

Bewertung der Angebotsmerkmale des Personenfernverkehrs vor dem Hintergrund der Liberalisierung des Fernbusmarktes

VON FRANCISCO J. BAHAMONDE-BIRKE, UWE KUNERT, HEIKE LINK, JUAN DE DIOS ORTÚZAR, BERLIN

1. Einleitung

Zum Schutz der Eisenbahnen war der Markt des Personenfernverkehrs in Deutschland über Jahrzehnte einschneidend reguliert, so dass konkurrierende Angebote durch Linien-Fernbusse weitgehend ausgeschlossen waren (Maertens, 2012). Mit der Liberalisierung im Jahre 2013 traten mehrere neue Anbieter auf den Markt und eröffneten zahlreiche Busverbindungen zwischen deutschen Ballungsräumen und Städten (Gertsen et al., 2013).

Zur Jahresmitte 2014 entwickelt sich der Verkehr mit Linien-Fernbussen weiterhin expandierend. Erste Analysen des Marktes zeigen eine Verdreifachung der Anzahl der Städteverbindungen sowie der Bedienungshäufigkeiten (IGES/bdo, 2013). Die Beförderungsleistungen mit Fernbussen werden nach der Marktöffnung bislang nur unzureichend erfasst, Schätzungen belaufen sich auf 9 Mill. Beförderungen im Jahr 2013 (ITP et al., 2014)².

Die neuen Fernbusbetreiber bieten auf vergleichbaren Relationen ihre Leistungen zu niedrigeren Preisen als die Eisenbahnen an. Zusätzlich treten die Anbieter mit Produktdifferenzierungen auf dem Markt auf: So wird der Fernbus als ein besonders umweltfreundliches Beförderungsmittel beworben, für das der Fahrgast überdies CO₂-Kompensationen erwerben kann. Mehrere Busgesellschaften bieten Snacks oder kostenlosen Internetzugang an. Einige der Anbieter führen nach jeder Fahrt Befragungen zur Ermittlung der Kundenzufriedenheit durch. Andererseits ist die Unfallgefährdung in der Eisenbahn deutlich geringer als im Reisebus (Statistisches Bundesamt, 2013) und auch die Zuverlässigkeit dürfte zu den Vorteilen des Bahnverkehrs zählen, da für Busse durch die generellen Bedingungen des Straßenverkehrs häufiger mit Verspätungen zu rechnen ist.

Unter diesen Marktbedingungen ist es von besonderem Interesse, in wie weit die Wahlentscheidungen der Konsumenten zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln durch deren objek-

Anschrift der Verfasser:

Francisco J. Bahamonde-Birke
DIW Berlin
Energie, Verkehr, Umwelt
Mohrenstraße 58
10117 Berlin
bahamondebirke@gmail.com

Dr. Heike Link
DIW Berlin
Energie, Verkehr, Umwelt
Mohrenstraße 58
10117 Berlin
hlink@diw.de

Dr. Uwe Kunert
DIW Berlin
Energie, Verkehr, Umwelt
Mohrenstraße 58
10117 Berlin
ukunert@diw.de

Prof. Dr. Juan De Dios Ortúzar
DIW Berlin und
Pontificia UC Chile
Mohrenstraße 58
10117 Berlin

² Zum Vergleich: 2013 wurden im Fernverkehr der Eisenbahnen 131 Mill. Fahrgäste befördert (BMVI, 2014).

tive Eigenschaften wie Fahrpreis und –zeit beeinflusst werden, und welche Rolle daneben auch die Wahrnehmungen und Einstellungen zu jeder Alternative spielen (van Acker et al., 2011; Alvarez-Daziano und Bolduc, 2013). Dieser Frage gehen wir mit Hilfe eines Hybrid-Discrete-Choice-Modellansatzes nach, dessen theoretischen Hintergrund der folgende Abschnitt beschreibt. Anschließend stellen wir das experimentelle Design zur Erhebung der Befragungsdaten vor, deren Nutzung in einem zweistufigen Modell der vierte Abschnitt schildert. Schließlich werden aus den Ergebnissen der Modellierung Schlussfolgerungen gezogen.

2. Theoretischer Hintergrund des Hybrid-Discrete-Choice-Ansatzes

Unter der Annahme rational entscheidender Personen wird ein Individuum q aus den zur Verfügung stehenden Alternativen $A(q)$ diejenige Alternative i auswählen, die ihren wahrgenommenen Nutzen maximiert. Entsprechend der Random Utility Theory (Thurstone, 1927; McFadden, 1974) kann der Nutzen als die Summe von repräsentativen Komponenten V_{iq} und einem Fehlerterm ε_{iq} formuliert werden, woraus sich die folgende Darstellung ergibt (Ortúzar und Willumsen, 2011):

$$U_{iq} = V_{iq} + \varepsilon_{iq} \quad (1)$$

Die repräsentative Nutzenkomponente (V_{iq}) berücksichtigt in diesem Ansatz die Merkmale der Wahlalternativen und der Individuen, die durch einen Beobachter quantifiziert werden können, der Fehlerterm bildet die unbekanntene Elemente der Entscheidungssituation ab.

Mit dem Hybrid-Discrete-Choice-Modellansatz (HDC, Ben-Akiva et al., 2002) werden auch nicht-messbare Attribute der Wahlsituation als messbare Variablen unter den systematischen Nutzenkomponenten einbezogen. Dazu werden immaterielle Konstrukte – sogenannte latente Variable (η_{liq}) – formuliert. Diese Variablen sollen Wahrnehmungen und/oder Einstellungen der Individuen repräsentieren, die nicht direkt beobachtbar sind und daher als Funktion messbarer Variablen ausgedrückt werden müssen. Ein gebräuchlicher Ansatz zur Konstruktion der latenten Variablen (LV) nutzt die Multiple Indicators Multiple Causes (MIMIC) Struktur (Zellner, 1970; Bollen, 1989). Dabei werden die latenten Variablen mit Merkmalen der Individuen und der Wahlalternativen (s_{iqr}) durch sogenannte Strukturgleichungen erklärt. Gleichzeitig werden von den Befragten erhobene Indikatoren zu Einstellungen und/oder Wahrnehmungen (y_{ziq}) durch Messgleichungen erklärt (vgl. Abbildung 1). Die folgenden Gleichungen beschreiben diesen Ansatz,

$$\eta_{liq} = \sum_r \alpha_{tri} s_{riq} + v_{liq} \quad (2)$$

$$y_{ziq} = \sum_l \gamma_{lzi} \eta_{liq} + \varsigma_{ziq} \quad (3)$$

wobei die Indices i, q, r, l und z die Wahlalternativen, die Individuen, die exogenen Variablen, die latenten Variablen und die Indikatoren angeben. Die Fehlerterme v_{liq} und ζ_{ziq} können jede beliebige Verteilung aufweisen, werden aber gewöhnlich als normalverteilt angenommen. Die unbekannt Parameter α_{lri} und γ_{lzi} sind gemeinsam zu schätzen.

Wenn wir von einer linearen Spezifikation von V_{iq} ausgehen, kann die Nutzenfunktion (4) als Taylorreihe erster Ordnung einer komplexen Funktion mehrerer Variablen aufgefasst werden, die in der Umgebung des Schätzbereiches immer gültig ist. Wenn weiterhin angenommen werden kann, dass auch die Merkmale der Individuen und der Alternativen linear wirken, können die geschätzten Parameter θ_{ik} und β_{il} (die sich auf die messbaren bzw. auf die latenten Merkmale beziehen) direkt als Grenznutzen interpretiert werden:

$$U_{iq} = \sum_k \theta_{ki} x_{kqi} + \sum_l \beta_{li} \eta_{liq} + \varepsilon_{iq} \quad (4)$$

Unter der Annahme, dass die Fehlerterme ε_{iq} in (1) unabhängig und identisch einer Extremwertverteilung (Typ 1) mit der gleichen Varianz σ^2 folgen, entsprechen die Differenzen zwischen den Nutzen der verschiedenen Alternativen einer Logistischen Verteilung mit dem Mittelwert Null und dem Skalenfaktor λ . Dies führt zu dem bekannten Multinomial Logit (MNL) Modell (Domencich und McFadden, 1975); wobei in diesem Fall die Wahrscheinlichkeit, Alternative i zu wählen durch

$$P_{iq} = \frac{e^{\lambda V_{iq}}}{\sum_j e^{\lambda V_{jq}}} \quad (5)$$

gegeben ist und sich λ invers zur Standardabweichung des Fehlerterms ergibt:

$$\lambda = \frac{\pi}{\sigma\sqrt{6}} \quad (6)$$

Da der Skalenfaktor jedoch nicht geschätzt werden kann, wird er üblicherweise auf Eins normalisiert (Walker, 2002).

Die Schätzung beider Teile des Modells sollte simultan erfolgen, da die sequentielle Schätzung keine erwartungstreuen Parameter garantiert (Train et al., 1987; Ben-Akiva et al., 2002)³. Empirische Ergebnisse belegen jedoch, dass die sequentielle Schätzung keine großen Verzerrungen bezüglich der Relationen zwischen den geschätzten Parametern und daher auch der Grenzzraten der Substitution ergibt (Raveau et al., 2010; Bahamonde-Birke et al., 2010). Gleichwohl zeigen Bahamonde-Birke und Ortúzar (2014a), dass alle Schätzer

³ Bei der sequentiellen Schätzung wird zuerst das MIMIC-Modell als ein isoliertes System geschätzt, daran anschließend werden die im MIMIC-Modell geschätzten Erwartungswerte der LV direkt in die Nutzenfunktion einbezogen.

eine signifikante Unterschätzung der Größe aufweisen können und schlagen den folgenden Korrekturterm vor,

$$\lambda_{HDC} = \frac{\lambda_{DC}}{\sqrt{1 + \frac{6\lambda_{DC}^2 \sum_l \beta_l^2 \sigma_l^2}{\pi^2}}} \quad (7)$$

wobei $\sum_l \beta_l^2 \sigma_l^2$ die durch die latenten Variablen in das Modell eingebrachte Varianz angibt. Solange das Verhältnis zwischen dieser Varianz und der des Modells hinreichend klein ist, sind die Ergebnisse unter Einbeziehung des Korrekturterms akzeptabel. Anderenfalls muss die sequentielle Schätzung verworfen werden.

3. Experimentelles Design

Zum Jahresanfang 2014 – also ein Jahr nach der Liberalisierung des Fernbusverkehrs – wurden Studenten und Angestellte der Technischen Universität Berlin zum Personenfernverkehr befragt und um die Teilnahme an einem Stated-Choice-Experiment gebeten. In dem Experiment wurden die Teilnehmer aufgefordert, sich zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln zu entscheiden (Regionalzüge, Fernverkehrszüge der Deutschen Bahn AG, Fernlinienbus), deren Angebotsmerkmale in der Befragung variiert wurden. Dabei bot Berlin als Befragungsort den Vorteil, dass Verbindungen mit Fernbuslinien bereits vor 2013 in nennenswerter Zahl angeboten wurden. Zudem ist Berlin eine der drei deutschen Städte, die über einen zentralen Busbahnhof mit akzeptabler Qualität verfügen (neben Hamburg und München; Maertens, 2012). Folglich konnte davon ausgegangen werden, dass die Bevölkerung eher als in anderen Regionen mit dem Angebot der Fernbusbetreiber vertraut ist.

Die Datenerhebung wurde im Januar 2014 über das Internet durchgeführt (CAWI: Computer Assisted Web Interviewing) und richtete sich an etwa 28 000 Studenten und 2 500 Angestellte. Nach der Datenbereinigung verblieben 1 425 Antworter, die verwertbare Angaben zu den vier Abschnitten der Befragung gemacht hatten (vgl. Tabelle im Anhang): Im ersten Abschnitt waren die Befragten aufgefordert, die wesentlichen Merkmale ihrer letzten Fahrt mit den Regional- oder Fernzügen der DB anzugeben (Tarif, Reisezeit, Anzahl Umstiege, etc.). Nachfolgend gaben die Teilnehmer den Grad der Übereinstimmung mit einigen Aussagen zur generellen Qualität des Bahnregional- bzw. Fernverkehrs an, wobei von der gleichen Anzahl von Umsteigevorgängen wie bei den beschriebenen Reisen ausgegangen werden sollte:

Ich konnte mich während dieser Reisen entspannen (y_{11})	Entspannung
Ich fühlte mich sicher gegen Diebstähle bzw. Verluste von Waren (y_{12})	Sicherheit
Das Reisen mit schwerem Gepäck wäre (war) unproblematisch gewesen (y_{13})	Gepäck
Die Abfahrtszeit dieser Reisen war zuverlässig (y_{14})	Abfahrt
Die Ankunftszeit dieser Reisen war zuverlässig (y_{15})	Ankunft
Ich konnte (hätte) die Zeit während dieser Reise produktiv ausnutzen (können) (y_{16})	Produktivität
Der Bahnhof war leicht erreichbar und gut zugänglich (y_{17})	Bahnhof
Der Erwerb der Fahrtickets war unkompliziert (y_{18})	Tickets

Diese Bewertungen gaben die Befragten zudem unter der Annahme einer Direktverbindung (ohne Umsteigen) für das Fernbusangebot an. Der Grad der Zustimmung wurde auf einer Skala von „starker Widerspruch“ (1) bis „starke Zustimmung“ (10) erfasst.

Im zweiten Abschnitt der Erhebung wurden mobilitätsrelevante Informationen erfragt (z.B. Besitz von Pkw und BahnCard) sowie Indikatoren zur Messung der Einstellung der Befragten hinsichtlich gegenwärtig in Deutschland diskutierter umwelt- und verkehrspolitischer Fragen. Auch hierzu gaben die Teilnehmer ihre Zustimmung auf einer Skala an:

Ich bin einverstanden mit der Abschaltung der Atomkraftwerke (y_{21})	Atomausstieg
Die Erhaltung der Natur ist mir wichtiger als das Wachstum der Wirtschaft (y_{22})	Umwelt
Ich bin bereit, eine 25% höhere Stromrechnung zu bezahlen, um die CO ₂ -Emissionen der Kohlekraftwerke zu vermindern (y_{23})	Stromaufpreis
Es sollte eine Pkw-Maut auf Autobahnen zur Kompensierung der CO ₂ -Emissionen der Fahrzeuge eingeführt werden (y_{24})	Maut
Fahrzeuge mit hohen Motorleistungen sollten kräftiger besteuert werden (y_{25})	PKWSteuern
Es sollte mehr in die Entwicklung der Hochgeschwindigkeitszüge investiert werden (y_{26})	HGZüge
Es müssten neue Autobahnen bzw. neue Spuren bei existierenden Autobahnen gebaut werden (y_{27})	Autobahnen
Es müssten neue Schnellfahrstrecken (Eisenbahnverkehr) gebaut werden (y_{28})	HGBahnstrecken
Auf den Autobahnen sollten allgemeine Geschwindigkeitsgrenzen eingeführt werden (y_{29})	Geschwindigkeitsgrenzen

Im dritten Abschnitt der Befragung wurden den Befragungsteilnehmern im Rahmen eines Stated-Choice-Experimentes (vergleiche z.B. Ortúzar und Willumsen, 2011) zwölf Entscheidungssituationen präsentiert: Sechs basieren auf der zuvor angegebenen Reise mit einem Regionalzug, weitere sechs auf den Angaben zur Reise mit einem Fernzug. Davon ausgehend werden für die Reisealternative jeweils die Merkmale Reisezeit, Fahrpreis, Anzahl Umstiege, Verkehrsmittel (Regionalzug (RE), Fernzug (FVZ) und Fernlinienbus (LB))

sowie Verkehrssicherheit (charakterisiert durch die Anzahl Schwerverletzter und Getöteter im Gesamtnetz pro Jahr) variiert.

Die den Teilnehmern präsentierten Ausprägungen der Attribute wurden, basierend auf Rose et al. (2008), zur Maximierung der D-Efficiency des experimentellen Designs optimiert. Die Ausprägungen der Attribute konnten jedoch nicht während des Experimentes individuell festgelegt werden. Daher wurden sie – orientiert an den mittleren Werten der Attribute aus der Probebefragung – a priori gesetzt. Diese mittleren Werte wurden ebenso wie die Anfangswerte zur Berechnung des D-Errors aus einer Modellschätzung mit den Daten des Pretests (48 Individuen) abgeleitet. Im letzten Teil der Befragung wurden schließlich einige sozio-ökonomische Daten erfasst.

4. Modellschätzung

4.1 Modellstruktur

Vor der Schätzung des HDC-Modells war zunächst die Struktur des MIMIC-Modells festzulegen. Zur Eingrenzung der potentiellen Zusammenhänge zwischen den Indikatoren wurden die erhobenen Indikatoren mittels Faktorenanalyse untersucht, um die latenten Variablen korrekt zu spezifizieren. Dadurch war es möglich, drei Komponenten zu identifizieren, die 68 % der Varianz der Wahrnehmungsindikatoren erklären (y_{11} bis y_{18}). Für die gemessenen Indikatoren zu Einstellungen (y_{21} bis y_{29}) konnten mit demselben Verfahren zwei latente Variable gefunden werden, die 54 % der Varianz erklären. Die rotierte Komponentenmatrix für beide Gruppen von Indikatoren zeigt die Tabelle 1. Auf Basis dieser Ergebnisse wurden fünf latente Variable mit den in der Tabelle hervorgehobenen Zusammenhängen definiert. Hierbei steht die erste LV "Komfort" mit vier Indikatoren der Bequemlichkeit bzw. Annehmlichkeit in Beziehung. Die zweite LV wurde "Stressfrei" genannt, da sie in Beziehung zu stressrelevanten Indikatoren steht. Für die dritte aus den Wahrnehmungsindikatoren abgeleitete LV lag die Bezeichnung „Zuverlässigkeit“ nahe.

Tabelle 1: Rotierte Komponentenmatrix der Wahrnehmungs- und Einstellungsindikatoren

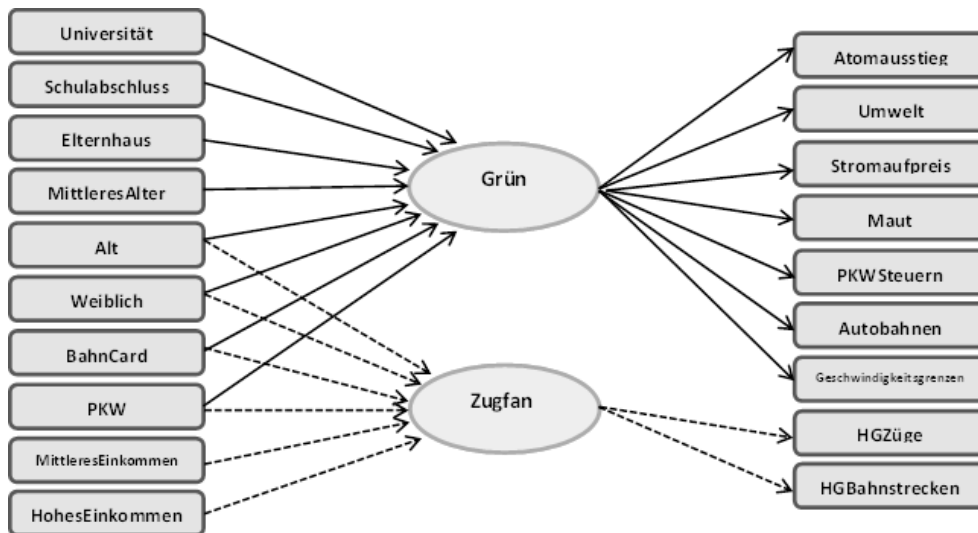
Indikator	Komfort	Stressfrei	Zuverlässigkeit	Indikator	Grün	Zugfan
Entspannung	0.538	0.568	0.206	Atomausstieg	0.676	-0.024
Sicherheit	0.124	0.787	0.086	Umwelt	0.735	-0.086
Gepäck	0.057	0.805	0.174	Stromaufpreis	0.702	0.045
Abfahrt	0.103	0.217	0.894	Maut	0.653	0.238
Ankunft	0.270	0.111	0.870	Pkw-Steuern	0.677	0.189
Produktivität	0.640	0.422	0.133	HGZüge	0.113	0.856
Bahnhof	0.804	0.056	0.153	Autobahnen	-0.558	0.362
Tickets	0.712	0.045	0.119	HGBahnen	0.053	0.891
				Geschwindigkeitsgrenzen	0.604	0.107

Aus den Indikatoren zu den Einstellungen ließ sich die LV “Grün” ableiten, die auch eine Abneigung gegen den Autoverkehr umfasst (y_{24} , y_{25} , y_{27} und y_{29}). Schließlich wurde eine hohe Wertschätzung für die Verbesserung des Angebotes im Hochgeschwindigkeitsverkehr der Bahn als LV “Zugfan” zusammengefasst.

4.2 MIMIC Modelle

Eine simultane Schätzung des HDC-Modells war nicht möglich, da die Struktur der erhobenen Daten zu komplex war: Für einige Probanden, die keine Angaben zu den Wahrnehmungen gemacht hatten, mussten die Werte der latenten Variablen auf der Basis des geschätzten MIMIC-Modells imputiert werden. Zudem wurden den einzelnen Befragten mehrere Auswahl-situationen präsentiert, so dass die Modellschätzung den Panelcharakter der in Daten berücksichtigen musste. Aus diesen Gründen wurden die Parameter sequentiell geschätzt. Jedoch kann diesem Fall gezeigt werden (Bahamonde-Birke und Ortúzar, 2014b), dass der Fehler dieses second-best-Verfahrens begrenzt bleibt. Folglich wurden zunächst die MIMIC-Modelle geschätzt und die daraus gewonnenen LV als Komponenten des Discrete-Choice-Modells genutzt.

Mit dem ersten MIMIC-Modell werden die latenten Einstellungs-Variablen aus den Merkmalen der Personen erklärt. Nach dem Test mehrerer Spezifikationen ergab sich das in Abbildung 1 gezeigte Erklärungsmuster mit zwei Strukturgleichungen: Hier wird eine LV (z.B. Grün) von einigen (z.B. acht) sozio-demographischen Variablen erklärt; gleichzeitig erklärt die LV einige (z.B. sieben) Indikatoren der Einstellungen.

Abbildung 1: Struktur des MIMIC-Modells der Indikatoren zu Einstellungen

Hierbei deuten die Ausprägungen “Universität” und “Schulabschluss” die Qualifikation berufstätiger Personen an, die gegenüber der Referenzkategorie “Studenten” im Modell signifikant sind. Das Merkmal Lebensmittelpunkt im “Elternhaus” ist nur für Studenten relevant und “BahnCard” sowie “Pkw” zeigen den Besitz des jeweiligen Mobilitätswerkzeuges an. Die weiteren Variablen sind mit den Angaben der Tabelle im Anhang selbsterklärend.

Tabelle 2 präsentiert die für diese Modellstruktur geschätzten Parameter: Wie zu erwarten war, unterstützen Personen mit der Einstellung “Grün” stärker die Erhebung von umweltbezogenen Abgaben und den Atomausstieg und lehnen eine auto-orientierte Verkehrspolitik (wie z.B. Verzicht auf Mauterhebung und Geschwindigkeitsbegrenzungen) stärker ab als andere Personen. Weiterhin ergibt sich für Personen mit BahnCard mehrheitlich eine positivere Einstellung zu Umweltfragen als für Pkw-Besitzer. Berufstätige (im Unterschied zu Studenten) und ältere Personen zeigen ein höheres Umweltbewusstsein. Dieses Ergebnis mag überraschen, aber dabei muss bedacht werden, dass die Stichprobe Studenten und jüngere Personen an einer technischen Universität umfasst, die andere Einstellungen zu Umweltfragen haben könnten als andere Personen dieser Altersgruppen. Schließlich zeigt Tabelle 2 für Frauen ein höheres Umweltbewusstsein an.

Tabelle 2: MIMIC Modell - Einstellungen

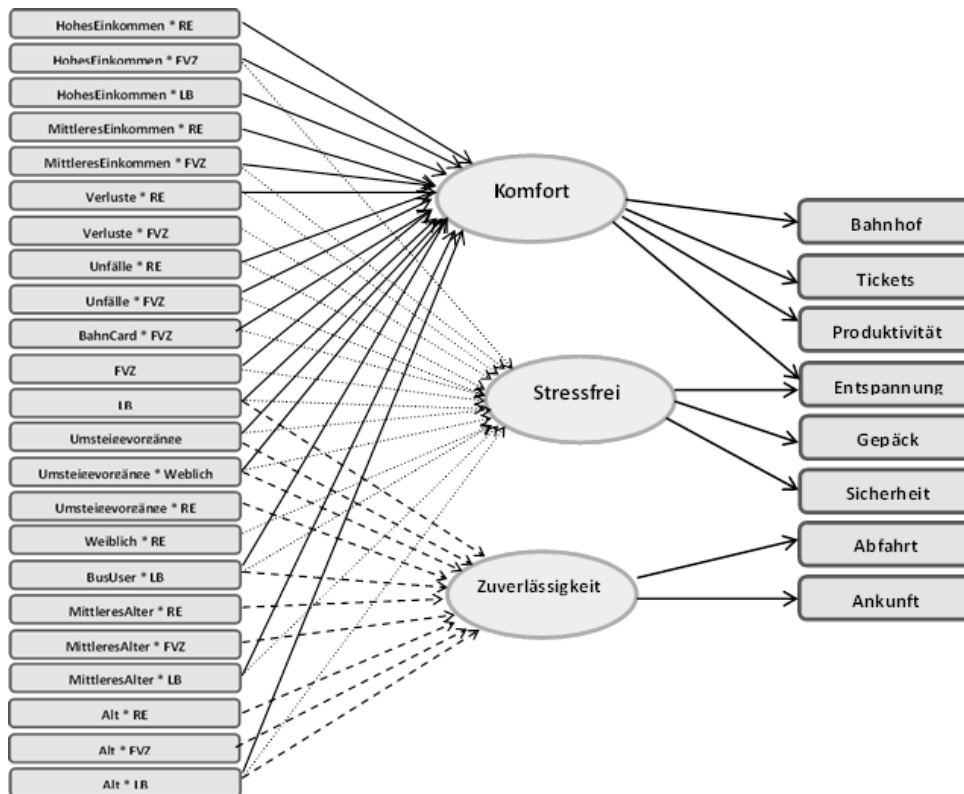
Erklärende Variable	Schätzwert	t-test	Einstellungsindikator	Schätzwert	t-test
Grüne Einstellung			Grüne Einstellung		
Universität	0.222	2.741	Atomausstieg	1.457	39.378
Schule	0.323	2.084	Umwelt	1.221	35.912
Elternhaus	-0.183	-2.691	Stromaufpreis	1.672	41.800
Mittleres Alter	0.254	4.536	Maut	2.147	44.729
Alt	0.582	2.328	Pkw-Steuern	1.653	41.325
Weiblich	0.332	5.825	Autobahnen	-1.047	-32.719
BahnCard	0.306	5.186	Geschwindigkeitsgrenzen	2.256	46.041
Pkw	-0.547	-8.967			
Zugfan			Zugfan		
Alt	0.427	1.655 ³	HGZüge	2.116	44.083
Weiblich	-0.3	-5.172	HGBahnstrecken	2.097	43.688
BahnCard	0.346	5.672			
Pkw	-0.107	-1.726 ⁴			
Mittleres Einkommen	0.099	1.737 ³			
Hohes Einkommen	0.166	1.711 ³			

Die Parameter für die LV "Zugfan" geben für Befragte, die älter sind oder ein höheres Einkommen haben, eine stärkere Präferenz für den Schienenverkehr an. Dies entspricht unseren Erwartungen, da ältere Personen mit alternativen Angeboten weniger vertraut sein dürften und mit höherem Einkommen eine geringere Bereitschaft zur Nutzung (tatsächlich oder vermeintlich) weniger komfortabler Verkehrsmittel wie den Fernbussen einher gehen dürfte. Besitzer der BahnCard und Männer zeigen eine positivere Einstellung zum Schienenverkehr als die jeweilige Referenzgruppe.

Ein zweites MIMIC-Modell wurde mit den Indikatoren zu den Wahrnehmungen geschätzt. Hierbei sind als erklärende Größen nicht nur die Merkmale der Personen, sondern auch die der alternativen Verkehrsmittel zu berücksichtigen. Zusätzlich sind Interaktionen zwischen diesen beiden Typen von Variablen zu testen, da die Merkmale der Verkehrsmittel von unterschiedlichen Personengruppen durchaus verschieden bewertet werden könnten ("systematic taste variations" vgl. Ortúzar und Willumsen, 2011). Die Struktur des geschätzten Modells ist in Abbildung 2 dargestellt.

⁴ Da die Vorzeichen der Parameter a priori bekannt waren, wurde ein einseitiger Test vorgenommen ($\alpha_{5\%} = 1.645$).

Abbildung 2: Struktur des MIMIC-Modells der Indikatoren zu Wahrnehmungen



Auf der erklärenden Seite geben hier “Verluste” und “Unfälle” an, dass die Befragten oder deren Angehörige Gepäckverluste oder Unfälle im Zugverkehr erlitten haben. Die Anzahl der Umsteigevorgänge wird als diskrete Variable (1 bis 4) berücksichtigt und als “BusUser” werden Personen definiert, die in den vergangenen drei Jahren mindestens eine Reise mit dem Fernbus unternommen haben. Tabelle 3 präsentiert die Schätzergebnisse.

Erwartungsgemäß sind alle Variablen, die die LV zu Wahrnehmungen erklären können, Merkmale der spezifischen Alternative. Diese Erklärung erfolgt entweder direkt oder modifiziert durch die “systematic taste variations”. Die Modelle hätten auch ohne Berücksichtigung der “systematic taste variations” sinnvoll interpretierbare und signifikante Schätzergebnisse, würden aber einen schlechtere Anpassung aufweisen.

Tabelle 3: MIMIC Modell - Wahrnehmungen

Erklärende Variable	Schätzwert	t-test	Wahrnehmungsindikator	Schätzwert	t-test
Komfort			Komfort		
Hohes Eink. * RE	0.197	1.841 ⁵	Bahnhof	1.339	51.500
Hohes Eink. * FVZ	0.297	2.517	Ticket(s)	1.112	46.333
Hohes Eink. * LB	-0.29	-2.458	Produktivität	1.901	59.406
Mittleres Eink. * RE	0.121	2.123	Entspannung	1.333	51.269
Mittleres Eink. * FVZ	0.107	1.726 ⁵			
Verluste * RE	-0.225	-2.419			
Unfälle * RE	-0.279	-3.402			
Unfälle * FVZ	-0.209	-2.155			
BahnCard * FVZ	0.239	4.193			
FVZ	0.481	10.689			
LB	-0.857	-18.234			
Umsteigevorgänge	-0.11	-4.400			
Umsteigev. * Weiblich	-0.056	-1.612 ⁵			
BusUser * LB	0.288	5.647			
Mittleres Alter * LB	-0.254	-4.164			
Alt * LB	-1.113	-4.184			
Stressfrei			Stressfrei		
Hohes Eink. * FVZ	0.408	3.400	Entspannung	0.69	28.750
Mittleres Eink. * FVZ	0.137	2.210	Gepäck	2.089	59.686
Verluste * RE	-0.541	-5.755	Sicherheit	1.459	52.107
Verluste * FVZ	-0.368	-3.439			
Unfälle * RE	-0.154	-1.855 ⁵			
Unfälle * FVZ	-0.221	-2.255			
BahnCard * FVZ	0.241	4.155			
FVZ	0.222	4.933			
LB	0.378	8.217			
Umsteigevorgänge	-0.067	-2.680			
Umsteigev.. * Weiblich	-0.145	-4.143			
Weiblich * RE	-0.232	-4.000			
BusUser * LB	0.185	3.558			
Mittleres Alter * LB	-0.13	-2.097			
Alt * LB	-0.879	-3.268			
Zuverlässigkeit			Zuverlässigkeit		
LB	-0.447	-9.933	Abfahrt	2.091	59.743
Umsteigevorgänge	-0.07	-2.917	Ankunft	2.271	61.378
Umsteigev.. * Weiblich	-0.076	-2.235			
Umsteigevorgänge* RE	-0.05	-2.632			
BusUser * LB	0.22	4.314			
Mittleres Alter * RE	0.15	2.679			
Mittleres Alter * FVZ	0.117	1.918 ⁵			
Alt * RE	0.442	1.674 ⁵			
Alt * FVZ	0.637	2.413			
Alt * LB	-0.853	-3.231			

Generell weisen die Parameter für Personen mit höherem Einkommen oder höherem Alter eine negativere Wahrnehmung des Busangebotes und eine bessere Wahrnehmung der Fern-

⁵ Da die Vorzeichen der Parameter a priori bekannt waren, wurde ein einseitiger Test vorgenommen ($\alpha_{5\%} = 1.645$).

züge aus. Diese Bewertungen könnten durch etablierte Vorurteile gegenüber neuen Wahlalternativen beziehungsweise durch eine Überbewertung der gewählten Alternative gestützt sein. Entsprechend bewerten die Personen, die bereits Nutzer von Fernbussen sind, diese positiver. Bemerkenswert ist, dass BahnCard-Inhaber positiv gegenüber Fernverkehrszügen eingestellt sind, nicht jedoch gegenüber Regionalzügen.

Wie zu erwarten war, beeinflusst ein erlittener Gepäckverlust oder Unfall die Wahrnehmung des Zugverkehrs negativ. Daneben werden der Komfort, die Zuverlässigkeit und der Stress mit einer zunehmenden Anzahl an Umsteigevorgängen negativer beurteilt. Insbesondere für Frauen ist das Umsteigen mit Stress und Komforteinbuße verbunden. Fernbusse werden zwar als ein weniger komfortables und zuverlässiges Verkehrsmittel beurteilt, gleichzeitig jedoch als stressfreier im Vergleich zu Zügen. Im Vergleich zu Regionalzügen wird das Reisen mit Fernverkehrszügen als komfortabler und stressfreier bewertet, dabei aber gleichermaßen zuverlässig. Da Fernverkehrszüge mit modernerem Wagenmaterial verkehren, überrascht dies nicht.

4.3 Discrete-Choice-Modell

Die Discrete-Choice-Modellierung schätzt die Wirkung der vorstehend abgeleiteten latenten Variablen und gleichzeitig die der sozioökonomischen Merkmale der Personen sowie der Merkmale der Verkehrsmittel (Preise, Reisezeit, Umstiege, Sicherheitsniveau) auf die Wahlentscheidung. Zusätzlich wird eine Variable „Trägheit“ eingeführt, die den Wert Eins annimmt, wenn eine befragte Person bei der ursprünglichen Wahlentscheidung bleibt (revealed preference option), obwohl eine vorteilhaftere Alternative angeboten wurde. Insgesamt konnten 9 712 Beobachtungen von 1 073 Personen in der Schätzung genutzt werden (nicht jede Person nahm an allen zwölf Stufen des Experimentes teil). Die Korrelationen zwischen den mehrfachen Antworten der einzelnen Befragten (Panel-Effekt) wurden berücksichtigt, erwiesen sich aber nicht als signifikant.

Da die Schätzungen sequentiell (Software BIOGEME, Bierlaire, 2003) durchgeführt wurden, war eine Korrektur der geschätzten Parameter entsprechend des Verfahrens von Bahamonde-Birke und Ortúzar (2014b) vorzunehmen. Dabei kann gezeigt werden, dass das mittlere Verhältnis zwischen der durch die latenten Variablen eingebrachten Variabilität und der eigenen Variabilität des Modells annähernd 30 % beträgt. Somit konnte eine Relation zwischen den geschätzten und den wahren Parametern von 90 % abgeleitet werden. Tabelle 4 weist die korrigierten Parameter aus.

Tabelle 4: Diskretes Auswahlmodell

Variable	Schätzwert	Standardabweichung	t-test
Trägheit	0.371	0.0358	10.373
LB	-1.377	0.243	-5.662
RE	-0.333	0.100	-3.341
Fahrtdauer	-0.0178	0.000844	-21.053
Fahrtdauer * LV Grün	0.00264	0.00139	1.904 ⁶
Ln(Preis) * s. nied. Eink.	-5.819	0.209	-27.872
Ln(Preis) * Nied. Eink.	-5.453	0.234	-23.270
Ln(Preis) * Mitt. Eink.	-4.842	0.385	-12.565
Ln(Preis) * Hohes Eink.	-2.743	0.534	-5.135
Sicherheitsniveau	-0.00298	0.00109	-2.743
Umsteigevorgänge	-0.438	0.033	-13.221
LV Komfort	0.224	0.123	1.820 ⁶
FVZ * LV Zugfan	0.937	0.164	5.703

Alle Parameter des Modells weisen die theoretisch zu erwartenden Vorzeichen auf. So verringern eine steigende Reisezeit, die Anzahl der Umstiege und die Wahrscheinlichkeit, einen Unfall zu erleiden, den Nutzen einer Alternative. Der signifikante Trägheitsparameter indiziert die Tendenz der Personen, bei ihrer ursprünglichen Wahl des Verkehrsmittels zu bleiben. Der negative Einfluss des Preises ist für Personen mit geringerem Einkommen größer. Entscheidend ist zudem, dass der Preis logarithmisch wahrgenommen wird, womit vom Betrag gleiche Veränderungen bei niedrigerem Ausgangspreis stärker wirken (die Linearität von Preis und Reisezeit wurden mit Box-Cox Transformationen getestet).

Für zwei der fünf latenten Variablen („Zuverlässigkeit“ und „Stressfrei“) lässt sich keine signifikante Wirkung auf die Nutzenfunktion nachweisen. Möglicherweise werden diese Komponenten von den Individuen als Teile der intrinsischen Merkmale der Alternativen internalisiert und daher in den Modalparametern (auch: alternative specific constant) mit abgebildet, denn tatsächlich werden bei einer Modellierung ohne die Modalparameter diese latenten Variablen signifikant. Für die verbleibende latente Variable zu den Wahrnehmungen ergibt sich wie zu erwarten ein positiver Effekt auf den Nutzen eines Verkehrsmittels.

Beide latente Variablen zu den Einstellungen erweisen sich als signifikant, wirken aber in unterschiedlicher Weise in der Nutzenfunktion: Die Einstellung „Grün“ interagiert mit der Reisezeit und ähnelt somit einer „systematic taste variation“. Demnach sind ökologisch orientierte Personen eher bereit, längere Reisezeiten in Kauf zu nehmen. Dieser Befund ist nachvollziehbar, da kürzere Reisezeiten höhere Geschwindigkeiten erfordern und folglich höhere Emissionen und weitere Umweltwirkungen nach sich ziehen. Interessanter Weise ist

⁶ Da die Vorzeichen der Parameter a priori bekannt waren, wurde ein einseitiger Test vorgenommen ($\alpha_{5\%}=1.645$).

mit der Einstellung „Grün“ keine Bevorzugung des Fernbusses verbunden, obwohl das Marketing der Anbieter die ökologischen Vorteile betont. Wie erwartet, ist schließlich mit der Einstellung „Zugfan“ eine Präferenz für Fernzüge verbunden, jedoch ergibt sich keine Präferenz für Regionalzüge gegenüber Fernbussen.

5. Schlussfolgerungen

Die vorgestellten Analysen belegen, dass die Einstellungen und Wahrnehmungen der Personen ihre Entscheidungen zur Verkehrsmittelwahl im Fernverkehr beeinflussen. Folglich sollten diese psychologischen Aspekte von Entscheidungen bei Untersuchungen des Verkehrsmarktes – auch des Marktes der Fernbusse – berücksichtigt werden. Marketingstrategien der Anbieter von Verkehrsdienstleistungen, welche Produktdifferenzierungen entlang der angesprochenen Dimensionen anstreben, können also durchaus Erfolg versprechend sein. Gleichwohl zeigt sich in unserer Stichprobe keine wirksame Positionierung der Fernbusse als umweltfreundliche Verkehrsmittel.

Die Anbieter der neuen Fernbusverbindungen sehen sich einer Bevölkerung gegenüber, die mit diesen Dienstleistungen nicht vertraut ist, zudem ändern die Menschen nur ungern gewohnte Verhaltensweisen. Andererseits sind jüngere Menschen offener gegenüber neuen Alternativen und bieten daher ein interessantes Marktpotenzial. Aus der Modellierung geht hervor, dass die Flexibilität der Busse, direkte Verbindungen ohne Umsteigen anzubieten, die subjektive Wahrnehmung des Komforts und der Zuverlässigkeit und damit den Nutzen einer Alternative positiv beeinflusst.

Ein wichtiger Befund dieser Studie zeigt, dass Personen mit einem höheren Umweltbewusstsein weniger sensibel für längere Reisezeiten sind. Dies ist vor dem Hintergrund verständlich, dass schnellere Transportmittel im Allgemeinen einen höheren Umweltverbrauch bedingen.

Für die mit einem Verkehrsmittel verbundenen Wahrnehmungen der Zuverlässigkeit und Stressfreiheit ließ sich keine Wirkung auf die Nutzenfunktion nachweisen. Es bleibt zu untersuchen, ob diese Aspekte in der generellen Charakterisierung eines Verkehrsmittels durch die Personen integriert und damit in der Modellierung ein Bestandteil des Modalparameters sind. Hingegen war es möglich, eine Gruppe mit der Einstellung „Zugfan“ zu identifizieren, die den Fernzug (nicht jedoch Regionalzüge) auch gegenüber angebotenen Alternativen mit besseren Eigenschaften favorisieren. Schließlich konnte belegt werden, dass die Fahrpreise logarithmisch wahrgenommen werden und dass damit die Wahrnehmung einer Preisänderung vom Basispreis abhängt.

Danksagung

Diese Forschung wurde unterstützt durch Becas Chile (Chilean Council for Scientific and Technological Research, CONYCI) und der Alexander von Humboldt Stiftung.

Abstract

In January 2013 the interurban passenger transport market in Germany was liberalized and several coach carriers emerged offering an alternative to the Deutsche Bahn, a state owned rail monopoly. The coach carriers have attempted to position themselves not just through lower prices but also through product differentiation, for example marketing their services as the most ecological way to travel. Hence, it is important to consider attitudes and perceptions when analyzing this market.

One year after liberalization we conducted a stated-choice experiment among students and employees at the Technical University of Berlin, where participants had to choose between different interurban public transport alternatives (regional and high-speed trains or interurban coaches). Additionally, the experiment gathered perception and attitudinal indicators used to construct latent variables. Our results show that attitudes and perceptions indeed affect the way individuals choose between different transport modes and, therefore, they must be taken into account when analyzing the interurban passenger market in Germany.

Quellen

- van Acker, V., Mokhtarian, P.L. und Witlox, F. (2011), Going soft: on how subjective variables explain modal choices for leisure travel, *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 11, 115-147.
- Alvarez-Daziano, R. und Bolduc, D. (2013), Incorporating pro-environmental preferences towards green automobile technologies through a Bayesian hybrid choice model, *Transportmetrica*, 9A, 74-106.
- Bahamonde-Birke, F.J., Raveau, S., Yáñez, M.F. und Ortúzar, J. de D. (2010), The role of tangible attributes in hybrid discrete choice models, European Transport Conference 2010, Glasgow, 11-13, October, 2010.
- Bahamonde-Birke, F.J. und Ortúzar, J. de D. (2014a), On the variability of hybrid discrete choice models, *Transportmetrica*, 10, 74-88.
- Bahamonde-Birke, F.J. und Ortúzar, J. de D. (2014b), Is sequential estimation a suitable second best for estimation of hybrid choice models?, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2429, 51-58.
- Ben-Akiva, M.E., Walker, J.L., Bernardino, A.T., Gopinath, D.A., Morikawa, T. und Polydoropoulou, A. (2002), Integration of choice and latent variable models, in: H.S. Mahmassani (Hrsg.), *In Perpetual Motion: Travel Behaviour Research Opportunities and Challenges*, Pergamon, Amsterdam.

- Bierlaire, M. (2003), BIOGEME: A free package for the estimation of discrete choice models, Proceedings of the 3rd Swiss Transportation Research Conference, Ascona, Switzerland.
- BMVI (2014), Verkehr in Zahlen 2014-2015, DVV Media Group, Hamburg, im Erscheinen.
- Bollen, K.A. (1989), *Structural Equations with Latent Variables*, John Wiley and Sons, Chichester.
- Domencich, T. und McFadden, D. (1975), *Urban Travel Demand – A Behavioural Analysis*, North Holland, Amsterdam.
- Gertsen, J., Strößenreuther, H. und Warnecke, C. (2013), Fernlinienbusmarkt mit 500% Plus, *Internationales Verkehrswesen*, 65, 60-62.
- IGES/bdo (2013), Ein Jahr Marktöffnung: Angebot an Städte-Fernbuslinien Verdoppelt, Presseinformation, Berlin.
- ITP et al. (2014), Gleitende Mittelfristprognose für den Güter- und Personenverkehr. München, Juli 2014.
- Maertens, S. (2012), Buslinienfernverkehr in Deutschland — effiziente Ausgestaltung einer Liberalisierung, *Wirtschaftsdienst*, 92, 554-562 .
- McFadden, D. (1974), Conditional logit analysis of qualitative choice behaviour, in: Zarembka, P. (Hrsg.), *Frontiers in Econometrics*, 105-142, Academic Press New York.
- Ortúzar, J. de D. und Willumsen, L.G. (2011), *Modelling Transport*, Fourth Edition, John Wiley and Sons, Chichester.
- Raveau, S., Alvarez-Daziano, R., Yáñez, M.F., Bolduc, D. und Ortúzar, J. de D. (2010), Sequential and simultaneous estimation of hybrid discrete choice models: some new findings, *Transportation Research Record*, 2156, 131-139.
- Rose, J.M., Bliemer, M.C., Hensher, D.A. und Collins, A.T. (2008), Designing efficient stated choice experiments in the presence of reference alternatives, *Transportation Research Part B: Methodological*, 42(4), 395-406.
- Statistisches Bundesamt (2013), Verkehr auf einen Blick, Wiesbaden.
- Thurstone, L.L. (1927), A law of comparative judgment, *Psychological Review*, 34, 273-286.

Train, K.E., McFadden, D.L. und Goett, A.A. (1987), Consumer attitudes and voluntary rate schedules for public utilities, *Review of Economics and Statistics*, 64, 383-91.

Walker, J.L. (2002), The mixed logit (or logit kernel) model: dispelling misconceptions of identification, *Transportation Research Record*, 1805, 86-98.

Zellner, A. (1970), Estimation of regression relationships containing unobservable variables, *International Economic Review*, 11, 441-454.

Anhang

Variable	Beschreibung	Häufigkeit
Jung	18-25 Jahre	847
Mittleres Alter	26-50 Jahre	561
Alt	Älter als 51 Jahre	17
Total		1,425
Sehr geringes Einkommen	< 700 € p.m. (N.I)	881
Geringes Einkommen	700€ - 1.500€ p.m.	395
Mittleres Einkommen	1.500 – 2.500 p.m.	107
Hohes Einkommen	> 2.500 € p.m. (N.I)	42
Total		1,425
Männlich		897
Weiblich		528
Total		1,425
Schulabschluss	Berufstätige Personen mit dem entsprechenden Abschluss	45
Universität		186
Student	Student	1,171
Anderes	Anderes	23
Total		1,425
BahnCard	BahnCard Besitz	435
Pkw	Pkw Besitz	413
BusUser	Erfahrung mit Busreisen	1,014
Elternhaus	Im Elternhaus lebend	281