

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie
und Kommunikation / Bundesamt für Strassen

Forschungspaket Mobility Pricing: Projekt B1

Einbezug von Reisekosten bei der Modellierung des Mobilitätsverhaltens

**Intégration des frais de déplacements dans
la modélisation du comportement de
mobilité**

**Including travelling costs in the modelling of
mobility behaviour**

Kurzfassung

Forschungsauftrag Nr. 2005/004 auf Antrag der Vereinigung
Schweizerischer Verkehrsingenieure

Mai 2007

Einbezug von Reisekosten bei der Modellierung des Mobilitätsverhaltens

Intégration des frais de déplacements dans la modélisation du comportement de mobilité

Including travelling costs in the modelling of mobility behaviour

Forschungsauftrag: Nr. 2005/004 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer
Verkehringenieure

Forschungsstelle: Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT),
ETH Zürich
TRANSP-OR, EPF Lausanne
IRE, USI Lugano

Bearbeitung:

IVT, ETH Zürich

(Kapitel 1-10)

Dr.-Ing. Milenko Vrtic

Dipl.-Wi.-Ing. Nadine Schüssler

Dipl.-Ing. Alexander Erath

Dipl.-Ing. Michaela Bürgle

Prof. Kay W. Axhausen

TRANSP-OR, EPF Lausanne

(Kapitel 11)

Dipl.-Ing. Emma Frejinger

Dipl. -Ing Jelena Stojanovic

Prof. Michel Bierlaire

IRE, USI Lugano

(Kapitel 12)

Dr. Roman Rudel

Lic.oec. Stefano Scagnolari

Prof. Rico Maggi

Begleitende Kommission:

- Paul Widmer
- Dr. Matthias Rapp
- Michael Arendt
- Amira Ayoubi
- Dr. Georg Abay
- Dr. Casimir de Rham
- Martin Howald
- Roland Koch
- Michael Löchl
- Daniel Mühlemann
- Guido Rindsfuser

Kurzfassung

Das Projekt B1 *Einbezug von Reisekosten bei der Modellierung des Mobilitätsverhaltens* hatte als Ziel, die möglichen Auswirkungen von Mobility Pricing auf das Verkehrsverhalten zu klären. Es stellt damit die Grundlage für die Abschätzung möglicher Verkehrsnachfrageveränderungen dar. Dabei stehen die Zahlungsbereitschaft und wesentliche Veränderungen des Verkehrsverhaltens durch die Einführung von Mobility Pricing im Vordergrund.

Den ersten Schwerpunkt des Projekts bilden die Verhaltensänderungen bei der Verkehrsmittel- und Routenwahl und bei der Wahl der Abfahrtszeit (taktische Entscheidungen). Für strategische Entscheidungen wird der zweite Schwerpunkt auf die Ausstattung mit Mobilitätswerkzeugen (Ausstattung mit PW und ÖV-Abonnementen) sowie die Wohnortwahl gelegt. Die aus den Stated Preference Daten (SP) geschätzten Modellparameter wurden darüber hinaus durch Schätzung von Revealed Preference (RP) Modellen, welche auf tatsächlich beobachtetem Verhalten basieren, überprüft. In einem weiteren Arbeitsschritt wurden mit den geschätzten Modellparametern die Auswirkungen des Mobility Pricings auf die Routenwahl, Verkehrsmittelwahl und Wahl der Abfahrtszeit an einem vereinfachten Anwendungsbeispiel getestet.

Taktische Verhaltensänderungen und politische Einstellung

Um eine verlässliche Grundlage für Verkehrsprognosen und die Schätzung der Nachfrageveränderungen bei der Einführung von Mobility Pricing zu schaffen, wurden mit Hilfe von Stated Preference (SP) Befragungen die Modelle für die Verhaltensänderungen geschätzt. Mit Modellen und ihren Parametern wird die Bedeutung des Mobility Pricings und anderer Einflussfaktoren wie Reisezeit, Treibstoffkosten, Umsteigehäufigkeit usw. für Verkehrsentscheidungen (Routenwahl, Verkehrsmittelwahl und Wahl der Abfahrtszeit) quantifiziert. Aus den Modellschätzungen werden neben den Parametern auch Nachfrageelastizitäten, respektive Zahlungsbereitschaften abgeleitet.

Es wurden vier verschiedene schriftliche SP Experimente durchgeführt. Neben der Erhebung der Verhaltensänderungen in der Routen-, Verkehrsmittel- und Abfahrtszeitwahl wurden in einem ersten Experiment die politischen Präferenzen der Befragten bezüglich der Gestaltung von Mobility Pricing untersucht. Dadurch wurde versucht, die politische Einstellung der

Befragten im ersten Experiment explizit abzufragen, so dass diese nicht mehr in den anschliessenden Experimenten zum Ausdruck gebracht werden musste.

Die Ergebnisse dieses Experiments zeigen, dass etwa die Hälfte der Befragten das jeweils vorgestellte Mobility Pricing System unter gegebenen Rahmenbedingungen befürwortet und dass der wichtigste Faktor für die Akzeptanz das gewählte Kostenniveau ist. Dabei muss beachtet werden, dass die unterschiedlichen Befragungskonzepte und Stichprobengrundgesamtheiten, hier und im Projekt A1 (Akzeptanz von Mobility Pricing), auch zu unterschiedlichen absoluten Werten führen können. Wie zu erwarten war, sinkt die Akzeptanz eines Systems mit steigenden Kosten. Weiterhin ist zu sehen, dass Mobility Pricing Modelle mit Autobahngebühren oder kilometerabhängigen Abgaben im Durchschnitt bevorzugt werden, während Gebietslizenzen und tageszeitabhängige Gebühren eher abgelehnt werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt, der die Akzeptanz verschiedener Arten von Mobility Pricing beeinflusst, ist der Wohnort der Befragten, respektive dessen Gemeindetyp. Die Bewohner der Grossstädte zeigen insgesamt eine relativ hohe Akzeptanz für die verschiedenen Arten des Pricings mit Ausnahme der Gebietslizenzen, die sie direkt und unausweichlich betreffen. Weiter zeigte sich, dass der Einfluss der Verwendungszwecke der Einnahmen auf die Akzeptanz des Mobility Pricing nicht sehr gross ist.

Modellergebnisse Taktische Entscheidungen

Für die Schätzung der Zahlungsbereitschaft und Verhaltensveränderungen wurden drei weitere SP Experimente durchgeführt:

- Wahl der Abfahrtszeit und Routenwahl im Strassenverkehr für MIV- Nutzer (SP2)
- Wahl der Abfahrtszeit und des Verkehrsmittels (SP3)
- Verkehrsmittel- und Routenwahl (SP4)

Die auf Basis dieser Daten geschätzten Modelle bilden die Grundlage für die Schätzung taktischer Verhaltensänderungen in der Routenwahl, Verkehrsmittelwahl und Wahl der Abfahrtszeit.

Zunächst wurden jeweils für die Routenwahl im MIV (anhand der Befragungsergebnisse aus dem SP2-Experiment) und für die Verkehrsmittelwahl (anhand der Befragungsergebnisse aus den Experimenten SP3 und SP4) einzelne Modelle mit linearer Nutzenfunktion bestimmt. Diese beiden Modelle wurden zu einem kombinierten Routen- und Verkehrsmittelwahlmodell

zusammengefasst, um robustere Ergebnisse zu erhalten. Anschliessend wurde eine Vielzahl von nichtlinearen Modellen sowohl für das Routenwahlmodell und das Verkehrsmittelwahlmodell als auch für das kombinierte Routen- und Verkehrsmittelwahlmodell getestet. Alle geschätzten Modellparameter zeigen plausible Vorzeichen und sind in ihren Verhältnissen mit vorherigen Studien in der Schweiz vergleichbar.

Wie zu erwarten, ist für alle betrachteten Entscheidungen die Reisezeit die wichtigste Einflussvariable. Weiter zeigte sich, dass eine verspätete Abfahrtszeit sowohl bei der Routenwahl als auch bei der Verkehrsmittelwahl negativ bewertet wird, ebenso eine verfrühte Abfahrtszeit bei der Verkehrsmittelwahl. Anders ist es hingegen bei der Routenwahl. Hier wird eine frühere Ankunft und ein Vermeiden von Wartezeiten auf der Strasse bevorzugt. Dies deutet auf eine generell starke Abneigung gegenüber Verspätungen hin. Diese Interpretation wird durch die Tatsache bestärkt, dass die Bestrafung für eine verspätete Abfahrtszeit doppelt so hoch ist wie für eine zu frühe Abfahrtszeit. Dazu passt auch die Bewertung der Verlässlichkeit im MIV und im ÖV. Je unzuverlässiger die Route ohne Mobility Pricing in der Routewahl ist, umso häufiger wird die Route mit Mobility Pricing gewählt. Ebenso wird bei zunehmender Unzuverlässigkeit des ÖV die MIV-Route stärker bevorzugt.

Die geschätzten Kostenparameter zeigen, dass jede zusätzliche Kostenkomponente und jede Erhöhung der Reisekosten negativer bewertet wird als die vorhergehende. Die Treibstoffkosten werden ähnlich bewertet wie in früheren Studien. Maut und Parkgebühren hingegen werden als weitere Kostenkomponente mehr als doppelt so negativ bewertet wie Treibstoffkosten. Damit ist für die Verkehrsverhaltensentscheidungen jede zusätzliche Mautausgabe ca. 2-mal relevanter als schon „verkraftete“ und „bekannte“ Treibstoffkosten. Diese Bewertung basiert auf der Voraussetzung, dass die Treibstoffkosten als erste Kostenkomponente betrachtet werden. Dabei muss beachtet werden, dass diese Verhältnisse auch von der absoluten Höhe der Treibstoff- und Mautkosten abhängig sind.

Bezüglich der nicht-linearen Formulierung der Kosten- und Zeitparameter bestätigen die Modellergebnisse wiederum die Abhängigkeit der Bewertung dieser Grössen vom Einkommen und der Reisezeit respektive den Kosten. Mit steigendem Einkommen sowie steigender Reisezeit werden zusätzliche Kosten weniger negativ beurteilt. Das gleiche gilt für zusätzliche Reisezeit bei steigenden Kosten. Der Effekt, dass Maut und Parkkosten wesentlich negativer bewertet werden, da sie im Vergleich zu Treibstoffkosten eher vermeidbare Kosten

sind, bestätigt sich jedoch auch hier. Die nicht-linearen Kosten- und Zeitparameter haben darüber hinaus entscheidenden Einfluss auf die Zeitwerte und Elastizitäten.

Zahlungsbereitschaft

Die unterschiedliche Bewertung der einzelnen Kostenkomponenten sowie die Abhängigkeit von der Kostenhöhe führen dazu, dass sich durch die Einführung von zusätzlichen Kostenkomponenten, wie beispielsweise das Mobility Pricing, auch die Zahlungsbereitschaft verändert. Für die hier betrachteten Kostenkomponenten wurde folgende Zahlungsbereitschaft ermittelt:

- Treibstoffkosten: 27.8 CHF/h
- Maut: 13.6 CHF/h
- Parkgebühr: 10.8 CHF/h
- ÖV - Kosten: 19.5 CHF/h

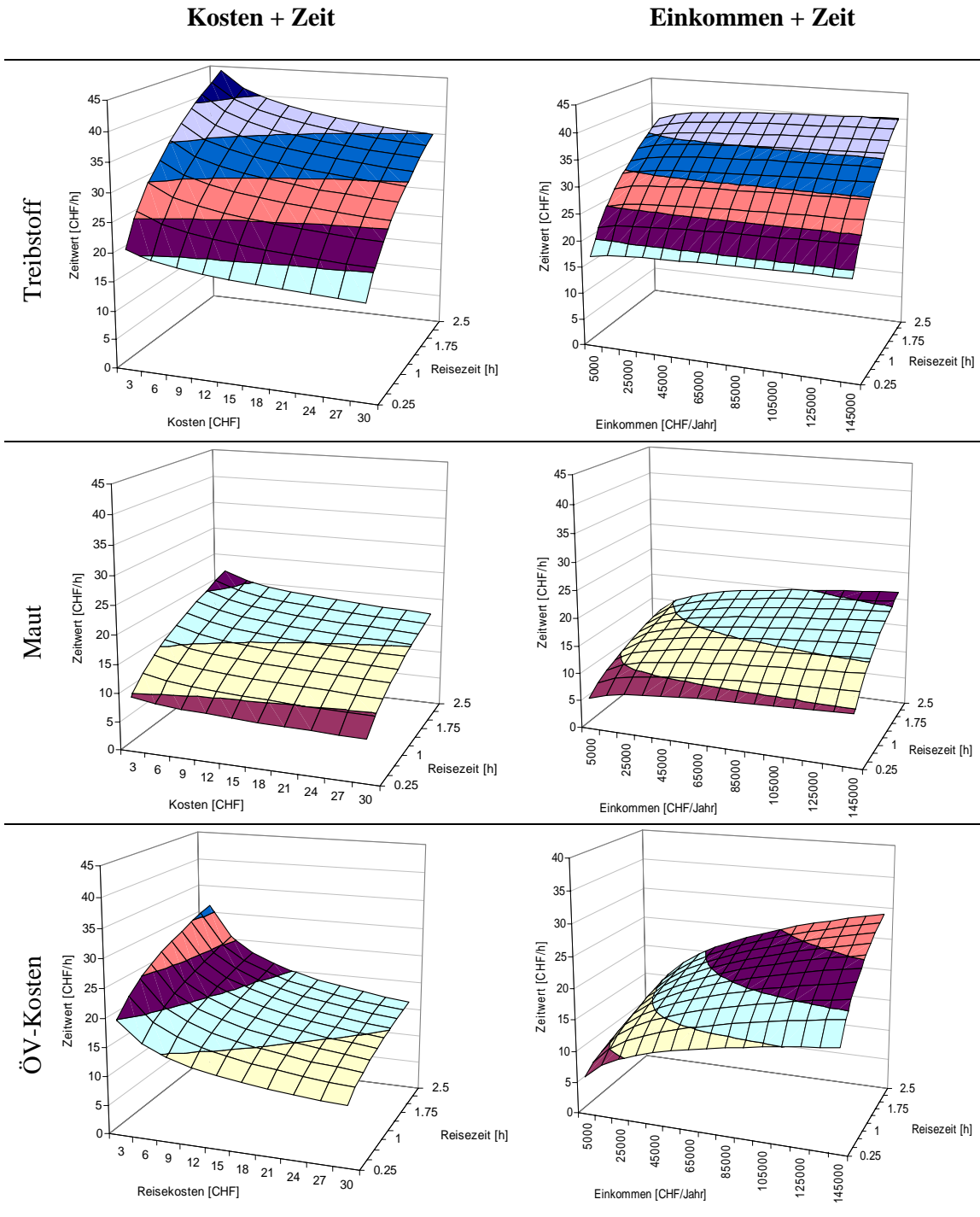
Diese Ergebnisse zeigen, dass die Zahlungsbereitschaft der MIV-Verkehrsteilnehmer für eine Stunde eingesparte Reisezeit in Bezug auf die Treibstoffkosten als einzelne Kostenkomponente 27.8 CHF beträgt. Dabei muss beachtet werden, dass hier die Treibstoffkosten ohne Mineralölsteuer betrachtet wurden. Die heutige Mineralölsteuer wurde in die Mautkosten miteinbezogen. Die Zahlungsbereitschaft für ÖV-Kosten ist vor allem wegen der Nutzbarkeit der Zeit im ÖV (und unterschiedlicher soziodemographischer Charakteristika, Fahrzweckanteilen und Situation der Verkehrsteilnehmer) tiefer und beträgt 19.5 CHF/h. Weiter muss berücksichtigt werden, dass die hier betrachteten ÖV Kosten höher sind als die Treibstoffkosten, was zusätzlich die Zahlungsbereitschaft im ÖV reduziert. Wenn eine Maut eingeführt würde (die mittlere Mauthöhe der betrachteten Stichprobe liegt bei 5.3 Fr pro Fahrt), reduziert sich die zusätzliche Zahlungsbereitschaft auf 13.6 CHF/h. Die zusätzliche Einführung von Parkgebühren neben Treibstoff- und Mautkosten (im Mittel 2 CHF/Fahrt) ergibt nur eine zusätzliche Zahlungsbereitschaft von 10.8 CHF/h.

Die Zahlungsbereitschaften für eingesparte Reisezeit verändern sich jedoch nicht nur in Abhängigkeit von der Kostenart. Vielmehr haben auch das Einkommen der Befragten und die Reisezeit der beurteilten Fahrt sowie das Kostenniveau einen entscheidenden Einfluss. Aus diesem Grund sind in Abbildung 1 die Zahlungsbereitschaften für Treibstoff, Maut und ÖV-Kosten einmal in Abhängigkeit von den entstehenden Kosten und der Reisezeit sowie einmal in Relation zu Einkommen und Reisezeit dargestellt. Natürlich sind die Zeitwerte immer von allen drei Grössen abhängig, eine vierdimensionale Darstellung ist aber nicht möglich.

Wie in Abbildung I zu sehen ist, fallen die Zeitwerte mit steigenden Kosten. Dieser Effekt lässt sich vor allem mit der übergeordneten Budgetbeschränkung (der Ausgaben für Verkehr) erklären, die ein Reisender hat. Je näher der Betroffene an seine Budgetbeschränkung herankommt, umso mehr Reisezeitersparnisse erwartet er für das gleiche Geld. Damit sinkt seine Zahlungsbereitschaft. Steigt jedoch die Reisezeit, so steigt mit ihr auch der Zeitwert. Längere Reisen sind in der Regel auch mit höheren Budgets verbunden und zusätzliche Ausgaben werden nicht mehr so hart bestraft wie bei kürzeren Reisen, insbesondere da sie prozentual einen kleineren Teil am Gesamtpreis der Reise ausmachen. Diese Effekte sind darüber hinaus auch mit der Fahrthäufigkeit verbunden. Ähnliches kann beobachtet werden, wenn die Zeitwerte in Abhängigkeit vom Einkommen und der Reisezeit aufgetragen werden. Wie schon in vorherigen Studien gezeigt wurde, führt ein höheres Einkommen zu einer höheren Zahlungsbereitschaft.

Werden die Zeitwerte der verschiedenen Kostenarten miteinander verglichen, so zeigt sich, dass das Verhalten bezüglich Kosten, Reisedistanz und Einkommen ähnlich, das Niveau hingegen unterschiedlich ist. Die Zeitwerte für die Maut sind erheblich niedriger als diejenigen für die Treibstoffkosten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Verkehrsteilnehmer bei kurzfristigen, taktischen Entscheidungen weniger stark auf Kosten reagieren, die ihnen unausweichlich erscheinen als auf vermeidbare Kosten wie Maut oder Parkkosten, welche durch Umwege oder andere Parkplatzwahl verhindert werden können. Weiterhin werden die Mautkosten und Parkplatzgebühren als zusätzliche Kostenkomponente betrachtet und führen damit zu einer Erhöhung der gesamten Reisekosten. In diese Erklärung passt auch das Phänomen, dass der Anstieg der Zeitwerte in Bezug zum Einkommen für die Treibstoffkosten weniger steil verläuft als für die Kosten, die durch Maut verursacht werden.

Abbildung I Zeitwerte in Abhängigkeit von Kosten und Zeit bzw. Einkommen und Zeit



Elastizitäten

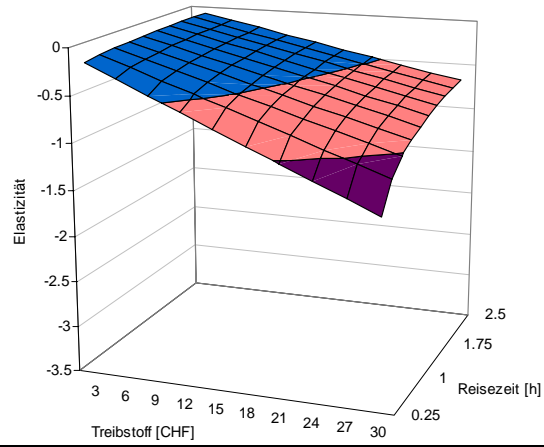
Eine weitere wichtige Auswertung der Modellergebnisse stellt die Berechnung der Reisezeit- und Kostenelastizitäten dar. Eine Elastizität gibt ganz allgemein an, wie sich die Veränderung einer unabhängigen Variablen, z.B. Reisekosten oder Reisezeit, auf eine abhängige Variable, z.B. die Verkehrsnachfrage, auswirkt. Eine direkte Mautelastizität von -0.29 würde dabei bedeuten, dass eine Erhöhung der Maut um 10% zu einer Reduzierung der MIV-Fahrten um 2.9% führt. Aufgrund der nichtlinearen Funktionsformen der Kosten- und Reisezeitparameter, müssen diese Nichtlinearitäten auch bei der Berechnung der Elastizitäten berücksichtigt werden.

Abbildung II zeigt den Verlauf der direkten Kostenelastizitäten. Die Abhängigkeit der Kostenelastizitäten vom Einkommen wurde dabei nicht dargestellt. Die Elastizitäten wurden für das mittlere Einkommen der Stichprobe berechnet und haben alle ein negatives Vorzeichen. Das heisst, eine Erhöhung der Reisezeiten oder der Kosten für eine Alternative führt immer zu einer Verringerung der Wahrscheinlichkeit, dass diese ausgewählt wird. Darüber hinaus ist deutlich zu sehen, dass sowohl die Reisezeit- als auch die Kostenelastizitäten mit steigenden Kosten betragsmässig zunehmen, mit steigender Reisezeit hingegen betragsmässig abnehmen.

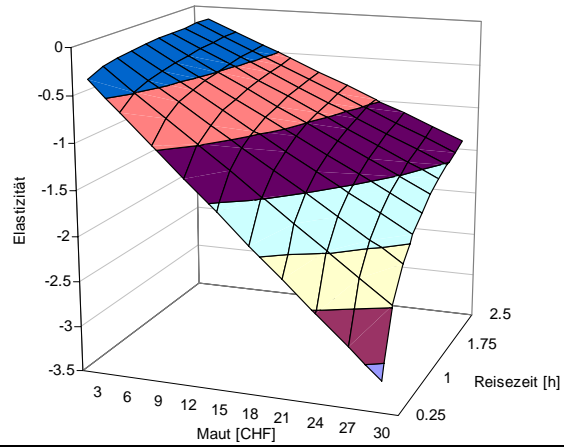
Bezüglich der unterschiedlichen Kostenkomponenten ist wiederum deutlich zu sehen, dass die Befragten auf Kosten, die durch Maut verursacht werden, viel stärker reagieren als auf Kosten für Treibstoff. Hierbei muss beachtet werden, dass eine Maut als eine zweite, zusätzlich zu den Treibstoffkosten anfallende Kostenkomponente betrachtet wird. Dadurch ist der Verlauf der Elastizitätsfunktion für den Treibstoff wesentlich flacher.

Abbildung II Direkte Kostenelastizität in Abhängigkeit von Kosten und Zeit

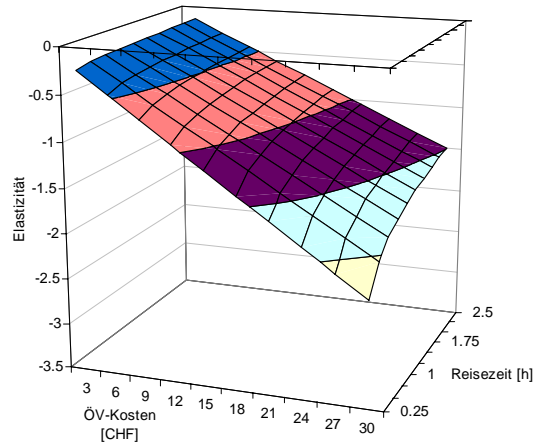
Treibstoff



Maut



ÖV-Kosten



Modellergebnisse Strategische Entscheidungen

Ziel des zweiten Teils der Stated Preference Befragung ist es, den Einfluss von Mobility Pricing Massnahmen auf den Besitz von Mobilitätswerkzeugen und die Wohnstandortwahl herauszuarbeiten. Die Befragung wurde in mündlichen, persönlichen Interviews durchgeführt. Die Fragebögen wurden datenbankbasiert für jede befragte Person individuell erstellt und direkt unter Mithilfe des Interviewers am Laptop ausgefüllt.

Die geschätzten Modellparameter zeigen, dass der Besitz von Personenwagen vor allem durch soziodemographische-, siedlungsstrukturelle- und Verkehrsangebotsmerkmale determiniert ist. Dabei ist die Bedeutung der Kostenvariable eher untergeordnet. Es wurden zwei getrennte Modelle geschätzt: eines für allein benutzte PW und eines für gemeinsam benutzte PW. Die geschätzten Parameter zeigen, dass mit einer Kostenerhöhung die Attraktivität der gemeinsamen Benutzung eines PWs erhöht wird. Dabei muss aber beachtet werden, dass der Anteil der von mehreren Personen gemeinsam benutzten PW sehr klein ist (ca. 10% der Stichprobe) und damit die Ergebnisse aus dem Modell für die alleinige Nutzung eines PWs für die Verkehrsprognosen dominierend sind. Aus den geschätzten Modellparametern wurde für die Variable PW-Kosten im Bezug auf den PW-Besitz eine mittlere Elastizität von -0.157 ermittelt. Wenn also beispielsweise die variablen PW-Kosten um 10% ansteigen, dann sinkt der PW Besitz um -1.57%. Dahingegen ist der Einfluss der ÖV-Kosten auf den PW-Besitz nicht signifikant.

Mit den geschätzten Modellen konnte kein signifikanter Einfluss der variablen PW-Kosten auf den Besitz von ÖV-Abonnements festgestellt werden. Die nicht signifikanten Parameter für die Kostenvariablen weisen darauf hin, dass die Kosten im vorliegenden Bereich keinen Einfluss auf die Besitzverhältnisse der ÖV-Abonnemente haben. Die geschätzten Parameter zeigen aber deutlich, dass das GA (Generalabonnement) zum PW als Substitutionsgut auftritt.

Im letzten Teil der Befragung wurde der Einfluss der Reisekosten auf die Wohnstandortwahl analysiert. Auch hier zeigte sich, dass die PW-Kosten als eine Verkehrsangebotskomponente für die Wohnstandortwahl signifikant sind, eine Veränderung dieser Kosten alleine aber eher untergeordnete Bedeutung hat. Damit kann als Schlussfolgerung angenommen werden, dass die Einführung von Mobility Pricing keinen bedeutenden Einfluss auf die Wohnstandortwahl hat.

Schätzung von Revealed Preference (RP) Modellen

Die aus den Stated Preference Daten (SP) geschätzten Modellparameter für die taktischen Entscheidungen wurden darüber hinaus durch Schätzung von Revealed Preference (RP) Modellen, welche auf tatsächlich beobachtetem Verhalten basieren, überprüft. Hier wurden sowohl einzelne Revealed Preference Modelle als auch gemeinsame SP/RP Modelle geschätzt. Es konnte nachgewiesen werden, dass sich die RP-Ergebnisse von den SP-Ergebnissen nicht wesentlich unterscheiden.

Für Umlegungsmodelle und die Berechnung von Routenwahlveränderungen ist die Ermittlung des Routensets bzw. der von den Verkehrsteilnehmern bei der Routenwahl berücksichtigten Routen ein wichtiger Modellierungsschritt. Für die Ermittlung des Routensets wurden hier mit RP und SP-Daten entsprechende Modelle geschätzt. Es hat sich gezeigt, dass neben den üblichen Variablen wie Reisezeit und Reisekosten auch Strassentypen eine relevante Rolle beim Routenwahlverhalten spielen. Durch ein solches Attribut werden vor allem der Komfort sowie das Strassenumfeld bewertet. Weiterhin wurde gezeigt, dass die Reisezeitveränderung auf unterschiedlichen Strassentypen und bei unterschiedlicher Reisezeitdauer unterschiedlich bewertet wird.

Elastizitäten der Gesamtnachfrage

Das Ziel des dritten Teils der Studie war es, die Auswirkungen von Preisänderungen auf die individuelle Mobilitätsnachfrage in den letzten 45 Jahren anhand von statistischen Datengrundlagen zu analysieren. Auf aggregierter Ebene wurden Zeitreihen zur Verkehrsnachfrage, zum Treibstoffabsatz und zur Benzinpreisentwicklung regressionsanalytisch untersucht. Auf disaggregierter Ebene wurden die Daten des Mikrozensus 2000 verwendet, um die Wirkung einzelner Kostenkomponenten (Fixkosten, variable Kosten und Zeitwerte) auf die Mobilitätsnachfrage zu bestimmen. Die Resultate auf aggregierter Ebene zeigen deutlich, dass Elastizitäten stark von der Wahl des Erhebungszeitraumes abhängen und dass ihre Werte nur im Zusammenhang mit den gewählten Grössen und Randbedingungen interpretiert werden können.

Empfehlungen für die Anwendung

Die hier ermittelten Projektergebnisse erfassen mögliche Verhaltensreaktionen der Verkehrsteilnehmer bei der Einführung von Mobility Pricing. Mit diesen Grundlagen können die verkehrlichen Auswirkungen und die Verhaltensänderungen bei solchen

Angebotsveränderungen quantifiziert werden. Daraus kann abgeleitet werden, ob und welche verkehrspolitischen Ziele durch die Einführung von Mobility Pricing erreicht werden können.

Der Vergleich der ermittelten Ergebnisse mit den Erfahrungen aus dem Ausland zur Einführung von Road Pricing zeigt eine sehr gute Übereinstimmung. Die aus Modellparametern abgeleiteten Nachfrageelastizitäten und die durch Anwendungs-beispiele berechneten Nachfrageveränderungen bewegen sich in einem ähnlichen Rahmen wie die in der Literaturanalyse ermittelten Erfahrungen im Ausland. Die geschätzte Zahlungsbereitschaft liegt zwar über der Zahlungsbereitschaft der anderen Länder, dies ist aber vor allem auf die Unterschiede in der Soziodemographie und der Einkommensstruktur sowie der heutigen Ausgaben für Verkehr zurückzuführen.

Wie hier gezeigt wurde, sind die Verhaltensreaktionen der Verkehrsteilnehmer stark von soziodemografischen-, Weg- und Angebotscharakteristiken abhängig. Damit können die Auswirkungen von Massnahmen nur durch eine plausible Beschreibung des Verkehrsangebots und der Verkehrsnachfrage des betrachteten Untersuchungsgebiets geschätzt werden. Dies bedeutet, dass die Berechnung der Auswirkungen von Mobility Pricing neben den hier geschätzten Modellparametern auch eine verlässliche Beschreibung des Verkehrsgeschehens durch die verwendeten Verkehrsmodelle verlangt. Zusätzlich zu einer vollständigen Angebotsbeschreibung muss der Fokus vor allem auf realitätsentsprechende bzw. validierte Quell-Ziel-Matrizen gelegt werden. Nur durch eine verlässliche Quell-Ziel-Matrix können die Nutzen bzw. Kosten der Wege eines Untersuchungsgebiets und damit auch mögliche Nachfragereaktionen plausibel berechnet werden. Weiterhin müssen bei der Planung von Mobility Pricing Massnahmen alle Angebotskomponenten berücksichtigt und der gesamte Nutzen bzw. die gesamten Kosten eines Weges berechnet werden. Beispielsweise hat die Einführung eines Mobility Pricings von 5 CHF/Fahrt auf einen Weg von 10 Minuten eine andere Wirkung als auf einen Weg von 60 Minuten. Daher ist ein verlässliches und validiertes Netzmodell unerlässlich.

Für die Berechnung von Verkehrsmittelwahl- und Abfahrtszeiteffekten können die Logit-Modelle als Pivot-Point-Ansätze verwendet werden. Weiterhin ist für die Schätzung von Abfahrtszeitveränderungen die Berücksichtigung der Nachfragedynamik eine wichtige Komponente. Für die Schätzung der Zielwahlveränderungen können die im Rahmen der Erstellung des Nationalen Personenverkehrsmodells geschätzten Zielwahlparameter benutzt werden. Es ist zu empfehlen, diese Parameter zusammen mit den hier geschätzten Verkehrsmittelwahlparametern als kombiniertes Ziel- und Verkehrsmittelwahlmodell zu verwenden.