

Qualitätsvergleich im ÖPNV Deutschland-Polen-Schweiz

Klaus-Jürgen Richter, Dresden

Region	ST	BI	DET	PB	DO	HA
<i>durchschnittlicher Mismatchparameter</i>						
stat.,basis	5,32	4,21 ¹	4,98 ¹	4,8 ¹	5,38 ¹	5,29 ¹
u.V.	4,48	3,15	3,93	3,6	4,08	4,25 ¹
dyn.,basis	4,96	3,72	4,38	4,01	4,57	4,75 ¹
o.V.	5,39	4,08	4,79	4,38	5,02	5,21 ¹
<i>zeitvariabler Mismatchparameter</i>						
u.V.	4,38-5,34	2,78-4,91	3,3-5,33 ²	3,43-5,42	3,04-6,16 ²	3,25-5,32 ²
stat.,basis	4,83-5,84	3,09-5,37	3,7-5,86 ²	3,78-5,9	3,36-6,71 ²	3,64-5,84 ²
o.V.	5,23-6,29	3,37-5,79	4,1-6,35 ²	4,1-6,33	3,67-7,2 ²	3,99-6,31 ²
u.V.	4,48	3,32	3,3-5,26 ²	3,42-5,18	3,2-5,8	3,41-5,11 ²
dyn.,basis	4,96	3,72	3,7-5,78 ²	3,77-5,66	3,56-6,35	3,83-5,63 ²
o.V.	5,39	4,08	4,1-6,25 ²	4,09-6,08	3,87-6,86	4,21-6,11 ²
stat., n.k.	3,0-3,67 ¹	1,84-3,34	2,4-3,86	2,37-3,76	2,34-4,78	2,38-4,12 ¹
dyn. n.k.	3,0-3,48	1,84-3,34	2,37-3,76	2,34-3,64	2,48-4,12	2,25-3,69

Region	MES	SI
<i>durchschnittlicher Mismatchparameter</i>		
stat.,basis	4,72	3,92 ¹
u.V.	3,74	2,94
dyn.,basis	4,18	3,29
o.V.	4,58	3,61
<i>zeitvariabler Mismatchparameter</i>		
u.V.	2,6-4,21 ²	2,61-4,56
stat.,basis	2,8-4,65 ²	2,88-4,99
o.V.	3,3-5,06 ²	3,13-5,38
u.V.	2,7-4,03 ²	2,61-4,06
dyn.,basis	3,1-4,46 ²	2,89-4,48
o.V.	3,4-4,84 ²	3,14-4,85
stat., n.k.	2,2-3,41 ¹	1,77-3,08
dyn. n.k.	2,25-2,98	1,77-2,78

u.V.: untere Variante
 o.V.: obere Variante
 basis: Basisvariante
 dyn.: dynamisch
 stat.: statisch
 n. k.: nicht korrigiert (Vakanzen)

- 1: Autokorrelation (Signifikanzniveau: 0,05)
 2: quadratischer Zeittrend

Kurzfassung

An ausgewählten Daten wird gezeigt, wie verschiedene Qualitätsdaten des ÖPNV mit den Mitteln der multivariaten Statistik zu einer aggregierten Qualitätszahl verknüpft werden können. Dadurch kann eine Rangfolge der verglichenen ÖPNV-Unternehmen aufgestellt werden. Die Unternehmen stammen aus Deutschland, aus Polen und aus der Schweiz.

Gliederung

1. Veranlassung
2. Ausgangsdaten
3. Methodik
4. Ergebnisse
5. Literatur
6. Anhang

1. VERANLASSUNG

Im Ergebnis einer vom Verfasser betreuten Diplomarbeit (SER 96) lagen für deutsche und polnische Verkehrsunternehmen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) verschiedene Daten zur Verkehrsqualität vor, die zu einer aggregierten, d.h. zusammenfassenden Beurteilung herangezogen werden sollten. Diese Vorgehensweise ist die Konsequenz aus der Multikriteriellität der Verkehrsqualität, die durch ein Kriterium allein nicht hinlänglich beschrieben und bewertet werden kann. Die Bestimmung der aggregierten Verkehrsqualitäts-Kenngröße wird nachfolgend beispielhaft dargestellt.

2. AUSGANGSDATEN

Die benutzten Ausgangsdaten nach den Tabellen 1, 2 und 3 wurden für die deutschen und die polnischen Städte durch eine primärstatistische Erhebung (Befragung) im Rahmen der genannten Diplomarbeit gewonnen. Sie stellen den Stand von 1995 dar. Die Daten für die schweizerischen Städte stellte freundlicherweise Herr Professor Carl Hidber von der ETH Zürich zur Verfügung.

Nachfolgend wird lediglich ein relativ geringer Ausschnitt aus der gesamten Datenmenge verarbeitet. Er betrifft drei Kenngrößen des Verkehrsangebots im Busnetz, nämlich

- den mittleren Haltestellenabstand in m,
- die mittlere Reisegeschwindigkeit in km/h und
- die Fahrzeugfolge im Spitzenverkehr in min (vgl. Tabelle 3).

Die Größen nach a) und c) wurden umgerechnet, und zwar bei a) durch Subtraktion von 1000 und bei c) durch Transformation in die Fahrzeugzahl pro Stunde, um gleichgerichtete Einzelgrößen zu erhalten und somit Kompensationseffekte bei der Aggregation auszuschließen. Nach der Umrechnung gilt für alle Kenngrößen, daß

die jeweils höhere Qualität durch größere Zahlenwerte angezeigt wird, und umgekehrt.

3. METHODIK

Die angewandte Methodik ist die der multivariaten Datenanalyse (BAC 89, RIC 95, RIC 96), deren Ausgangstabelle die Datenmatrix nach Tabelle 4 ist. Ein Vergleich mit Tabelle 3 zeigt, daß die Städte nunmehr allgemein Objekte und die Kenngrößen (Qualitäts-)Variablen heißen. Tabelle 5 enthält die Korrelationsmatrix. Sie zeigt nur schwache Korrelation zwischen den drei Qualitätsvariablen an. Somit trägt jede Variable einen hinreichenden eigenen Informationsanteil, der kaum in einer anderen Variablen enthalten ist.

Um eine aggregierte Qualitätskenngröße bilden zu können, müssen die Werte der Matrix $Q = (q_{ij})$ transformiert werden. Dadurch werden die zwischen den ursprünglichen Variablen bestehenden Unterschiede hinsichtlich der Dimension und der Größenordnung beseitigt. Geeignet dafür sind zum Beispiel

- die z-Transformation

$$z_{ij} = \frac{q_{ij} - q_{m,j}}{s_j} \quad (1)$$

und

- die v-Transformation

$$v_{ij} = \frac{q_{ij} - q_{j,\min}}{q_{j,\max} - q_{j,\min}} \quad (2)$$

Es bedeuten

- q_{ij} den Wert der Variablen Q_j am Objekt O_i ,
- $q_{m,j}$ den arithmetischen Mittelwert der Variablen Q_j ,
- s_j die Standardabweichung zu diesem Mittelwert,
- z_{ij} den z-transformierten Wert der Variablen Q_j am Objekt O_i ,
- $q_{j,\min}$ den Minimalwert der Variablen Q_j ,
- $q_{j,\max}$ den Maximalwert der Variablen Q_j und
- v_{ij} den v-transformierten Wert der Variablen Q_j am Objekt O_i .

Die nach (1) transformierten Werte z_{ij} sind auf den Durchschnitt null und die Standardabweichung 1 normiert; sie liegen somit unterhalb und oberhalb von null.

Die nach (2) transformierten Werte sind auf das (0,1)-Intervall normiert; Durchschnitt und Standardabweichung liegen in diesem Intervall.

Aus den transformierten Werten, die jetzt allgemein als $q_{t,ij}$ bezeichnet werden, ergibt sich die aggregierte Kenngröße je Objekt als:

$$AKG_i = \sum_j g_j \cdot q_{t,ij} \quad (3)$$

Durch die Gewichtszahlen g_j mit

$$0 \leq g_j \leq 1 \quad (4)$$

und

$$\sum_j g_j = 1 \quad (5)$$

läßt sich die Bedeutung der in AKG enthaltenen ursprünglichen Qualitätsvariablen festlegen.

4. ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Berechnung sind in den Tabellen 6 und 7 enthalten. Sie zeigen, daß die Entscheidung für die z-Transformation oder die v-Transformation nicht von prinzipieller Natur ist. Eher ist es eine Frage der Gewohnheit und der Gewöhnung, mit welcher Transformation man arbeitet.

Die AKG-Werte in der letzten Spalte von Tabellen 6 und 7 ($g_j = 0,33$) gestatten es, eine Rangfolge der in den Vergleich einbezogenen Städte hinsichtlich der Qualität des Verkehrsangebots, also aus Betreibersicht, zu bestimmen. Gleiches kann aus der Sicht der Kunden oder auch unter anderem Bewertungsaspekt erfolgen.

Generell gilt, daß die Qualität des ÖPNV einer Stadt eine wichtige Komponente der Qualität des gesamten städtischen Raumes ist. Auf die ÖPNV-Qualität gerichtete Vergleiche können

- systemintern, z.B. zwischen Linien eines Unternehmens
- systemextern, also, wie eben dargestellt, zwischen verschiedenen Unternehmen bzw. Städten, und schließlich
- als Zeitvergleich für ein Unternehmen zur Beobachtung der Qualitätsentwicklung

jeweils nach einzelnen Variablen getrennt oder als multivariater Vergleich durchgeführt werden. Auf diese Weise läßt sich ein Qualitätstrend

$$AKG = f(t) \quad (6)$$

bestimmen, der wiederum auch in den systemexternen Vergleich einbezogen werden kann.

5. LITERATURVERZEICHNIS

SERWA, E.; SIENKIEWICZ, M.: Die Datenbank zur Qualitätssicherung im öffentlichen Personenverkehr. Diplomarbeit 1996, Universität Szczecin/Polen

BACKHAUS, K. et al.: Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. Berlin, Heidelberg 1989

RICHTER, K.-J.: Verkehrsökonomie. München /Wien 1995

RICHTER, K.-J.: Multikriterieller Qualitätsvergleich im ÖPNV - allgemeiner Ansatz und Beispiele. In: ÖZV 42(1996)2, S. 7 - 20

6. ANHANG: TABELLEN

Tabelle 1 Einbezogene Städte

Stadt	Land	Name des Betriebes
Bonn	Deutschland	Stadtwerke Bonn
Chemnitz	Deutschland	Chemnitzer Verkehrsbetriebe AG
Dresden	Deutschland	Dresdner Verkehrsbetriebe AG
Duisburg	Deutschland	Duisburger Verkehrsgesellschaft AG
Halle	Deutschland	Hallesche Verkehrs-AG
Karlsruhe	Deutschland	Stadtwerke Karlsruhe
Leipzig	Deutschland	Leipziger Verkehrsbetriebe GmbH
Nürnberg	Deutschland	Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg
Bydgoszcz	Polen	Zarząd Drog Miejskich Komunikacji Publicznej
Bytom	Polen	Przedsiębiorstwo Komunikacji Miejskiej Sp. Akcyjna
Czestochowa	Polen	Miejski Zakład Komunikacyjny
Gdansk	Polen	Zakład Komunikacji Miejskiej
Lublin	Polen	Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne Zak. Budz.
Radom	Polen	Zarząd Transportu Miejskiego
Wroclaw	Polen	Miejski Przedsiębiorstwo Komunikacyjne
Basel	Schweiz	
Bern	Schweiz	
Zürich	Schweiz	

Tabelle 2 Allgemeine Daten

Stadt	Einzugsgebiet		Linienlänge in km		
	Einwohner	Fläche in qkm	Strab	Bus	Gesamt
Bonn	400 000	280,0	75	457	532
Chemnitz	273 000		31	278	309
Dresden	470 681	225,0	236	255	491
Duisburg	604 928	281,0	97	392	489
Halle	360 000	204,0	157	271	428
Karlsruhe	351 788	241,0	90	162	252
Leipzig	601 647	564,0	322	314	636
Nürnberg	800 000	330,0	47	611	658
Bydgoszcz	385 700	175,0	72	300	372
Bytom	350 000		0	465	465
Czestochowa	299 298	459,0	11	465	476
Gdansk	500 000		104	529	633
Lublin	351 600	147,5	0	593	593
Radom	230 000	112,0	0	518	518
Wroclaw	800 000	400,0	270	390	660
Basel	290 000	61,0	61,2	71,3	132,5
Bern	185 900	30,0	17,2	67,7	84,9
Zürich	342 000	92,0	108,9	159,2	268,1

Tabelle 3 Ausgangsdaten Bus

Stadt	Mittlerer Haltestellenabstand in m	Mittlerer Haltestellenabstand (umgerechnet)	Mittlere Reisegeschwindigkeit in km/h	Fahrtfolge im Spitzenverkehr in min	Anzahl Fahrten pro Stunde im Spitzenverkehr (gerundet)
Bonn	445,0	555,0	19,8	10,0	6
Chemnitz	660,0	340,0	20,6	15,0	4
Dresden	566,0	434,0	22,2	10,0	6
Duisburg	501,0	499,0	21,2	5,0	12
Halle	669,0	331,0	22,5	5,0	12
Karlsruhe	534,0	466,0	26,9	12,5	5
Leipzig	713,0	287,0	22,3	15,0	4
Nürnberg	521,0	479,0	22,0	7,5	8
Bydgoszcz	742,0	258,0	18,9	7,0	9
Bytom	700,0	700,0	24,2	15,0	4
Czestochowa	750,0	250,0	18,7	18,0	3
Gdansk	700,0	300,0	17,7	10,0	6
Lublin	460,0	540,0	18,8	28,0	2
Radom	718,0	282,0	25,1	25,0	2
Wroclaw	700,0	300,0	19,1	16,0	4
Basel	390,0	610,0	19,0	6,2	10
Bern	390,0	610,0	18,0	6,7	9
Zürich	300,0	700,0	18,0	8,0	8

Tabelle 4 Datenmatrix

Objekte	Qualitätsvariablen					
	Q_1	Q_2	...	Q_j	...	Q_p
O_1	q_{11}	q_{12}	...	q_{1j}	...	q_{1p}
O_2	q_{21}	q_{22}	...	q_{2j}	...	q_{2p}
.
.
O_i	q_{i1}	q_{i2}	...	q_{ij}	...	q_{ip}
.
.
O_n	q_{n1}	q_{n2}	...	q_{nj}	...	q_{np}

Tabelle 5 Korrelationsmatrix Busverkehr

	Mittlerer Haltestellenabstand MHA	Mittlere Reisegeschwindigkeit MRG	Zugfolgezeit ZFZ
Mittlerer Haltestellenabstand MHA	1,0000	0,2559	0,2691
Mittlere Reisegeschwindigkeit MRG	0,2559	1,0000	0,0054
Zugfolgezeit ZFZ	0,2691	0,0054	1,0000

Tabelle 6 z-transformierte Daten Bus

Stadt	MHA	MRG	ZFZ	AKG
Bonn	0,983	-0,400	-0,108	0,158
Chemnitz	-0,571	-0,090	-0,759	-0,473
Dresden	0,109	0,528	-0,108	0,176
Duisburg	0,579	0,142	1,844	0,855
Halle	-0,636	0,644	1,844	0,618
Karlsruhe	0,340	2,346	-0,434	0,751
Leipzig	-0,954	0,567	-0,759	-0,382
Nürnberg	0,434	0,451	0,542	0,476
Bydgoszcz	-1,163	-0,747	0,868	-0,348
Bytom	-0,860	1,302	-0,759	-0,106
Czestochowa	0,875	-0,825	-1,085	-1,043
Gdansk	-0,990	-1,211	-0,108	-0,726
Lublin	-0,860	-0,786	-1,410	-0,440
Radom	-0,990	1,650	-1,410	-0,250
Wroclaw	-0,860	-0,670	-0,759	-0,763
Basel	1,381	-0,709	1,193	0,622
Bern	1,381	-1,095	0,868	0,384
Zürich	2,031	-1,095	0,542	0,493

Tabelle 7 v-transformierte Daten Bus

Stadt	MHA	MRG	ZFZ	AKG
Bonn	0,678	0,228	0,400	0,435
Chemnitz	0,200	0,315	0,200	0,238
Dresden	0,409	0,489	0,400	0,433
Duisburg	0,553	0,380	1,000	0,645
Halle	0,180	0,522	1,000	0,567
Karlsruhe	0,480	1,000	0,300	0,593
Leipzig	0,082	0,500	0,200	0,261
Nürnberg	0,509	0,467	0,600	0,525
Bydgoszcz	0,018	0,130	0,700	0,283
Bytom	0,111	0,707	0,200	0,339
Czestochowa	0,000	0,109	0,100	0,070
Gdansk	0,111	0,000	0,400	0,170
Lublin	0,644	0,120	0,000	0,255
Radom	0,071	0,804	0,000	0,292
Wroclaw	0,111	0,152	0,200	0,154
Basel	0,800	0,141	0,800	0,580
Bern	0,800	0,033	0,700	0,511
Zürich	1,000	0,033	0,600	0,544

Wirkung von Straßenbenutzungsabgaben auf die Wohlfahrt von Berufspendlern - eine empirische Analyse

Ulf Teubel, Dresden

Kurzfassung

Über die Einführung von Straßenbenutzungsabgaben (Road Pricing) als ein Beitrag zur Lösung der (Straßen-)Verkehrsprobleme in städtischen Ballungsräumen wird zur Zeit in der Verkehrs-wissenschaft und -politik recht intensiv diskutiert. Dabei rücken immer mehr Fragen nach der gesellschaftlichen und politischen Akzeptanz von Road Pricing-Systemen in den Mittelpunkt des Interesses, da sie wichtige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Implementierung sind. Eine zentrale Frage in diesem Zusammenhang ist die nach den *Verteilungswirkungen*. Wer gewinnt und wer verliert bei der Einführung von Straßenbenutzungsabgaben und wie groß sind die Gewinne bzw. Verluste? In dieser Untersuchung wird dieser Frage exemplarisch für die Gruppe der Berufspendler nachgegangen. Gestützt auf Daten aus Dresden wird dazu ein binäres Logitmodell aufgestellt und ökonometrisch geschätzt. Mit Hilfe des geschätzten Modells erfolgt dann die Berechnung der Wohlfahrts- und Verteilungswirkungen einer Straßenbenutzungsabgabe für verschiedene Gruppen von Berufspendlern.

Gliederung

1. Einleitung
2. Analysegegenstand und theoretische Vorüberlegungen
3. Empirische Analyse
 - 3.1 Modelle diskreter Entscheidungen - Ableitung des Logitmodells
 - 3.2 Funktionale Form des deterministischen Teils der Nutzenfunktion
 - 3.3 Die Datengrundlage
 - 3.4 Ergebnisse der Schätzung des Logitmodells
 - 3.5 Wohlfahrtsberechnungen im Logitmodell
 - 3.6 Verwendung der Einnahmen aus Straßenbenutzungsabgaben
4. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Literatur