENVERZEICHNIS

3.1	Preisvariationen bei den neun Auswahlentscheidungen . . . . .	15
3.2	Auszug aus dem Fragebogen - Preisexperiment . . . . .	16
3.3	Schätzkoeffizienten . . . . .	19
3.4	Auswahlwahrscheinlichkeit Experiment 1 [Basic + 5% , Premium + 14%] . . . . .	23

# ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BHHH-Verfahren	. benannt nach Berndt, Hall, Hall und Hausman
bspw.	..... beispielsweise
CBCA	..... Choice-Based-Conjoint-Analyse
i.d.R.	..... in der Regel
MIV	..... Motorisierter Individualverkehr
MNL	..... multinominales Logit-Modell
PKW	..... Personenkraftwagen
RUM	..... Random Utility Model
ÖPNV	..... Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	..... Öffentlicher Verkehr

# SYMBOLVERZEICHNIS

$ASC_i$ .....	alternativenspezifische Konstante
$\beta$ .....	Koeffizient der deterministischen Variablen
$\hat{\beta}$ .....	Schätzkoeffizient der deterministischen Variablen
$C$ .....	Auswahlalternativenmenge/Choice-Set
$cov_{ij}$ .....	Kovarianz zwischen Alternative i und j
$\epsilon_{ni}$ .....	stochastische Nutzenkomponente des Proband n bezüglich Alternative i
$f(\epsilon_n)$ .....	Dichtefunktion der stochastischen Nutzenkomponente
$F(\epsilon_{ni})$ .....	Verteilungsfunktion der stochastischen Nutzenkomponente der Alternative i für Proband n
$i$ .....	Index der Alternative i
$I(\cdot)$ .....	Indikatorfunktion
$L(\beta)$ .....	Likelihood-Funktion
$\ln L(0)$ .....	Null-Log-Likelihood-Funktion
$\ln L(\beta)$ .....	Log-Likelihood-Funktion
$n$ .....	Beobachtung (Proband) aus dem Stichprobenumfang $N$ , $n \in N$
$N$ .....	Stichprobenumfang
$\tilde{N}_i$ .....	Anzahl der Personen die Alternative i wählen
$P_{ni}$ .....	Auswahlwahrscheinlichkeit der Alternative i durch Proband n
$\rho^2$ .....	Rho-Square, McFadden-Bestimmtheitsmaß
$s_n$ .....	individualspezifische Variable für Proband n
$U_{ni}$ .....	Nutzen der Alternative i für Proband n
$V_{ni}$ .....	deterministische Nutzenkomponente der Alternative i für Proband n
$w_n$ .....	Anzahl der Probanden der Grundgesamtheit die ähnlich sind zu Proband n
$w_s$ .....	Anzahl der Personen in Segment s
$x_{ni}$ .....	deterministische, unabhängige Variable die Alternative i für Proband n kennzeichnet
$Y$ .....	Entscheidungsvariable

# 1 EINFÜHRUNG

Die Choice-Based-Conjoint-Analyse (CBCA) ist die weltweit am häufigsten eingesetzte Conjoint-Analyse (Hartmann, A., Sattler, H. 2002). Sie ist ein Verfahren zur Schätzung von Konsumentenpräferenzen (und damit auch von Nachfrageverhalten) auf Basis von Auswahlentscheidungen, die Probanden im Rahmen eines Experiments fällen müssen. Ihr Erfolg liegt vor allem in der relativ einfachen Anwendbarkeit und der verhältnismäßig hohen Prognosevalidität begründet. Neben der weit verbreiteten Nutzung in der Preis- und Produktgestaltung von Konsumgütern ist in den letzten Jahren auch ein verstärkter Einsatz dieser Methode im Dienstleistungsbereich, wie bspw. im ÖPNV-Marketing, zu beobachten (Schulz, M., Meinhold, C. 2003; Eckardt, F. 2004; Angermüller, W. 2007 ).

Thematischer Untersuchungsgegenstand dieses Beitrags ist die Fragestellung, ob die derzeitige Abo-Zeitkarten-Tarifgestaltung eines deutschen Verkehrsraumes durch Einführung einer Produktdifferenzierung im Abo-Zeitkartensegment ertrags- und kundennutzensteigernd weiterentwickelt werden kann. Zu Beginn der hier beschriebenen Untersuchung liegen uns die Ergebnisse einer telefonisch durchgeführten Kundenbefragung, die mehr als 1000 Datensätze enthält, bereits vor. Für dessen Analyse verwenden wir ein Zufallsnutzenmodell.

In Abhängigkeit von der Spezifikation des stochastischen Störterms, welcher eine nicht beobachtbare Nutzenkomponente darstellt, wird direkt ein Vertreter der diskreten Wahlmodell ausgewählt. Als einfachster Vertreter gilt hierbei das Multinominale Logit-Modell (MNL), welches in diesem Beitrag betrachtet wird.

Die weiteren Ausführungen gliedern sich wie folgt: In Kapitel 2 wird kurz in die Theorie der CBCA eingeführt. Dabei werden vor allem die Grundlagen der für die Durchführung der CBCA relevanten diskreten Wahltheorie und des Logit-Modells erläutert. Den Schwerpunkt dieses Artikels stellt die in Kapitel 3 erläuterte praktische Anwendung der CBCA in der oben aufgeführten Fragestellung dar. Hierfür wird im Abschnitt 3.1 auf die von PROBST & CONSORTEN Marketing-Beratung

<sup>1</sup> uns zur Verfügung gestellte Datenbank und das Vorgehen bei deren Erhebung zusammen mit einer Vorstellung des Untersuchungsgebietes eingegangen. In den Unterpunkten wird beschrieben, wie wir bei der Datenaufbereitung (3.2.1), der Spezifikation des MNL und dessen Koeffizientenschätzung (3.2.2) vorgegangen sind. Die Durchführung der Marktsimulation wird in Kapitel 3.3 beschrieben. Parallel hierzu werden die erlangten Nachfrageverhaltensprognosen vorgestellt und kritisch hinterfragt. Abschließend werden in Kapitel 4 die erlangten Erkenntnisse zusammenfassend dargestellt und ein kurzer Ausblick auf weiterführende Anwendungen unternommen.

---

<sup>1</sup><http://www.probst-consorten.de>

## 2 CHOICE-BASED-CONJOINT-ANALYSE UND DISKRETE WAHLMODELLE

Die CBCA ist ein dekompositionelles Analyseverfahren, welches ausgehend von Präferenzurteilen Aussagen über die Bedeutung einzelner Nutzenkomponenten treffen kann (Hillig, Th. 2006, S.33). Sie ist eine Weiterentwicklung der Traditionellen Conjoint-Analyse und basiert auf der diskreten Wahltheorie. Für ihre Durchführung werden Probanden im Rahmen einer Befragung (stated preference) vor hypothetische Auswahlentscheidungen gestellt, die Kaufsituationen möglichst real abbilden sollen. Eine unverzichtbare Eigenschaft der das Kaufverhalten untersuchenden CBCA ist die Berücksichtigung von Nichtkäufen (Hillig, Th. 2006, vgl. S.68).

Die Durchführung einer CBCA lässt sich grundsätzlich in die Abschnitte Datenerhebung, Datenanalyse und Marktsimulation unterteilen (Hillig, Th. 2006, S.39). Da uns zu Beginn der Untersuchung bereits die Ergebnisse der Datenerhebung in Form einer Datenbank vorliegen, wird deren Theorie vernachlässigt. Im ersten Abschnitt werden die Auswahlwahrscheinlichkeiten von Alternativen abgeleitet. Eine Formalisierung der nutzentheoretischen Aspekte wird im zweiten Abschnitt dargestellt. Hieran anschließend wird im Abschnitt 2.3 ein Verfahren zur Ermittlung der Koeffizienten dargelegt. Abschließend wird in Abschnitt 2.4 in die Theorie der Marktsimulation eingeführt.

## 2.1 ABLEITEN VON AUSWAHLWAHRSCHEINLICHKEITEN

Die Auswahlwahrscheinlichkeiten von Alternativen, unter dem Einfluss verschiedenster Variablen, werden durch Anwendung der diskrete Wahltheorie abgeleitet. Dies ist konsistent mit der Nutzentheorie. Ähnlich einer multivariaten Regression beschreibt das von Marschak maßgeblich hervorbrachte Random Utility Model (Train, K. 2002, vgl. S.18) den Zusammenhang zwischen erklärenden Variablen und abhängigen Variablen (Output). Im Rahmen der Kaufverhaltensforschung liegt dieser zwischen endogenen (erklärenden) Variablen und einer Auswahlentscheidung (erklärte Variable)(Hillig, Th. 2006, vgl. S. 42).

Bei der Formalisierung dieses Modells wird davon ausgegangen, dass Entscheidungsträger aus  $I$  Alternativen eine auswählen müssen. Aus der Wahl der Alternative  $i$  entsteht einem Probanden  $n$  der Nutzen  $U_{ni}$  (Train, K. 2002, vgl. S.18-20). Die folgenden Ausführungen orientieren sich an den Darstellungen von (Train, K. 2002). Es wird angenommen, dass sich der Proband für die Alternative mit dem höchsten zu erzielenden Nutzen entscheidet ( $U_{ni} > U_{nj} \quad \forall i \neq j$ ). Der vom Probanden erzielte Nutzen ist jedoch nicht direkt beobachtbar. Ausschließlich die vom Anwender definierten alternativenspezifischen Variablen  $x_{ni}$  sind beobachtbar. Zusätzlich kann jeder Proband durch individualspezifische Variablen  $s_n$  charakterisiert werden. Es lässt sich folglich eine Nutzenfunktion der Gestalt  $V_{ni} = V(x_{ni}, s_n)$  ableiten, die theoretisch vollständig erklärbar ist. Hierbei sei angemerkt, dass aus Gründen der Anonymitätswahrung sowie des Datenschutzes individualspezifische Daten in der Praxis nur unvollständig oder in aggregierter Form vorliegen. Zudem bleiben weitere die Kaufentscheidung beeinflussende Variablen verborgen ( $V_{ni} \neq U_{ni}$ ). Somit ist die deterministische Nutzenkomponente  $V_{ni}$  um eine nicht beobachtbare, stochastische Nutzenkomponente  $\epsilon_{ni}$  additiv zu ergänzen:

$$U_{ni} = V_{ni} + \epsilon_{ni}. \quad (2.1)$$

Im Gegensatz zur deterministischen Nutzenkomponente liegen dem Anwender keine Informationen über den sogenannten Fehlerterm (stochastische Komponente) vor (Koppelman, S., Bhat, C. 2006, vgl. S.19). Dieser beinhaltet eine Reihe von Komponenten unterschiedlicher Herkunft. Messfehler oder unvollständige Informationen, die Einfluss auf die Entscheidung des Probanden haben und nicht im Rahmen der deterministischen Nutzenkomponente erfasst wurden, sind hierin enthalten. Es obliegt dem Anwender, geeignete Annahmen über die Verteilung der Modellparameter des Fehlerterms zu treffen (Train, K. 2002, S.38).

Die gemeinsame Dichte der Zufallsvariable über alle Alternativen lässt sich für den Probanden  $n$  folgendermaßen darstellen:  $f(\epsilon_n)$  mit  $\epsilon_n = \langle \epsilon_{n1}, \dots, \epsilon_{nI} \rangle$ . Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Proband mit den Merkmalen  $s_n$  aus dem Choice-Set  $C$  die Alternative  $i$  auswählt, ist gegeben durch (Train,

K. 2002, vgl. S.19-20):

$$P_{ni} = \text{Prob}(U_{ni} > U_{nj} \quad \forall j \neq i) \quad (2.2)$$

$$= \text{Prob}(V_{ni} + \epsilon_{ni} > V_{nj} + \epsilon_{nj} \quad \forall j \neq i) \quad (2.3)$$

$$= \text{Prob}(\epsilon_{nj} - \epsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nj} \quad \forall j \neq i). \quad (2.4)$$

Es soll gelten, dass die Differenz aus dem stochastischen Term kleiner ist als die Differenz der deterministischen Nutzenkomponente zwischen den Alternativen  $j$  und  $i$  (Gleichung 2.4). Unter Verwendung der Dichtefunktion  $f(\epsilon_n)$  kann die kumulative Wahrscheinlichkeit umgeschrieben werden zu

$$P_{ni} = \int_{\epsilon} I(\epsilon_{nj} - \epsilon_{ni} < V_{ni} - V_{nj} \quad \forall j \neq i) f(\epsilon_n) d\epsilon_n. \quad (2.5)$$

Ist der Klammerausdruck der Indikatorfunktion  $I(\cdot)$  erfüllt, so nimmt diese den Wert Eins an. Hingegen nimmt sie den Wert Null an, wenn der Ausdruck in Klammern nicht erfüllt ist. Bei der Anwendung eines MNL nimmt das Integral der Funktion eine geschlossene Form an. Die Ableitung des Logit-Modells basiert auf der Annahme, dass die stochastische Nutzenkomponente  $\epsilon_{ni}$  über alle Alternativen  $i$  und alle Individuen  $n$  unabhängig-, identisch- und extremwertverteilt ist (In der Literatur häufig als iid-Eigenschaft bezeichnet). Formal bedeutet dies, dass der unbeobachtete Term über alle Alternativen  $i$  und Probanden  $n$  unkorreliert ( $cov_{ij} = 0$ ) sowie deren Varianz über alle Alternativen und Probanden identisch ist (Train, K. 2002, S.22). Unter der Annahme der Unabhängigkeit versteht man, dass es keine unbeobachteten Faktoren einer Alternative gibt, die Einfluss auf die Auswahlwahrscheinlichkeit einer anderen Alternative des Choice-Sets ausüben (Koppelman, S., Bhat, C. 2006, S.19). Diese stark restriktive Forderung ermöglicht einerseits die Darstellung in mathematisch geschlossener Form, erfordert andererseits aber, dass die Gültigkeit auf Homoskedastizität des stochastischen Nutzenterms gewährleistet sein muss (Ben-Akiva, M., Lerman, S. 1991, vgl. S.204). Bei Problemen, bei denen die Gültigkeit dieser Annahme nicht gewährleistet ist, könnte man u.a. auf die von Bhat (1995) formulierten Ausführungen des Heteroskedastischen Extremwert-Modells zurückgreifen (Hensher, D., Button, K. 2008, S.77-79).

Es wird folgende extremwertverteilte Dichtefunktion für den stochastischen Nutzenterm formuliert (Train, K. 2002, vgl. S.38-41):

$$f(\epsilon_{ni}) = e^{-\epsilon_{ni}} e^{-e^{-\epsilon_{ni}}} \quad (2.6)$$

Die Verteilungsfunktion nimmt folgende Gestalt an:

$$F(\epsilon_{ni}) = e^{-e^{-\epsilon_{ni}}} \quad (2.7)$$

Da sich die mit Hilfe des Logit-Modells bestimmten Auswahlwahrscheinlichkeiten nicht aus absoluten Nutzenwerten, sondern aus der Differenz zwischen den Alternativen ergeben, impliziert dies, dass die Skalierung der Nutzenfunktion keinen Einfluss auf das Auswahlverhalten der Probanden ausübt.

Die Herleitung der Auswahlwahrscheinlichkeiten wird wie folgt formalisiert: Wie bereits dargestellt,

errechnet sich die Auswahlwahrscheinlichkeit des Probanden  $n$  für die Alternative  $i$  aus

$$P_{ni} = \text{Prob}(\epsilon_{nj} < \epsilon_{ni} + V_{ni} - V_{nj} \forall j \neq i). \quad (2.8)$$

Unter der Annahme, dass  $\epsilon_{ni}$  bekannt ist, ergibt sich die Verteilung für jedes  $\epsilon_{nj}$  (bewertet mit  $\epsilon_{ni} + V_{ni} - V_{nj}$ ) aus

$$F(\epsilon_{nj}) = e^{-e^{-(\epsilon_{nj} + V_{ni} - V_{nj})}}. \quad (2.9)$$

Aus der iid-Eigenschaft resultiert, dass die Auswahlwahrscheinlichkeit als das Produkt der einzelnen Verteilungsfunktionen dargestellt wird:

$$P_{ni} | \epsilon_{ni} = \prod_{j \neq i} e^{-e^{-(\epsilon_{nj} + V_{ni} - V_{nj})}}. \quad (2.10)$$

Da jedoch davon ausgegangen werden kann, dass  $\epsilon_{ni}$  nicht bekannt ist, ergibt sich die Auswahlwahrscheinlichkeit aus dem Integral von  $P_{ni} | \epsilon_{ni}$  über alle  $\epsilon_{ni}$  gewichtet mit dessen Dichte:

$$P_{ni} = \int \left( \prod_{j \neq i} e^{-e^{-(\epsilon_{nj} + V_{ni} - V_{nj})}} \right) e^{-\epsilon_{ni}} e^{-e^{-\epsilon_{ni}}} d\epsilon_{ni}. \quad (2.11)$$

Dies führt mit Hilfe einiger mathematischer Umformungen (detaillierte, mathematische Ausführung in (Train, K. 2002, vgl. S.78/79)) zur Logit-Auswahlwahrscheinlichkeit:

$$P_{ni} = \frac{e^{V_{ni}}}{\sum_j e^{V_{nj}}}. \quad (2.12)$$

## 2.2 SPEZIFIKATION UND EIGENSCHAFTEN DER NUTZENFUNKTION

Der Nutzen kann als ein Maß für den Wert einer Sache oder Dienstleistung für ein Individuum interpretiert werden (Koppelman, S., Bhat, C. 2006, vgl. S.14). Die im Rahmen einer Modellschätzung ermittelten Schätzkoeffizienten spiegeln die Nutzendifferenzen über die jeweiligen Alternativen bzgl. einer vorab festgelegten Referenzalternative wider.

Man unterstellt i.d.R. einen linear-additiven Zusammenhang der Nutzenfunktion. Deren deterministischer Teil  $V(x_i, s_n)$  setzt sich zum einen aus den Eigenschaften der Alternativen  $x'_i$  und zum anderen aus den individuellen Eigenschaften des Probanden  $s'_n$  zusammen (Koppelman, S., Bhat, C. 2006, vgl. S.14ff). In beiden Fällen handelt es sich um Vektoren, die eine Reihe von Eigenschaften beinhalten können und von denen ein messbarer Einfluss auf die Auswahlentscheidung des Probanden über die verschiedenen Alternativen ausgeht. Eigenschaften, die vom Produkt/Service selbst ausgehen, sind unter anderem:

- Preis,

- Absolute Reisezeit,
- Zugangszeit/Abgangszeit,
- Pünktlichkeit/Planbarkeit,
- Verfügbarkeit/Frequenz.,

Es ist festzustellen, dass diese Eigenschaften in Abhängigkeit von der gewählten Alternative und über die Probanden variieren.

Ein kleines Beispiel soll dies verdeutlichen: Das beispielhafte Choice-Set setzt sich zusammen aus der Alternative  $i = 1$  Fahrrad und der Alternative  $i = 2$  Bus. Beide Alternativen werden anhand der Eigenschaften Preis und absolute Reisezeit untersucht. Die (alternativenspezifischen) Nutzenfunktionen haben somit folgende Gestalt:

$$V(x_F) = \beta_1 \cdot Preis_F + \beta_2 \cdot Zeit_F \quad (2.13)$$

$$V(x_B) = \beta_1 \cdot Preis_B + \beta_2 \cdot Zeit_B. \quad (2.14)$$

Die Verwendung eines einheitlichen Koeffizienten je Eigenschaft impliziert, dass der Wert des Nutzens für die Probanden über alle Alternativen gleich bewertet wird. Weiterhin soll das Modell Eigenschaften berücksichtigen, die man als probandenspezifische oder sozi-demographische Eigenschaften bezeichnet. Diese sind entgegen den alternativenspezifischen Variablen für einen Proband konstant über alle Alternativen, variieren jedoch über die Probanden. Berücksichtigt werden Variablen wie:

- PKW-Verfügbarkeit,
- PKW-Nutzungshäufigkeit,
- Alter,
- Geschlecht,
- Einkommen,
- Kinder je Haushalt,
- Entfernung vom Wohnort zum Stadtzentrum.

Fügen wir dem obigen Beispiel die Variable Geschlecht hinzu, ergibt sich folgender mathematischer Zusammenhang:

$$V(x_F, s_n) = \beta_1 \cdot Preis_F + \beta_2 \cdot Zeit_F + \beta_{31} \cdot Sex_n \quad (2.15)$$

$$V(x_B, s_n) = \beta_1 \cdot Preis_B + \beta_2 \cdot Zeit_B + \beta_{32} \cdot Sex_n. \quad (2.16)$$

Es wird vermutet, dass der Einfluss einer probandenspezifischen Variable auf den Nutzen über die Alternativen differiert. Demzufolge ist es notwendig für eine Variable (hier: das Geschlecht) jeder Alternative einen separaten Koeffizienten zuzuweisen ( $\beta_{31}$  und  $\beta_{32}$ ).

Von wesentlicher Bedeutung ist außerdem die alternativenspezifische Konstante  $ASC_i$  (= 1 für Alternative  $i$ , 0 sonst). Mit dieser Konstante sollen Präferenzwerte aller Probanden aufgefangen werden, die bei der Entscheidung bezüglich der Alternativen wirken, welche jedoch nicht anhand der vom im Modell befindlichen Variablen erklärt werden. Die durchschnittliche Präferenz der Individuen, welche gekennzeichnet sind durch ihre probandenspezifischen Eigenschaften werden im Vergleich zu einer Referenzalternative gemessen (Koppelman, S., Bhat, C. 2006, vgl. S.21). Der deterministische Teil der Nutzenfunktion für die Alternative Fahrrad nimmt nun folgende Form an:

$$V(x_F, s_n) = \beta_{01} \cdot ASC_F + \beta_1 \cdot Preis_F + \beta_2 \cdot Zeit_F + \beta_{31} \cdot Sex_n. \quad (2.17)$$

Im letzten Schritt wird der deterministische Teil der Funktion um die stochastische Komponente  $\epsilon$  ergänzt. Ergebnis ist die beispielhafte Nutzenfunktion  $U$ :

$$U(x_F, s_n, \epsilon_F) = \beta_{01} \cdot ASC_F + \beta_1 \cdot Preis_F + \beta_2 \cdot Zeit_F + \beta_{31} \cdot Sex_n + \epsilon_{Fn} \quad (2.18)$$

Abschließend sei noch darauf verwiesen das es unter Umständen aufschlussreich ist, die Eigenschaften der Alternativen mit denen der individuellen Eigenschaften eines Probanden zu verknüpfen. Die Idee hinter diesem Gedanken kann man sich einfach verdeutlichen. Personen mit einem überdurchschnittlichen Einkommen (Einkommen = individualspezifisch), weisen im Regelfall eine geringe Sensitivität gegenüber Preisvariationen (Kosten = alternativenspezifisch) auf, als Personen die über ein durchschnittliches Einkommen verfügen. Ausführlichere Informationen können in Koppelman und Bhat (2006) nachgelesen werden.

## 2.3 SCHÄTZUNG DER KOEFFIZIENTEN EINES MULTINOMINAL-LOGIT-MODELLS

Zur Berechnung der Schätzkoeffizienten findet die Maximum-Likelihood-Methode Anwendung. Diese Methode bestimmt die Koeffizienten so, dass das Modell die größtmögliche Wahrscheinlichkeit annimmt, den zugrundeliegenden Datensatz zu reproduzieren. Der Methode liegt eine binärcodierte Zufallsvariable  $Y$  zugrunde:

$$Y_{ni} = \begin{cases} 1, & \text{falls Alternative } i \text{ von Proband } n \text{ ausgewählt wird} \\ 0, & \text{falls Alternative } i \text{ von Proband } n \text{ nicht ausgewählt wird} \end{cases}$$

Die Schätzkoeffizienten  $\hat{\beta}$  der Likelihood-Funktion  $L(\cdot)$  werden in Abhängigkeit der einzelnen Aus-

wahlentscheidungen  $Y_{ni}$  für alle Probanden  $n$  und alle Choice-Sets ermittelt (Hillig, Th. 2006, vgl. S.78-80).  $P_{ni}$  bezeichnet die Auswahlwahrscheinlichkeit der Alternative  $i$  des Probanden  $n$ . Formal wird die Likelihood-Funktion wie folgt dargestellt:

$$L(\beta) = \prod_{n=1}^N \prod_{i=1}^J (P_{ni})^{Y_{ni}} \quad (2.19)$$

Ziel dieser Methode ist die Maximierung des Funktionswertes  $L(\cdot)$ . Dies ist konsistent zum oben beschriebenen Zielkriterium, einer optimalen Anpassung der Schätzkoeffizienten  $\hat{\beta}$  an die zugrunde liegenden Daten. Die Verwendung der Log-Likelihood-Funktion bringt wesentliche Vereinfachungen bezüglich der Berechnung mit sich. So verändern sich die eigentlichen  $\beta$ -Koeffizienten nicht, was im strikt monoton steigenden Verlauf der Logarithmus-Funktion begründet liegt (Ben-Akiva, M., Lerman, S. 1991, vgl. S.21). Unter Anwendung der Logarithmengesetze <sup>1</sup> erhält man nun folgenden formalen Zusammenhang:

$$\ln L(\beta) = \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^J Y_{ni} \ln P_{ni}. \quad (2.20)$$

Durch Einsetzen der individuellen Auswahlwahrscheinlichkeiten

$$P_{ni} = \frac{e^{\beta' \cdot x_{ni}}}{\sum_j e^{\beta' \cdot x_{nj}}}, \quad (2.21)$$

erhält man:

$$\ln L(\beta) = \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^J Y_{ni} (\beta' \cdot x_{ni}) - \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^J y_{ni} \ln \left( \sum_j e^{\beta' \cdot x_{nj}} \right). \quad (2.22)$$

Über die ersten partiellen Ableitungen nach den Schätzkoeffizienten  $\hat{\beta}$  der Log-Likelihood-Funktion erhält man nicht-lineare Zusammenhänge, die mathematisch nicht ohne Weiteres lösbar sind. Ein iteratives Schätzverfahren ist jedoch in der Lage, dieses Problem zu lösen. Hierzu stehen Verfahren wie beispielsweise das Newton-Raphson-Verfahren zur Verfügung (Hillig, Th. 2006, vgl. S.79). Eine detaillierte Darstellung findet man unter anderem in (Train, K. 2002, Kapitel 8). Dort werden zusätzliche robustere Verfahren wie u.a. das BHHH-Verfahren erläutert.

Inwieweit das Schätzmodell als eine sinnvolle Anpassung an den Datensatz einzuschätzen ist, muss anhand geeigneter Prüfverfahren bzw. Tests untersucht werden. Hierfür ist es zweckmäßig, zuerst die ermittelten Schätzkoeffizienten  $\hat{\beta}$  einerseits auf deren Vorzeichen und andererseits auf deren relative Werte zu untersuchen.

Weiterführend kann auf den Likelihood-Ratio-Test zurückgegriffen werden. Unter der Nullhypothese, dass alle Koeffizienten den Wert Null annehmen (entspricht dem Null-Log-Likelihood  $\mathcal{L}(0)$ ),

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_J, \quad (2.23)$$

ist die Statistik

$$-2(\mathcal{L}(0) - \mathcal{L}(\hat{\beta})) \quad (2.24)$$

<sup>1</sup>(Bartsch, H. 2001, S.56) Welche besagen, dass  $\ln \frac{a}{b} = \ln a - \ln b$  ist.

$\chi^2$  verteilt mit  $J$  Freiheitsgraden. Der zweite Term aus der Statistik 2.24 entspricht dem Final-Log-Likelihood  $\mathcal{L}(\hat{\beta})$ . Die untersuchte Funktion hat an dieser Stelle ihr Maximum.

Darüberhinaus ist es üblich, das McFadden-Bestimmtheitsmaß  $\rho^2$  zu bestimmen, welches ein ungefähres Maß der Anpassungsgüte des Schätzmodells an die Daten darstellt.

$$\rho^2 = 1 - \frac{\mathcal{L}(\hat{\beta})}{\mathcal{L}(0)}. \quad (2.25)$$

## 2.4 MARKTSIMULATION

In Abschnitt 3.3 werden abschließend die zwei wesentlichen Methoden einer Marktsimulation zur Prognose der Marktanteile der einzelnen Auswahlalternativen vorgestellt. Mit Hilfe der Schätzkoeffizienten lassen sich Auswahlwahrscheinlichkeiten für die jeweiligen Alternativen bestimmen. Da der Anwender besonders an Informationen bezüglich der Grundgesamtheit interessiert ist, werden die einzelnen Auswahlwahrscheinlichkeiten unter noch näher zu bestimmenden Gesichtspunkten aggregiert. Für die Validität der Simulation ist es besonders wichtig, dass der Datensatz möglichst repräsentativ ist. Dies setzt voraus, dass die Ziehung der Stichprobe zufällig erfolgt, so dass die Stichprobenanteile bezüglich der probandenspezifischen Merkmale und der Wahlentscheidungen bestmöglich die Anteile in der Grundgesamtheit repräsentieren.

Grundsätzlich stehen zwei Methoden zur Aggregation zur Verfügung: Dieses ist zum einen die Enumeration der Stichprobe <sup>2</sup>, welche als am weitesten verbreitete Methode gilt. Die Auswahlwahrscheinlichkeit der Alternative  $i$  durch Proband  $n$  wird aufsummiert mit der Anzahl der Probanden die Proband  $n$  ähnlich sind. Ihre mathematische Form hat folgende Gestalt (Train, K. 2002, vgl. S.35f):

$$\tilde{N}_i = \sum_n w_n P_{ni}. \quad (2.26)$$

Hierbei steht  $w_n$  für die Anzahl der Probanden der Grundgesamtheit, die ähnlich zu Proband  $n$  sind.  $P_{ni}$  repräsentiert die Auswahlwahrscheinlichkeit der Alternative  $i$  durch Proband  $n$ .

Anschließend lassen sich die durchschnittlichen erwarteten Marktanteile einer Alternative bestimmen durch:

$$= \frac{\tilde{N}_i}{N}. \quad (2.27)$$

Zum anderen stellt die Segmentierung die zweite Möglichkeit zur Aggregation dar, welche formal als

$$\tilde{N}_i = \sum_s w_s P_{si} \quad (2.28)$$

dargestellt wird.  $\tilde{N}_i$ , die Anzahl der Personen die Alternative  $i$  wählen, ergibt sich aus der Anzahl der Personen die in Segment  $s$  eingeordnet werden ( $w_s$ ), multipliziert mit der Auswahlwahrscheinlichkeit  $P_{si}$  (Auswahlwahrscheinlichkeit das ein Proband aus Segment  $s$  die Alternative  $i$  wählt). Ihre Anwendung ist besonders dann sinnvoll, wenn die Anzahl der zu erklärenden Variablen und deren Ausprägungen gering ist.

Hinsichtlich der Analyse ist es in den meisten Fällen empfehlenswert, die Probanden anhand geeigneter Merkmale zu segmentieren. Eine geeignete Auswahl ist aus den Schätzergebnissen abzuleiten. Variablen, die einen signifikanten Erklärungsbeitrag zum Modell liefern, sind i.d.R. geeignete Segmentationsvariablen, von denen wiederum die Prognosevalidität der Marktsimulation abhängt. Dies bedeutet, dass segmentspezifische Nutzenfunktionen für jede mögliche Konstellation der Ausprägungen aller erklärenden Variablen konstruiert werden müssen.

<sup>2</sup>In der englischsprachigen Literatur bezeichnet als Sample Enumeration.

Anschließend werden unter Berücksichtigung der Verteilung der einzelnen Segmentationsvariablen Absolutwerte bezüglich der Grundgesamtheit prognostiziert. Ziel dieses Vorgehens soll es sein, die Ergebnisse der Stichprobe auf die Grundgesamtheit zu übertragen. Diesbezüglich ist bei der Auswahl der Segmentationsvariablen darauf zu achten, dass Informationen über die Verteilung der Variablen in der Grundgesamtheit vorliegen.

Durch Einsetzen der Schätzkoeffizienten in die Nutzenfunktionen kann man für jeden Probanden die Auswahlwahrscheinlichkeiten für die einzelnen Alternativen bestimmen. Dieser wird die typischerweise bei diskreten Wahlansätzen verwendete Logit-Entscheidungsregel

$$P_{ni} = \frac{e^{\beta' x_{ni}}}{\sum_j e^{\beta' x_{nj}}} \quad (2.29)$$

zugrunde gelegt (Ben-Akiva, M., Lerman, S. 1991, S.118).

# 3 EXEMPLARISCHE ANWENDUNG DER CBCA IM ÖPNV-MARKETING

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die Theorie der diskreten Wahlmodelle erläutert worden ist, beschreiben wir in diesem Kapitel die exemplarische Anwendung einer CBCA im ÖPNV-Marketing. Als Grundlage hierfür werden zuerst die Rahmenbedingungen in dem zu untersuchenden Verkehrsgebiet sowie das Vorgehen und die Ergebnisse der von PROBST & CONSORTEN Marketing-Beratung durchgeführten Datenerhebung erläutert. Hieran anschließend schildern wir die Durchführung der Modellspezifikation, der Koeffizientenschätzung und der Marktsimulation. Abschließend werden die erhaltenen Ergebnisse vorgestellt und kritisch hinterfragt.

## 3.1 AUSGANGSSITUATION

Bei dem zu untersuchenden Verkehrsgebiet handelt es sich um eine aus mehreren Landkreisen und kreisfreien Städten bestehende Tarifgemeinschaft. Eine Tarifgemeinschaft ist durch den Zusammenschluss mehrerer Aufgabenträger oder Verkehrsunternehmen mit dem Ziel, einheitliche Tarif- und Beförderungsbestimmungen zu erwirken, charakterisiert. Der betrachtete Tarifraum hat etwa drei Millionen Einwohner. Seine Siedlungsstruktur weist über eine im Deutschlandvergleich als durchschnittlich zu bezeichnende Siedlungsdichte auf. Die Einwohner sind sehr unterschiedlich im Tarifraum verteilt, wobei der Siedlungsschwerpunkt auf zwei größeren, über 100.000 Einwohner zählenden Städten liegt. Der Tarifraum wird von schienen- und straßengebundenen Verkehrsmit-

teln erschlossen. In der untersuchten Tarifgemeinschaft gibt es zum Untersuchungszeitpunkt etwa 21.000 Abo-Zeitkartenkunden. Derzeit bietet die Tarifgemeinschaft ein Abo-Zeitkarten-Produkt an, welches je nach Wunsch des Kunden personengebunden oder übertragbar ist. Der Preis des Tickets variiert nach dem Ausmaß der räumlichen Gültigkeit. Daraus resultieren 10 Preisstufen. Die Abo-Zeitkarte ermöglicht ihrem Inhaber an Werktagen abends, sonst ganztags, die Mitnahme von weiteren Personen. Der Tariffraum ist dergestalt gegliedert, dass eine Tarifzone jeweils einen Landkreis umfasst.

Für die Datenerhebung der CBCA hat PROBST & CONSORTEN Marketing - Beratung einen 49 Fragen umfassenden Fragebogen konzipiert. Dieser erfasst neben individualspezifischen Eigenschaften auch die für die CBCA relevanten Entscheidungen im Rahmen eines Auswahl-experiments. Der Bogen beginnt mit Fragen, die ausgewählte Sozialdemographika (wie die Haushaltsgröße, Geschlecht und Alter) und das derzeitige Mobilitätsverhalten der Befragungsteilnehmer (z.B. Fahrtziele, Fahrzeiten und Nutzungshäufigkeitenabfragen zum ÖV, zur Mitnahmemöglichkeit, zur evtl. vorhandenen Übertragbarkeitsfunktion, von Nachtbussen und zur Mitnahme von Fahrrädern) erfassen. Hieran anschließend werden Selbsteinschätzungen zu zukünftigen und hypothetischen Nutzungshäufigkeiten erhoben (z.B. „Wie oft würden Sie Ihr Fahrrad im ÖV mitnehmen, wenn die Mitnahmemöglichkeit bereits im Abo-Ticket enthalten wäre?“). Mittels dieser Fragen sollen mögliche Kannibalisierungseffekte zu Tickets des Gelegenheitsverkehrs aufgedeckt werden und die Probanden bezüglich eventuell einzuführender Zusatzeigenschaften, anhand derer im folgenden Preisexperiment die Produktdifferenzierung erfolgt, sensibilisiert werden.

Abschließend werden die für die CBCA relevanten Auswahlentscheidungen abgefragt. Dies geschieht durch die Verwendung eines orthogonalen Designs. Ein orthogonales Design generiert eine sinnvolle Auswahl der Merkmalsausprägungen von Variablen aus einem vollständigen Design, die möglichst alle Interaktionseffekte zwischen den Merkmalsausprägungen der Variablen abdeckt (Hillig, Th. 2006, S. 46). Das Auswahl-experiment besteht aus einer neunmal zu wiederholenden Auswahlentscheidungsabfrage. Diese verknüpft in ihrem Leistungsumfang variierende Abo-Ticket-Angebote mit von Abfrage zu Abfrage variierenden Preisen.

Die zu den Auswahlalternativen zugehörigen Preise werden entsprechend des orthogonalen Designs systematisch mit jeder Abfrage variiert. Es wurden folgende neun Preisexperimente, mit abweichenden prozentualen Veränderungen des derzeitigen Abopreises, konstruiert:

Das Choice-Set, das die Wahlmöglichkeiten darstellt, besteht aus drei Auswahlalternativen:

1. Ein personengebundenes „Basisticket“, welches außer der unbegrenzten Beförderungsleistung in den gewählten Tarifgebieten keine weiteren Leistungen enthält,
2. ein wahlweise übertragbares „Premiumticket“, welches im Leistungsumfang des Zusatznutzens von Abfrage zu Abfrage variiert (vgl. Tabelle 3.2: Die in der zweiten Tabellenfelderzeile angegebenen Leistungskomponenten entfallen in vier von neun Auswahlabfragen),

Experiment	Basisticket in [%]	Premiumticket in [%]
1	+5	+14
2	+0,5	+14
3	+0,5	+5
4	-5	+5
5	+5	+5
6	+0,5	+22
7	-5	+14
8	+5	+22
9	-5	+22

Tabelle 3.1: Preisvariationen bei den neun Auswahlentscheidungen

3. eine Nicht-Wahl-Option, die der Befragungsteilnehmer wählen kann, wenn er sich für keine der präsentierten Ticketvarianten entscheiden würde.

Der eben beschriebene Fragebogen wurde 1181 aktuellen Monatskarten-Abonnenten zugeschickt. Dies entspricht einer Stichprobenquote von etwa 5,5 Prozent sämtlicher Monatskarten-Abonnenten. Die postalische Zusendung gibt den Probanden die Möglichkeit zum Einlesen in die Thematik. Anschließend hieran erfolgte die telefonische Befragung der Abonnenten. Deren Ergebnisse liegen in einer Datentabelle vor, in der jeder Proband durch einen Datensatz repräsentiert wird. Zusätzlich zu den eben aufgeführten Daten liegen die Wohnorte der Probanden und die landkreisfeine Aufteilung der Abokunden vor.

## 3.2 MODELLBILDUNG

### 3.2.1 Datenaufbereitung

Von den 1181 gegebenen Datensätzen entfernen wir zu Beginn der Untersuchung 24. Dieser Schritt liegt darin begründet, dass die betreffenden Probanden entweder über einen Wohnort außerhalb des Tarifgebietes verfügen oder deren Datensatz unvollständig vorliegt. Von den anfangs 124 Variablen werden weiterhin diejenigen entfernt, von denen wir uns bei weiterer Betrachtung keinen Informationsgewinn für die Auswertung erwarten (wie bspw. zahlreiche Freitextantworten) oder deren Analyse im Rahmen einer CBCA nicht möglich ist. Die verbleibenden Datensätze werden nun mittels der gegebenen Wohnorte geocodiert, um sie mit den zusätzlichen Informationen „durchschnittliche PKW-Verfügbarkeit“ und „durchschnittliches Einkommen“ zu kombinieren. Diese konnten über das „Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik NRW“ beschafft werden und liegen landkreisfein vor.

Alternative 1	Alternative 2	Alternative 3
ist personengebunden, enthält keine Mitnahmemöglichkeit	ist wahlweise übertragbar oder persönlich, enthält die Möglichkeit, abends und am Wochenende einen Erwachsenen und mehrere Kinder mitzunehmen, Montag bis Freitag gilt die Kindermitnahme ab 9 Uhr,	gar kein Abo-Ticket
und keine weiteren Zusatzleistungen.	am Wochenende netzweit gültig, ermöglicht die Mitnahme eines Fahrrads sowie die zuschlagsfreie Nutzung der Nachtbusse, ermäßigtes Partnerabo und enthält eine weitere Mobilitätsgarantie.	falls für Sie Ihre Alternativen zum Abo günstiger sind
und kostet {VAR PREIS 1A}	und kostet {VAR PREIS 2A}	
Für welche Variante würden Sie sich entscheiden? (ein numerisches Feld, Werte 1, 2 oder 3)		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabelle 3.2: Auszug aus dem Fragebogen - Preisexperiment

Für die anschließende Schätzung der Koeffizienten wollen wir uns des von Bierlaire <sup>1</sup> entwickelten und frei verfügbaren Softwarepaketes Biogeme<sup>2</sup> bedienen. Hierfür ist es notwendig, die Eingangsdatenbank derart umzustrukturieren, dass jede der Auswahlabfragen in Kombination mit den individualspezifischen Merkmalen einen eigenen Datensatz bildet.

### 3.2.2 Spezifikation einer Nutzenfunktion und Koeffizientenschätzung

Wir gehen davon aus, dass zusätzlich zu den im Experiment abgefragten Variablen die folgenden generierten Variablen Einfluss auf die Kaufentscheidung haben:

- avgcarav: Den Probanden wird die für ihren Wohnort zutreffende „Anzahl von PKW pro 1000 Einwohner“ zugeschlüsselt, um Substitutionsmöglichkeiten des ÖV durch den MIV abzubilden.
- avginc: Weiterhin wird eine Abhängigkeit der Kaufentscheidung vom Einkommen vermutet. Da hier keine probandengenauen Daten vorliegen, entscheiden wir uns, den Probanden das vom statistischen Landesamt NRW erhaltene „Durchschnittseinkommen pro Monat“ (avginc) zuzuordnen.

<sup>1</sup><http://transp-or.epfl.ch/>

<sup>2</sup>Bierlaire, M. (2003). BIOGEME: A free package for the estimation of discrete choice models, Proceedings of the 3rd Swiss Transportation Research Conference, Ascona, Switzerland.

- **ticpreis** (Preis des derzeitig bezogenen Abotickets pro Monat): Diese Variable gibt für den jeweiligen Probanden den derzeitigen Abopreis pro Monat in Euro an und ist näherungsweise ein Maß für die Weite der unternommenen Fahrten.
- **sex** (Geschlecht): Für das Geschlecht wird eine Binärcodierung gewählt, wobei Männer durch die Null und Frauen durch die Eins repräsentiert werden.
- **age** (Alter): Die Lebensphasenzugehörigkeit der Probanden wird ausschließlich durch die Altersangabe in Jahren erfasst.
- **adult** (Anzahl Erwachsener im Haushalt): Hinter dieser Angabe verbirgt sich die Vermutung, dass die Anzahl von Erwachsenen pro Haushalt mit einer höheren Zahlungsbereitschaft für eine übertragbare Abozeitkarte zusammenhängt.
- **kids** (Anzahl von Kindern und Jugendlichen im Haushalt): Hinter der Einbeziehung dieser Variable liegt die Vermutung, dass kinderreiche Familien über ein anderes Verkehrsmittelwahlverhalten verfügen als kinderlose.
- **nhfabo** (Nutzungshäufigkeit des Abos pro Monat)
- **nhfext** (Fahrtenhäufigkeit außerhalb der gebuchten Tarifzone pro Monat)
- **nhfmitn** (Nutzungshäufigkeit der Mitnahmeoption pro Monat): Diese Variable soll den Nutzen einer im Aboticket beinhalteten Mitnahmemöglichkeit von weiteren Personen in Schwachlastzeiten abbilden.
- **nhfueb** (Nutzungshäufigkeit der Übertragbarkeitsfunktion pro Monat): Nutzungshäufigkeit der evtl. vorhandenen Übertragbarkeitsfunktion pro Monat.
- **zusatz**: Durch die Variation des Umfangs im Bereich der Zusatzleistungen bei der Variante Premiumticket, entscheiden wir uns, das Vorhandensein der Nutzenkomponenten „netzweite Gültigkeit am Wochenende, kostenlose Fahrradmitnahme und Nachtbusnutzung, erweiterte Qualitätsgarantie und ermäßigte Partnerkarten“ durch eine Binärcodierung abzubilden. Die Variable **zusatz** nimmt den Wert Eins an, wenn die Zusatzoptionen zur Verfügung stehen und den Wert Null, wenn sie nicht zur Verfügung stehen.

Die Nichtwahloption wird als Referenzalternative festgelegt. Die Schätzkoeffizienten der Alternative Basisticket und der Alternative Premiumticket werden im folgenden stets relativ zu dieser Alternative angegeben, wobei positive Schätzkoeffizienten eine relative Nutzenerhöhung und negative Schätzkoeffizienten eine relative Nutzensenkung darstellen.

### 3.2.3 Interpretation der Schätzungsergebnisse

Die in der Tabelle 3.3 dargestellten Schätzkoeffizienten werden im Folgenden erläutert und interpretiert: Bei Betrachtung des Schätzergebnisses des Grundnutzens ASC (1.2, 2.2) fällt auf, dass das Basisangebot über einen höheren Schätzkoeffizienten als das Premiumticket verfügt. Dies kann damit begründet werden, dass der Grundnutzen im Bereich des öffentlichen Personennahverkehrs die Beförderungsleistung in den ausgewählten Tarifzonen darstellt, welche durch beide Ticketvarianten sichergestellt wird. Probanden, die ausschließlich an der reinen Beförderungsleistung interessiert sind, tendieren zum Kauf des preiswerteren Basisangebotes.

Der aus den Auswahlexperimenten gewonnene Schätzkoeffizient *Preis* (0.1) weist einen großen Einfluss auf die Nutzenwerte der Ticketalternativen auf. Der Wert -0,182 gibt den Faktor an, welcher multipliziert mit dem Preis einer Abo-Zeitkarte die Nutzenverringering je zusätzlichen Euro an gibt.

Einen starken Einfluss auf das Gesamtergebnis weist ebenfalls der Schätzkoeffizient *ticpreis* (1.5, 2.5) auf. Da im untersuchten Verkehrsgebiet durch die Tarifzonengestaltung der zu entrichtende Abopreis mit der Fahrtweite positiv korreliert, stellt dieser Wert eine Näherung für die vom Probanden durchschnittlich zurückgelegten Fahrtweiten dar. Der etwas höhere Schätzkoeffizient der Premiumvariante weist darauf hin, dass der Nutzen des Premiumtickets mit der Fahrtlänge stärker ansteigt als der des Basistickets. Zwar scheint dies auf den ersten Blick plausibel zu sein - allerdings muss beachtet werden, dass der Nutzengewinn, der durch eine netzweite Gültigkeit des Tickets entsteht, in niedrigen Preisstufen i.d.R. höher als in der Höchstpreisstufe anzusehen ist.

Der Schätzkoeffizient *avgcarav* (1.4, 2.4) ist wenig aussagekräftig. Dies kann daran liegen, dass diese Daten bereits in auf Gemeindeebene aggregierter Form in das Modell eingeflossen sind. Diese Variable wird nicht aus dem Modell entfernt, da dies hier die einzige Möglichkeit ist, die PKW-Verfügbarkeit zu approximieren. Interessanterweise lässt das negative Vorzeichen des Koeffizienten darauf schließen, dass der Nutzen beider Tickets mit steigender PKW-Anzahl in der Gemeinde abnimmt. Der PKW lässt sich damit als eine Substitutionsmöglichkeit zum ÖPNV interpretieren. Dass das Geschlecht bei der Kaufentscheidung von Bedeutung ist, spiegelt sich im Schätzkoeffizienten *sex* (1.6, 2.6) wider. Frauen verfügen den Schätzkoeffizienten zufolge über einen signifikant höheren Nutzen beim Kauf von einem der beiden Abo-Tickets als Männer. Dies könnte auch das Abbild der PKW-Nutzung in Familien widerspiegeln, wonach bei der Verfügbarkeit eines PKW pro Haushalt dieser von männlichen Familienangehörigen genutzt wird.

Weiterhin scheint der Nutzen von beiden Ticketvarianten im höheren Alter (1.7, 2.7) geringer zu sein, wobei der Nutzen des Basistickets wesentlich geringer ist als der der Premiumvariante. Dies ist evtl. auf eine Bevorzugung von höherwertigen Tickets mit zunehmendem Alter zurückzuführen. Die Schätzergebnisse zeigen, dass der Nutzen eines ÖPNV-Abonnements positiv mit der Zahl von Erwachsenen pro Haushalt zusammenhängt (1.8, 2.8). Dieser Effekt kann darin begründet liegen, dass größere Haushalte zur Abdeckung ihrer Mobilität neben dem PKW auch auf weitere Ver-

Variablen- nummer	Beschreibung	Schätz- koeffizient	Robust Asympt. Standardfehler	<i>t</i> -Test	<i>p</i> -Wert
<b>Preis</b>					
0.1	Preis	-0.182	0.00663	-27.51	0.00
<b>Basisticket</b>					
1.2	ASC	1.74	0.614	2.83	0.00
1.3	avginc	0.000730	0.000257	2.85	0.00
1.4	avgcarav	-0.00415	0.00130	-3.18	0.00
1.5	ticpreis	0.194	0.00704	27.57	0.00
1.6	sex	0.319	0.0729	4.37	0.00
1.7	age	-0.0143	0.00294	-4.87	0.00
1.8	adult	0.142	0.0368	3.85	0.00
1.9	kids	-0.0960	0.0377	-2.54	0.01
1.10	nhfabo	0.00546	0.00198	2.76	0.01
1.11	nhfext	-0.0219	0.00955	-2.29	0.02
1.12	nhfmitn	-0.117	0.0137	-8.53	0.00
1.13	nhfueb	-0.106	0.00981	-10.80	0.00
<b>Premium</b>					
2.2	ASC	0.0436	0.561	0.08	0.94
2.3	avginc	0.000444	0.000235	1.89	0.06
2.4	avgcarav	-0.00103	0.00120	-0.87	0.39
2.5	ticpreis	0.204	0.00770	26.55	0.00
2.6	sex	0.376	0.0659	5.70	0.00
2.7	age	-0.00457	0.00272	-1.68	0.09
2.8	adult	0.175	0.0333	5.25	0.00
2.9	kids	0.117	0.0322	3.65	0.00
2.10	nhfabo	0.00612	0.00175	3.50	0.00
2.11	nhfext	0.0276	0.00794	3.48	0.00
2.12	nhfmitn	7.42e-05	0.00740	0.01	0.99
2.13	nhfueb	-0.00189	0.00444	-0.43	0.67
2.14	zusatz	0.701	0.0457	15.34	0.00
Final log-likelihood				-8935.354	
Anzahl der Beobachtungen				10458	

Tabelle 3.3: Schätzkoeffizienten

kehrsmittel angewiesen sind. Überraschenderweise ist der Unterschied in den Schätzkoeffizienten zwischen Basis- und Premiumangebot recht klein. Wir hätten erwartet, dass sich die Übertragbarkeitsfunktion des Premiumtickets in dieser Komponente wesentlich stärker zu dessen Gunsten auswirkt.

Im Fall des Basistickets wirkt sich die Anzahl der Kinder pro Haushalt negativ auf die Auswahlwahrscheinlichkeit dieser Alternative aus (1.9), wobei die gleiche Eigenschaft im Fall der Premiumvariante einen positiven Nutzen stiftet (2.9). Berücksichtigt man die Leistungseigenschaften dieser beiden Alternativen, wobei besonders die Premiumvariante im Vergleich zur Basisvariante die Mitnahme von Kindern ermöglicht, so scheint dieses Resultat ein gutes Abbild der Realität darzustellen.

Die Schätzergebnisse der vier Nutzungshäufigkeiten (1.10 - 1.13, 2.10 - 2.13) sind wiederum eher mit einem geringeren Aussagewert behaftet. Beide Ticketvarianten weisen einen positiven Zusammenhang der Nutzenkomponenten mit der Nutzungshäufigkeit des Abonnements pro Monat auf. Hierbei ist der Nutzenwert des Premiumangebots geringfügig höher als der der Basisvariante, was tendenziell darauf schließen lässt, dass die Probanden mit zunehmender Nutzungsintensität zum höherwertigen Produkt tendieren.

Die Nutzungshäufigkeit des Abonnements außerhalb der eigenen gebuchten Tarifzonen wird in der Variable *nhfext* repräsentiert. Interessanterweise verfügt das Basisangebot über einen Schätzkoeffizienten mit negativem Vorzeichen (1.11), der Schätzkoeffizient des Premiumangebots hingegen über einen mit positivem Vorzeichen (2.11). Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass das Premiumticket in gewissem Maße (teilweise netzweite Gültigkeit am Wochenende) den Wunsch nach Mobilität außerhalb der gebuchten Tarifzone bereits abdeckt. Die Höhe der Mitnahmehäufigkeit wirkt sich nahezu ausschließlich auf den Nutzen des Basisangebotes aus: Je öfter die Probanden Personen auf ihrem Ticket in Schwachlastzeiten mitnehmen, desto negativer erscheint ihnen der Nutzen des Basisangebots im Vergleich zur Nichtwahl (1.12).

Mit zunehmender Übertragungshäufigkeit des Abotickets sinkt bei beiden Ticketvarianten der Nutzen (1.13, 2.13). Auffallend ist, dass die Nutzensenkung bei dem Premiumangebot, welches als übertragbares Ticket erhältlich ist, wesentlich geringer ausfällt als beim Basisticket.

Abschließend sei noch kurz auf den Einfluss der Zusatzoptionen auf den Nutzen des Premiumangebotes eingegangen: Der Schätzkoeffizient +0,701 zeigt, dass das Vorhandensein der erweiterten Zusatzkomponenten beim Premiumticket erwartungsgemäß einen positiven und signifikanten Einfluss auf die Bewertung des Premiumangebots ausübt (2.14).

Neben den Werten der Schätzkoeffizienten ( $\hat{\beta}$ ) generiert Biogeme in der Ausgabedatei auch eine kurze Zusammenfassung zu den Schätzergebnissen. Neben der Anzahl der Beobachtungen (10458) sind vor allem Kennzahlen aufgelistet, die die Qualität der Schätzungsergebnisse messen. So überprüfen wir die Modellgüte zusätzlich anhand eines Likelihood-Ratio-Tests. In dessen Ergebnis kann bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  und 25 Freiheitsgraden die Nullhypothese ( $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{26} = 0$ ) abgelehnt werden.

## 3.3 MARKTSIMULATION

### 3.3.1 Marktsegmentierung

Wie bereits ausführlich dargelegt, müssen geeignete Segmentationsvariablen im Vorfeld der Simulation ausgewählt werden. Im vorliegenden Analysebeispiel wäre eine Segmentierung nach dem Geschlecht des Probanden denkbar, wobei ausgehend von der stark unterschiedlichen Siedlungsstruktur in den einzelnen Tarifzonen eine Segmentierung bezüglich der Tarifzone ebenfalls sinnvoll erscheint. Das Bedürfnis nach Mobilität hängt i.d.R. stark von der Siedlungsstruktur der jeweiligen Tarifzone ab. In diesem Zusammenhang wird eine relative Verkehrsnachfragesteigerung in ländlichen Regionen vermutet. Hierbei ist festzustellen, dass ausgehend von den Strukturmerkmalen (Arbeitsplätze, Einkaufs- und Freizeitmöglichkeiten) ein direkter Einfluss auf das Mobilitätsverhalten besteht (Kramer, C. 2005, vgl. S.137-141). Weiterführend ist die Segmentierung nach der Variable der PKW-Verfügbarkeit im Kontext von Verkehrsmittelwahlmodellen als sinnvoll zu erachten. Insofern einem Proband kein PKW zur Verfügung steht, fallen diesbezüglich eventuelle Substitutionsmöglichkeiten zum ÖV weg. In der vorliegenden Telefonbefragung wird das Vorhandensein, beziehungsweise die Nutzungshäufigkeit eines PKW, nicht explizit hinterfragt. Die Anreicherung der Datensätze mit der mittleren PKW-Verfügbarkeit einer Tarifzone hat nur einen schwachen Erklärungsbeitrag für das Modell leisten können. Dies liegt sehr wahrscheinlich in der geringen Variation der durchschnittlichen PKW-Verfügbarkeit über alle Tarifzonen begründet. Bereits rund ein Drittel (33,56%) aller Befragten entstammen einer Tarifzone, welche bei einer PKW-Verfügbarkeit von 576 [PKW/1000 Einwohner] sehr nahe am Mittelwert der Grundgesamtheit liegt (559.16 [PKW/1000 Einwohner]). Letztlich schwächt das Fehlen der disaggregierten PKW-Verfügbarkeit die Prognosevalidität der Modellrechnung und schließt eine Segmentierung diesbezüglich aus.

Bei den beiden verbleibenden Segmentationsvariablen Geschlecht und Tarifzone ist die Datenbasis wie folgt: Für eine präzise Simulation ist es notwendig, die exakte Verteilung bezüglich des Geschlechts in der Grundgesamtheit (Abokunden) in Abhängigkeit von der jeweiligen Tarifzone zu kennen. Da diese Daten für die Untersuchung nicht zugänglich sind, jedoch die Verteilung des Geschlechts bezogen auf die gesamten Einwohner eines Tarifgebiets bekannt ist, wählen wir diese behilfswise. Dies führt folglich zu möglichen Verzerrungen in der Simulation, da die geschlechtsspezifische Verteilung bezogen auf die Einwohner in einer Tarifzone eventuell nicht der Grundgesamtheit der Abokunden entspricht. Die Verteilung der Abokunden in den Tarifzonen ist bekannt und in Abbildung 3.1 dargestellt.

Sie ist somit zur Segmentierung geeignet. Ersichtlich wird außerdem, dass bereits ein Drittel der Tarifzonen mehr als 60% der Abokunden ausmachen.

Anschließend an die Simulation der probandenspezifischen Auswahlwahrscheinlichkeiten werden

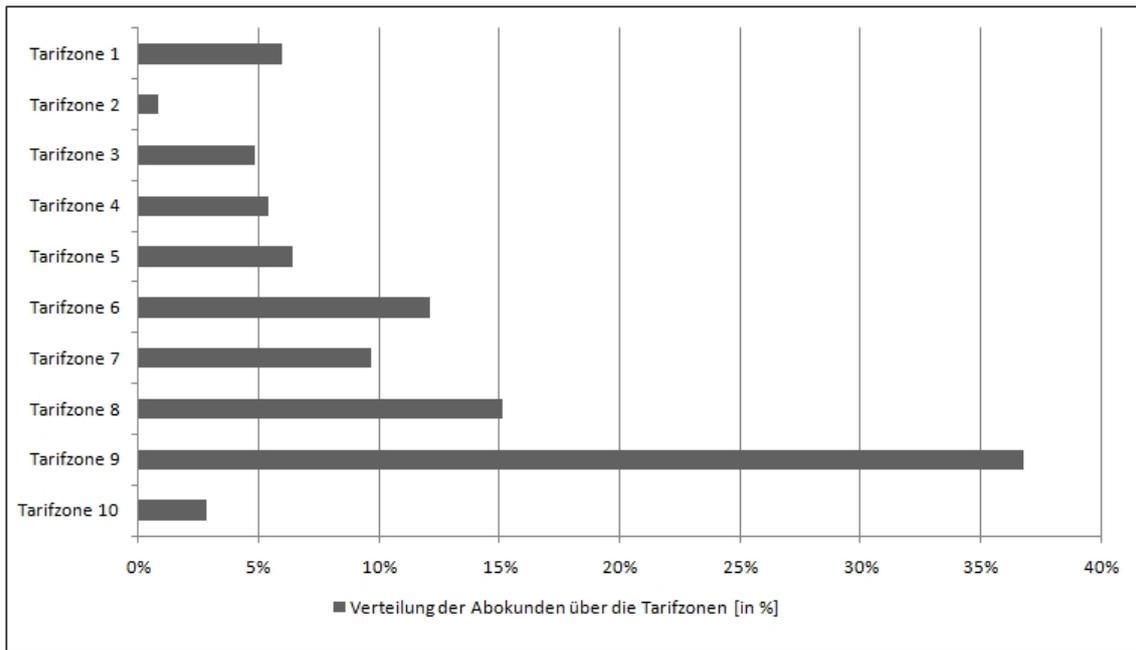


Abbildung 3.1: Verteilung aller Abokunden

diese bezüglich oben vorgestellter Variablen segmentiert. Hieraus lassen sich geschlechtsspezifisch und für jede Tarifzone durchschnittliche Auswahlwahrscheinlichkeiten bestimmen, anhand derer, bezogen auf die Szenarien, Hochrechnungen für die zu erwartenden Abokunden und der daran geknüpften Umsätze bestimmt werden. Diese Ergebnisse werden im anschließenden Abschnitt 3.3.2 dargestellt.

### 3.3.2 Simulationsergebnisse

Abhängig vom jeweiligen Preisexperiment ergeben sich Auswahlwahrscheinlichkeiten für neun Szenarien. Für Szenario eins sind diese in Tabelle 3.4 dargestellt. In Abbildung 3.2 sind die Marktanteile der einzelnen Alternativen aller Szenarien graphisch dargestellt.

Bereits im ersten Szenario wird deutlich, dass die Verteilung der Auswahlwahrscheinlichkeiten bezüglich der Alternativen in den einzelnen Tarifzonen höchst unterschiedlich sind. Die im Vorfeld getroffene Vermutung, dass regional unterschiedliche Präferenzen bezüglich der Ausgestaltung des ÖPNV - Angebots existieren, wird hierin offensichtlich. Besonders die abokundenstärkste Tarifzone 9 zeigt eine überdurchschnittliche hohe Auswahlwahrscheinlichkeit für die Premiumalternative. Interessanterweise wird hierbei gleichermaßen eine überdurchschnittlich hohe Auswahlwahrscheinlichkeit der Nichtwahl-Alternative ermittelt. Weiterhin zeigt sich über die verschiedenen Szenarien die Tendenz, dass Tarifzonen mit geringerer Einwohnerdichte im Vergleich zu Agglomerationsräumen eine geringere Auswahlwahrscheinlichkeit der Nicht-Wahl-Alternative haben. Dies ist ein Indiz für eine niedrigere Preissensitivität der Abokunden in ländlichen Regionen. Zusätzlich fällt

Tarifzone	Anzahl Probanden		Basic in [%]		Premium in [%]		Nichtwahl in [%]	
	w	m	$P_w$	$P_m$	$P_w$	$P_m$	$P_w$	$P_m$
Tarifzone 1	129	52	23,90	22,86	62,15	59,22	13,95	17,92
Tarifzone 2	50	14	28,11	24,46	61,05	59,91	10,84	15,63
Tarifzone 3	37	33	21,73	20,14	64,29	61,48	13,98	18,37
Tarifzone 4	42	28	20,50	19,86	66,28	63,63	13,23	16,50
Tarifzone 5	50	20	21,92	22,07	64,04	60,03	14,04	17,91
Tarifzone 6*	102	51	20,76	21,99	66,03	60,19	13,20	17,83
Tarifzone 7	45	12	21,73	25,76	66,29	58,44	11,98	15,79
Tarifzone 8	47	20	19,57	19,80	68,91	65,09	11,52	15,12
Tarifzone 9*	289	101	15,79	17,54	70,80	64,92	13,41	17,55
Tarifzone 10	30	10	21,53	19,27	65,81	63,21	12,65	17,52
Durchschnitt	$\approx 82$	$\approx 34$	21,55	21,38	65,57	61,61	12,88	17,01

\*Tarifzone mit überdurchschnittlich hoher Einwohnerdichte ( $> 800[EW/km^2]$ )

Tabelle 3.4: Auswahlwahrscheinlichkeit Experiment 1 [Basic + 5% , Premium + 14%]

uns in diesem Zusammenhang auf, dass Tarifzonen mit geringerer Siedlungsdichte eine größere Auswahlwahrscheinlichkeit für die Basisalternative im Vergleich zur Premiumalternative haben. Das Erlössteigerungspotenzial ist folglich in Agglomerationsräumen größer.

Der geschlechtsspezifische Einfluss weist hinsichtlich der Auswahlwahrscheinlichkeiten eine geringere, aber dennoch beachtenswerte Bedeutung auf. In der Basisvariante wird für das weibliche Geschlecht ein positiver Schätzkoeffizient  $\hat{\beta}$  von 0,32 geschätzt. Bei der Premiumalternative liegt dieser sogar bei 0,38. Dieses Ergebnis spiegelt sich in den berechneten Auswahlwahrscheinlichkeiten der Segmente männlich / weiblich wider. Bei einer Betrachtung der Premiumalternative zeigt sich im Mittel über alle Szenarien, dass Frauen eine 4%-Punkte höhere Auswahlwahrscheinlichkeit dieser Alternative besitzen (vgl. hierzu Abbildung 3.2). In diesem Zusammenhang wäre es vermutlich aufschlussreich zu prüfen, wie sich dieses Ergebnis unter der Hinzunahme der probandenspezifischen PKW-Verfügbarkeit verändert. Wir vermuten, dass der Frauenanteil, dem ein PKW zur Verfügung steht, geringer ist als derjenige des männlichen Geschlechtes. Es wäre zu untersuchen, ob die nach dem Geschlecht segmentierte PKW-Verfügbarkeit signifikant die Auswahlwahrscheinlichkeit der Premiumalternative beeinflusst.

Weiterhin hat sich gezeigt, dass bis zu einer Preisdifferenz von 10%-Punkten (Szenario 4) die Auswahlwahrscheinlichkeit der Premiumalternative stets größer ist als die der Basisalternative. Dies spricht zum einen für die Art der Ausgestaltung des Premiumabos und zum anderen für das Potential einer Angebotsdifferenzierung im Abokundensegment. Prinzipiell ist diese Aussage aber kritisch zu hinterfragen. Bei den im Folgenden betrachteten Umsätzen zeigt sich, dass die umsatzstärksten Preiskombinationen keineswegs durch große Preisdifferenzen zwischen den Produktenalternativen

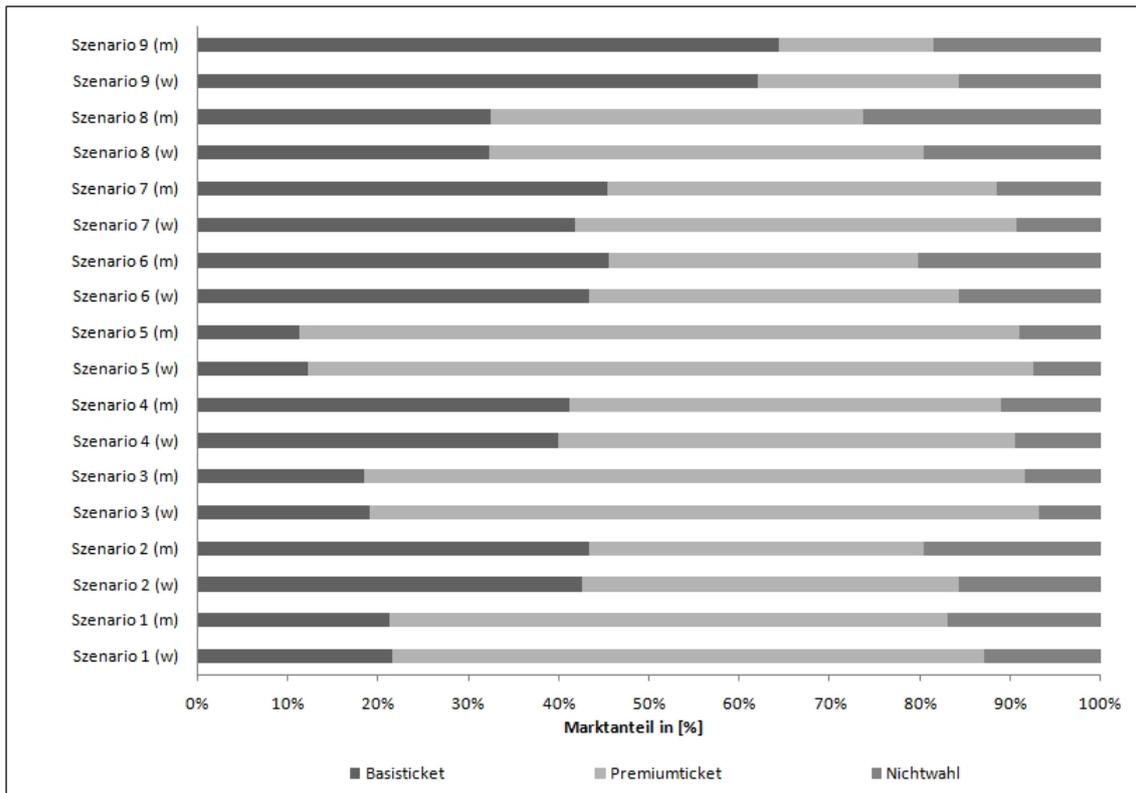


Abbildung 3.2: Marktanteil der einzelnen Alternativen

gekennzeichnet sind.

Zur Umsatzberechnung werden die segmentspezifischen Auswahlwahrscheinlichkeiten mit der zu berücksichtigenden Anzahl an Abokunden multipliziert. Abbildung 3.3 veranschaulicht die Umsätze je Szenario.

Szenario 5 stellt gemäß der Berechnung das umsatzstärkste Ergebnis dar, hat jedoch durch die Preissteigerungskombination (Basisticket +5%/ Premiumticket +5%) kaum praktische Relevanz. Die Umsetzung des Szenarios 3 (Basisticket +0,5%/ Premiumticket +5%), welches den zweitgrößten Umsatz erzielt und eine Preis- und Leistungsdifferenzierung der Abo-Monatskatzen nahelegt, scheint nicht nur in der Praxis eine sinnvolle Preisausgestaltung darzustellen, sondern hat zudem eine überdurchschnittliche Auswahlwahrscheinlichkeit (weiblich:  $\approx 74\%$ , männlich:  $\approx 73\%$ ) der Premiumalternative erzielt.

PROBST CONSORTEN Marketing-Beratung hat in einer ähnlich angelegten Modellschätzung die gleichen Schlussfolgerungen erzielt. Die untersuchte Tarifgemeinschaft hat mittlerweile eine Preis- und Leistungsdifferenzierung ihres Abo-Monatskartentarifs umgesetzt. Problematisch an unserer Prognose erweist sich vor allem, dass wir keine Neukundengewinnungseffekte berücksichtigt haben. Die Grundgesamtheit in unserer Schätzung wird lediglich durch aktuelle Abokunden repräsentiert. Eine Prognose der durch Neukunden generierten Umsätze haben wir nicht durchgeführt. Weiterhin kann die Auswahl und Aufarbeitung der in unserem Modell berücksichtigten Variablen kritisiert

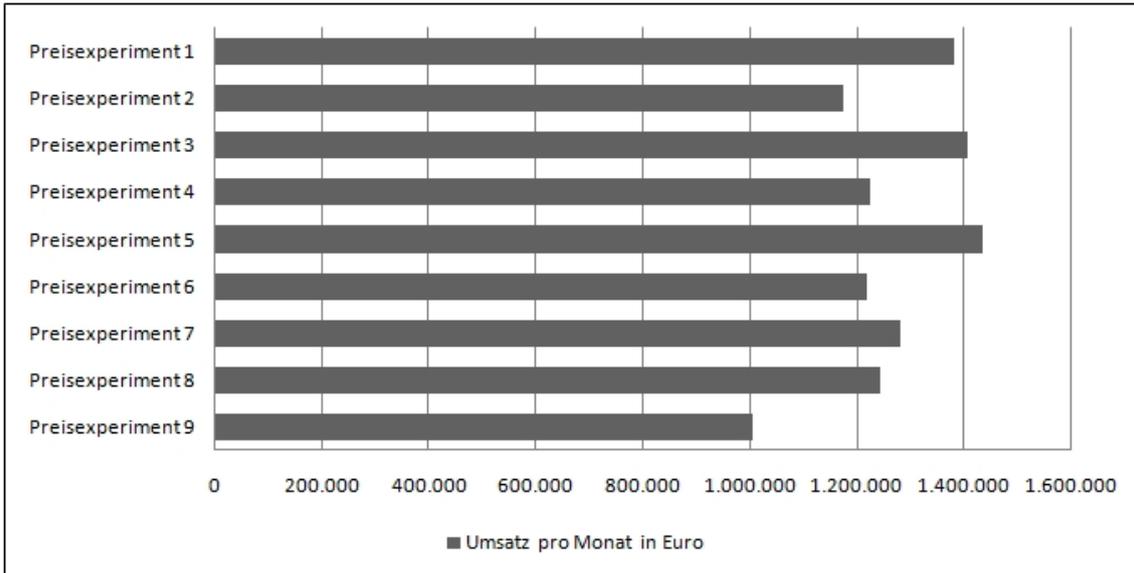


Abbildung 3.3: Umsatz

werden. So ist fraglich, ob eine ähnlich hohe Modellgüte nicht durch eine geschicktere Verknüpfung der berücksichtigten Variablen erzielt werden könnte.

## 4 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Dass zur Schätzung von Kundenpräferenzen im ÖPNV die CBCA eine brauchbare Analysemethode darstellt, konnte in den vorangehenden Kapiteln gezeigt werden. Hierfür wurden mittels einer bereits vorhandenen Datenbank, die durch eine umfassende Kundenbefragung in einem Verkehrsraum des ÖPNV erhoben wurde, die Fragestellung untersucht, ob eine Preis- sowie Produktdifferenzierung von Abo-Monatskarten zu Erlös- und Kundennutzensteigerungen führen kann.

Nach Durchführung einer Datenanalyse, einer Modellschätzung sowie einer Marktsimulation kommen wir zu dem Ergebnis, dass eine Preis- und Leistungsdifferenzierung des Abo-Monatskartenangebots in „Basis- und Premiumalternative“ (mit konstant zu haltendem Preis der Basisalternative und etwa 5 Prozent höherem Preis der Premiumalternative) die erlösmaximale Gestaltungsoption im bereits vorhandenen Kundenstamm darstellt.

In unserer Untersuchung werden Neukundeneffekte und Kannibalisierungseffekte von Tickets des Gelegenheitsverkehrs außer Acht gelassen. Dementsprechend sollten die erzielten Ergebnisse nicht ohne weiteres auf den gesamten Fahrgastmarkt im betrachteten Verkehrsraum übertragen werden. Weiterhin scheint uns an unserer Analyse sowohl die Auswahl und die Aufarbeitung der betrachteten Variablen als auch die exaktere Segmentierung der Kundengruppen noch zusätzliches Verbesserungspotenzial aufzuweisen.

Abschließend sei erwähnt, dass die CBCA neben der Herausstellung einer Handlungsempfehlung zur Preis- und Leistungsgestaltung auch individualspezifische Eigenschaften eines „idealen ÖPNV-Kunden“ enthält, auf die in weiterführenden Analysen zurückgegriffen werden kann.

# LITERATURVERZEICHNIS

- Angermüller, W. 2007. "Kundenzufriedenheit und Ihr Einfluss auf die Nachfrage - Ein strategisches Instrument zur Erlössteigerung." *Der Nahverkehr* 25(7-8):Seite 61ff.
- Bartsch, H. 2001. *Taschenbuch Mathematischer Formeln*. Vol. 19. Fachbuchverlag Leipzig.
- Ben-Akiva, M., Lerman, S. 1991. *Discrete Choice Analysis - Theory and Application to Travel Demand*. Number 4. The MIT Press, Cambridge.
- Eckardt, F. 2004. Abschätzung der Marktchancen innovativer Verkehrsangebote für den Personenverkehr in Ballungsgebieten Dissertation TU Berlin, Fakultät Wirtschaft und Management.
- Hartmann, A., Sattler, H. 2002. "Commercial Use of Conjoint-Analysis in Germany, Austria, and Switzerland." *Arbeitspapier Universität Hamburg* .
- Hensher, D., Button, K. 2008. *Handbook of Transport Modelling*. 2 ed. Amsterdam: Elsevier.
- Hillig, Th. 2006. *Verfahrensvarianten der Conjoint-Analyse zur Prognose von Kaufentscheidungen*. Deutscher Universitäts-Verlag.
- Koppelman, S., Bhat, C. 2006. "A Self Instructing Course in Mode Choice Modeling: Multinomial and Nested Logit Models."  
[http://www.ce.utexas.edu/prof/bhat/COURSES/LM\\_Draft\\_060131Final-060630.pdf](http://www.ce.utexas.edu/prof/bhat/COURSES/LM_Draft_060131Final-060630.pdf)
- Kramer, C. 2005. *Zeit für Mobilität - Räumliche Disparitäten der individuellen Zeitverwendung für Mobilität in Deutschland*. Vol. 138 of *Erdkundliches Wissen. Schriftenreihe für Forschung und Praxis (EW)* 1 ed. Stuttgart: Franz-Steiner-Verlag.
- Schulz, M., Meinhold, C. 2003. "Quantifizierung des Schienenbonus - Messung des Kundennutzens mittels Choice-Based-Conjoint-Analyse." *Der Nahverkehr* 21(6):S. 26 ff.

Train, K. 2002. *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge: Cambridge University Press.

**SEIT 1998 SIND FOLGENDE DISKUSSIONSBEITRÄGE ERSCHIENEN:**

- 1/1998 Röhl, Klaus-Heiner: Gewerbeflächenmanagement in Agglomerationsräumen - Institutionelle Lösungsansätze und die Einflußmöglichkeiten der Regionalplanung**
  
- 2/1998 Bröcker, Johannes und Frank Richter: Entwicklungsmuster ostdeutscher Stadtregionen nach 1945**
  
- 3/1998 Bröcker, Johannes: Welfare Effects of a Transport Subsidy in a Spatial Price Equilibrium**
  
- 4/1998 Bröcker, Johannes: Spatial Effects of Transeuropean Networks: preliminary results from a spatial computable general equilibrium analysis**
  
- 5/1998 Bröcker, Johannes: Spatial Effects of Transport Infrastructure: The Role of Market Structure**
  
- 1/1999 Bröcker, Johannes und Martin Schneider: How does Economic development in Eastern Europe affect Austria's regions? A multiregional general equilibrium framework**
  
- 2/1999 Richter, Frank: Ökonomische Hintergründe der Verwaltungsreform von 1952 in der DDR**
  
- 1/2000 Röhl, Klaus-Heiner: Die Eignung der sächsischen Agglomerationsräume als Innovations- und Wachstumspole für die wirtschaftliche Entwicklung des Landes**
  
- 2/2000 Röhl, Klaus-Heiner: Der Aufbau der ostdeutschen Infrastruktur und sein Beitrag zur wirtschaftlichen Entwicklung in Sachsen**
  
- 3/2000 Kummer, Sebastian; Mating, Anette; Käsbauer, Markus; Einbock, Marcus: Franchising bei Verkehrsbetrieben**
  
- 4/2000 Westphal, Jan R.: Komplexitätsmanagement in der Produktionslogistik**

- 5/2000 Röhl, Klaus-Heiner: Saxony's Capital Dresden – on the Way to become Eastern Germany's first "Innovative Milieu"?**
- 6/2000 Schramm, Hans-Joachim: Electronic Commerce im Lebensmitteleinzelhandel - Auswertung einer Konsumentenbefragung im Großraum Dresden**
- 1/2001 Schramm, Hans-Joachim; Veith, Elisabeth: Schwerlasttransport auf deutschen Straßen, Ergebnisse einer Befragung deutscher Schwerlasttransportunternehmen**
- 2/2001 Schramm, Hans-Joachim; Eberl, Katharina: Privatisierung und Going Public von staatlichen Eisenbahnunternehmen - Versuch eines adaptiven Vergleichs zwischen Japan und Deutschland**
- 1/2002 Kummer, Sebastian; Schmidt, Silvia: Methodik der Generierung und Anwendung wertorientierter Performance-Kennzahlen zur Beurteilung der Entwicklung des Unternehmenswertes von Flughafenunternehmen**
- 2/2002 Wieland, Bernhard: Economic and Ecological Sustainability - The Identity of Opposites?**
- 1/2003 Freyer, Walter; Groß, Sven: Tourismus und Verkehr - Die Wechselwirkungen von mobilitätsrelevanten Ansprüchen von touristisch Reisenden und Angeboten (touristischer) Transportunternehmen**
- 2/2003 Stopka, Ulrike; Urban, Thomas: Implikationen neuer Vertriebs- und Distributionsformen auf das Customer Relationship Management und die Gestaltung von virtuellen Marktplätzen im BtoC-Bereich**
- 1/2004 Hoppe, Mirko; Schramm, Hans-Joachim: Use of Interorganisational Systems - An Empirical Analysis**
- 2/2004 Wieland, Bernhard; Seidel, Tina; Matthes, Andreas; Schlag, Bernhard: Transport Policy, Acceptance and the Media**
- 1/2005 Brunow, Stephan; Hirte, Georg: Age Structure and Regional Income Growth**

- 2/2005 Stopka, Ulrike; Urban, Thomas: Erklärungsmodell zur Beurteilung der betriebswirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit des Kundenbeziehungsmanagements sowie Untersuchung zur Usability von Online-Angeboten im elektronischen Retailbanking**
- 3/2005 Urban, Thomas: Medienökonomie**
- 4/2005 Urban, Thomas: eMerging-Media: Entwicklung der zukünftigen Kommunikations- und Medienlandschaft**
- 1/2006 Wieland, Bernhard: Special Interest Groups and 4<sup>th</sup> Best Transport Pricing**
- 2/2006 Ammoser, Hendrik; Hoppe, Mirko: Glossar Verkehrswesen und Verkehrswissenschaften**
- 1/2007 Wieland, Bernhard: Laudatio zur Verleihung der Ehrendoktorwürde an Herrn Prof. Dr. rer. pol. habil. Gerd Aberle**
- 2/2007 Müller, Sven; Kless, Sascha: Veränderung der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe in Abhängigkeit der Streckenbelastung**
- 1/2008 Vetter, Thomas; Haase, Knut: Alternative Bedienformen im ÖPNV – Akzeptanzstudie im Landkreis Saalkreis**
- 2/2008 Haase, Knut; Hoppe, Mirko: Standortplanung unter Wettbewerb – Teil 1: Grundlagen**
- 3/2008 Haase, Knut; Hoppe, Mirko: Standortplanung unter Wettbewerb – Teil 2: Integration diskreter Wahlentscheidungen**
- 1/2009 Günthel, Dennis; Sturm, Lars; Gärtner, Christoph: Anwendung der Choice-Based-Conjoint-Analyse zur Prognose von Kaufentscheidungen im ÖPNV**

