



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Verkehrserhebungen: Methoden der Verkehrsbefragung

Recensements dans les transports : enquêtes de trafic

Background materials to transportation survey methods

**Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT
ETH Zürich
Kay W. Axhausen**

**Forschungsauftrag VSS 2009/103 auf Antrag des Schweizerischen
Verbands der Strassen und Verkehrsfachleute (VSS)**

Mai 2019

1657

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Verkehrserhebungen: Methoden der Verkehrsbefragung

Recensements dans les transports : enquêtes de trafic

Background materials to transportation survey methods

**Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT
ETH Zürich
Kay W. Axhausen**

**Forschungsauftrag VSS 2009/103 auf Antrag des Schweizerischen
Verbands der Strassen und Verkehrsfachleute (VSS)**

Mai 2019

1657

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Kay W. Axhausen

Mitglieder

Federführende Fachkommission

VSS Fachkommission 1: Verkehr

Begleitkommission

Präsident

Roland Ribl

Mitglieder

Wilfried Anreiter

Yves Gasser

Christian Hasler

Nicolas Latuske

Stefan Schneider

Paul Widmer

Erich Willi

Antragsteller

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

Inhaltsverzeichnis

	Impressum	4
	Zusammenfassung	7
	Résumé	9
	Summary	11
1	Einführung	13
2	Eine Theorie des alltäglichen Verkehrsverhaltens	15
3	Elemente der Bewegung und ihre Zeiten	21
4	Eine Theorie des Antwortverhaltens in Befragungen	27
5	Antwortlast	28
6	Befragung versus Verfolgung	33
7	Ausblick	36
8	Danksagung	37
	Anhänge	39
	Literaturverzeichnis	103
	Projektabschluss	108
	Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen	111

Zusammenfassung

Dieser Bericht ist der Kommentar zu der neuen Richtlinie, der VSS Norm zu Verkehrserhebungen (SN 640 003). Er soll und kann die entsprechenden Lehrbücher und web-Seiten nicht ersetzen. Die entsprechenden Literaturangaben sind im Text zu finden.

Der Schwerpunkt des vorliegenden Berichts liegt auf den folgenden Themen: Eine Theorie des Antwortverhaltens, ein Vorschlag für eine Theorie des Verkehrsverhaltens, die dann die Erhebungen strukturiert, die Definition der Elemente der Bewegung und ihre zeitlichen Elemente, eine empirische Analyse von Antwortlast und Antwortverhalten und eine Diskussion der Abwägung von automatischer Verfolgung und Befragung.

Résumé

Ce rapport fournit un commentaire des directives Suisses sur les méthodes d'enquête et leur contenu, dans le domaine de la planification des transports. Ce commentaire prend la forme d'une norme officielle VSS. Le domaine étant trop étendu, le rapport est sélectif. Il se réfère cependant à d'autres sources traitant du sujet de manière exhaustive.

Il couvre les éléments suivants: une théorie de la réponse; une théorie du comportement de mobilité, visant à guider les sondages; les éléments de la mobilité et leur emploi du temps; le lien entre le fardeau de réponse et le comportement des sondés; et la balance entre qualité des enquêtes et suivi géolocalisé.

Summary

This report provides background comment to the Swiss guidelines in the form of an official VSS norm on survey methods and contents for transport planning purposes. It is selective, as the subject area is too large, but make references to comprehensive treatments elsewhere.

The focus is the following topics: a theory of response, a theory of travel behaviour guiding the surveys, the elements of movements and their time use, the link between response burden and response behaviour, trade-offs between surveys and tracking.

1 Einführung

Die Literatur zu Befragungen des Verkehrsverhaltens ist ein kleiner Ausschnitt der weiteren sozialwissenschaftlichen Literatur zu Befragungen. Die Norm und das zugehörige Projekt hatten deshalb nie beabsichtigt, eine auch nur halbwegs vollständige Literaturübersicht oder ein Lehrbuch zu erstellen. Die Forschungsstelle hatte aber versprochen ihre umfangreichen Erfahrungen in einer Norm umzusetzen, die diese in einen theoretischen Rahmen stellt. Siehe Axhausen, Schmid und Weis (2015) für eine Liste der schriftlich-postalischen Befragungen der Forschungsstelle.

Die weitere Literatur zu sozialwissenschaftlichen Erhebungen ist zum Beispiel in den folgenden Büchern verfügbar:

- Diekmann, 1995
- Dillman, 1978
- Dillman, 2000

Für den Verkehrsbereich stehen zum Beispiel zur Verfügung

- Richardson, Ampt und Meyburg, 1995
- Stopher, Alsnih, Wilmot, Stecher, Pratt, Zmud, Mix, Freedman, Axhausen, Lee-Gosselin, Pisarski und Brög (2008)
- <http://www.travelsurveymanual.org/>
- FGSV, 1995 und aktualisiert 2012
- Louviere, Henser und Swait (2000) für Stated Choice Befragungen
- FGSV, 1996 für stated choice Befragungen

Die spezifischen Herausforderungen der Befragungen im Verkehrsbereich ergeben sich aus den folgenden Aspekten:

- Ihre enge Verknüpfung mit der Modellierung des Verkehrsverhaltens in Modellen mit Prognoseanspruch
- Die Selbstselektion der Befragten
- Ihre hohen Antwortlasten und deren eingeschränkte Vorhersagbarkeit
- Die fehlende Praxis und das fehlende Vorwissen vieler Auftraggeber bei der Ausschreibung der Studien

Befragungen zum Verkehrsverhalten beruhen immer auf einer Theorie des Verhaltens, die die Entwerfer und die Auftraggeber im- oder explizit voraussetzen. Die Befragung dient dazu die Wirkungszusammenhänge sichtbar zu machen. Selbst eine sich rein deskriptiv verstehende Erhebung behauptet zumindest, dass der heutige Zusammenhang, die heutige Theorie, die heutige Situation die Zahlen erklärt. Im Verkehrsbereich dominiert die rational choice theory, wie sie durch die Arbeiten von McFadden in den 70'iger Jahren für die Verkehrsmittelwahl eingeführt, durch Wilson (1967) mit der Zielwahl und dem Gravitationsmodell verknüpft wurde, und dann von vielen Autoren auf die anderen Aspekte des Verkehrsverhaltens angewendet wurde (z.B. Cascetta, Nuzzola, Russo und Vitetta (1996) und Bekhor (2007) auf die Routenwahl; Ben-Akiva, Bowman and Gopinath (1996) auf den Tagesplan; McFadden, (1974) auf die Zielwahl (Siehe Hess und Daly, 2014 für eine Darstellung des Standes der Technik). Mit diesen Modellen wurden die älteren ad-hoc Modelle durch statistisch und mikroökonomisch sauber hergeleitete Entscheidungsmodelle (*discrete choice models*) weitgehend ersetzt.

All diese Arbeiten akzeptierten im Wesentlichen den vorgegebenen Modellrahmen der 50'iger Jahre (CATS 1960, und die anderen grundlegenden Studien der damaligen Zeit), da er in Praxis der Modellanwendung so fest etabliert war. Dies bedeutete aber, dass der Weg (Siehe unten zu den Definitionen) als Raster akzeptiert wurde, und damit auch die zugehörigen Fragebögen. Es dauerte bis in die 90'iger Jahre bis diese Annahmen ernsthaft

in Frage in gestellt wurden. Im Deutschsprachigen Raum ist der Schweizer Mikrozensus Verkehr mit seinem Etappenansatz immer noch die Ausnahme.

Mit der Nutzung des *rational choice* Ansatzes der nutzenoptimierenden Reisenden wurde die Idee der generalisierten Kosten fest verankert und damit die Erhebung der Reisezeit und ihrer Elemente in den Mittelpunkt gestellt. Die Parameter der jeweiligen Entscheidungsmodelle erlauben es die verschiedenen Elemente in eine gemeinsame Einheit zu verrechnen. Die Erhebung der monetären Kosten der Bewegungen rückte trotz des Namens des Begriffs in den Hintergrund, da ihre Erfassung schwierig und zeitaufwendig ist. Die meisten Modelle werden noch heute mit relativ primitiven Annahmen zu den Kosten berechnet. (Siehe Kapitel 2 für eine detaillierte Diskussion).

Der klare Theorierahmen und das enge Konzept des Weges legen aber die Inhalte der Befragungen fest. Erst in den letzten Jahrzehnten, auch auf Grund der Ergebnisse in der Psychologie (Kahneman und Tversky, 1979) und der Verhaltensökonomie (*behavioural economics*) (z.B. Kahneman, 2011) hat sich dieser Zusammenhang gelockert.

Die allgemeine Befragungsforschung zeigt, dass die subjektive Wichtigkeit (*salience*) eines Befragungsthemas die Antwortbereitschaft der Befragten mit erklärt, was nicht überrascht. Wir müssen also bei Verkehrsbefragungen erwarten, dass entsprechend interessierte Personen überproportional teilnehmen. Die grossen nationalen Verkehrserhebungen, wie sie seit den 1970-iger Jahren weltweit üblich geworden sind (Weiner, 2008), weisen in der Regel zu hohe Anteile an Personen mit Führerausweis aus und damit auch verzerrte Verkehrsmittelanteile. Diese Verzerrung kann nicht korrigiert werden, da der Fahrausweisbesitz nicht im Rahmen der Volkszählungen oder Strukturserhebungen erfasst wird und damit keine entsprechenden Korrekturen möglich sind. Analog sind in den *stated choice* Befragungen des IVT die gut ausgebildeten Männer mit Generalabonnement (GA) zu stark vertreten. Da die SBB keine sozio-demographischen Informationen zu den GA-Besitzern veröffentlicht, können diese Erhebungen nur mit dem in sich selbst problematischen Mikrozensus (MZ), der nationalen Schweizer Verkehrsbefragung, umgewichtet werden. Da sowohl der Fahrausweis- als auch der GA-Besitz das Verkehrsverhalten massgeblich beeinflusst, haben alle unsere Erhebungen ein Problem, dass bei Gelegenheit adressiert werden sollte.

Die ersten Verkehrsbefragungen wurden von den für die Prognosemodelle verantwortlichen Ingenieuren in den 1930'iger Jahren in den USA entwickelt und dann bis in die 1950'iger Jahre standardisiert. Für eine Übersicht zu dieser Entwicklung siehe Axhausen (1995). Diese Vorbilder wurden dann weltweit von den entsprechenden Behörden übernommen. Erst mit der Entwicklung der nationalen Befragungen und damit der Interaktion mit den Statistikern und Sozialwissenschaftlern in den nationalen Statistikämtern beginnt die nachhaltige Zusammenarbeit mit der allgemeinen Erhebungspraxis und -forschung. Die oben diskutierte schwierige Vorhersagbarkeit der Antwortlast macht die Zusammenarbeit zwischen Marktforschung und mit den Experten notwendig, um qualitativ hochwertige Befragungen zu erhalten¹. Die Schwierigkeiten der Erhebungen werden aber auch von den Ingenieuren unterschätzt, insbesondere die der Stichprobenziehung, Fragenformulierung und der Selbstselektion, so dass die Zusammenarbeit auch aus dieser Perspektive notwendig ist.

Dieser Kommentar konzentriert sich auf die Inhalte, die einer vertieften Darstellung bedürfen und damit auch die Empfehlungen im Text der Norm begründen. Es sind dies die Darstellung der heute dominanten Theorie des Verkehrsverhaltens, der Definition der Elemente der Bewegung, eine Theorie zum Antwortverhalten, die empirischen Zusammenhänge von Antwortbelastung und Antwortverhalten und zuletzt eine Einschätzung der technologischen Möglichkeiten um Befragungen zu ersetzen.

¹ Die problematischen Ergebnisse der deutschen KONTIV 1989 sind zum Teil auf die fehlende Erfahrung der durchführenden Marktforschungsfirma zurück zu führen. Für den MZ 2005 mussten drei Monate nacherhoben werden, da die Marktforschungsfirma zu spät erkannte, dass ihre Interviewer zu wenig Etappen und Wege erfassten

2 Eine Theorie des alltäglichen Verkehrsverhaltens

Die Teilnahme am gesellschaftlichen Leben als Mitarbeiter einer Firma, als Kunde eines Unternehmens, als Mitglied einer Gesellschaft oder von sozialen Netzen erfordert in der Regel das Verlassen der eigenen Wohnung. Wir bewegen uns von Aktivität (Siehe unten) zu Aktivität um unseren Verpflichtungen nach zu kommen, um unsere Bedürfnisse zu befriedigen und um unsere Wünsche zu erfüllen. Im Alltag akzeptieren wir, dass unser Entscheidungsspielraum durch unsere früheren Entscheidungen zu Familie und Partnerschaft, zum Wohnort, Arbeitsplatz, zur Zweitwohnung, zur Clubmitgliedschaft, zum PW-, Zeitkarten- und Fahrradbesitz eingeschränkt ist. Diese Randbedingungen sind auf Grund der hohen generalisierten Kosten ihrer allfälligen Veränderung nur mittelfristig und selten veränderbar.

Die Orte und Mobilitätswerkzeuge (Fahrausweis, PW, Fahrrad, Zeitkarte) definieren die Erreichbarkeit, die der Person zur Verfügung steht, und die laufenden generalisierten Kosten der Verkehrsteilnahme, da mit ihnen die maximale Geschwindigkeit der Wege und die monetären Kosten pro Kilometer feststehen. Es ist offensichtlich, dass weitere Variablen das Verhalten beeinflussen: relativ konstante Variablen, wie das Wissen der Person (mental map), ihr Zugang zu Informationen und ihr Vertrauen in sie, die Risikobereitschaft der Person, ihre Haltung zur Umwelt, ihr Wunsch nach Abwechslung und Neuem (variety seeking) und die Geographie ihrer Kontakte in den sozialen Netzen, zu denen sie gehört (social network geography), aber auch momentane Dinge, wie Stimmungen, das Wetter, der aktuelle Wissenstand über das Netz und die verfügbaren Alternativen, das aktuelle Vertrauen in die verfügbare Information, die Menge an Gepäck und die Gruppe mit der man unterwegs ist.

All diese Variablen beeinflussen die Einschätzung der Eigenschaften der vorhandenen Alternativen, wobei die Theorie aber davon ausgeht, dass jede Person eine feste mittlere Bewertung der Eigenschaften hat. Sie hat Präferenzen, einen Geschmack (preferences, taste), die man mit geeigneten statistischen Methoden und Daten erfassen und quantifizieren kann. Die Heterogenität zwischen den Personen ist zum Teil systematisch, d.h. sie kann quantifiziert werden, und zum Teil persönlich und idiosynkratisch. Die systematischen Unterschiede können sowohl durch die konstanten Eigenschaften der Person erklärt werden, wie zum Beispiel Alter, Einkommen, Geschlecht, oder auch auf Grund der kurzfristigen Situation, wie zum Beispiel Wetter, Gruppengrösse, mitgeführtes Gepäck.

Die entscheidungsrelevanten Elemente der persönlichen generalisierten Kosten einer Bewegung sind:

- Deren Zeitaufwand mit seinen verschiedenen Ausprägungen
- Deren nicht-vermeidbare monetären Kosten

deren subjektive Beurteilung oder Gewichtung wird durch die Risiken der Bewegung und ihren ‚Komfort‘ respektive durch die Haltungen der Reisenden beeinflusst.

Tab. 1 und *Tab. 2* zeigen die Elemente der generalisierten Kosten auf der Analyseebene Weg (Siehe *Abschnitt 3 Elemente der Bewegung und ihre Zeiten* für eine detaillierte Diskussion der Bewegung und ihrer Elemente).

Tab. 1 Wahrgenommene Elemente der monetären Kosten bei einer kurzfristigen Entscheidung für eine Wegealternative

Element	Individualverkehr	Öffentlicher Verkehr
Fixe Kosten	Anschaffung, aber nur für lange Wege Steuer, aber nur für lange Wege Versicherung, aber nur für lange Wege Pflegekosten werden ignoriert Kosten für Reifen werden ignoriert Parkierungskosten zu Hause werden ignoriert Parkierungskosten am Arbeitsplatz werden ignoriert	Zeitkartenkosten werden ignoriert
Vermeidbare Kosten	Treibstoffkosten Parkierungskosten Strassengebühren Erwartete Strafen bei Regelübertretungen	Einzelfahrschein, falls notwendig Erwartete Strafen bei Regelübertretungen

Es ist bei der Messung dieser Elemente irrelevant, ob man davon ausgeht, ob die Reisenden in einem strikten Sinne optimieren, oder ob sie eine Alternative wählen die ‚gut genug ist‘ (satisficing) (Simon 1955). Das gilt bei der Messung auch für die Frage, ob die Beurteilung absolut oder relativ zu einem Bezugsfall ist und der Reisende damit Gewinne und Verluste unterscheidet (prospect theory von Kahneman und Tversky, 1979) oder der Reisende sein späteres Bedauern berücksichtigt (regret minization – siehe Chorus, Arentze und Timmermans (2008)).

Tab. 2 Wahrgenommene Elemente der Zeit bei einer kurzfristigen Entscheidung für eine Wegealternative

Element	Individualverkehr	Öffentlicher Verkehr
Zugangszeit zum Fahrzeug	Ja	Ja
Rüstzeit	Ja	
Fahrscheinerwerb		Ja
Startwartezeit		Nein, da frei gewählt
Fahrzeit		
Freie Fahrt	Ja	Ja
Im gebundenen Verkehr	Ja	Ja
Im Stau	Ja	Ja
Wartezeit an Ampeln	Ja	Ja
Sitzplatz		Ja
Auslastung		Ja
Steigung	Ja, für Zu Fuss	
Umsteigen		
Umsteigen und seine Anschlussrisiken	Ja	Ja
Umsteigewartezeit	Ja	Ja
Zu Fuss-Zeiten beim Umsteigen	Ja	Ja
Abrüstzeit	Ja	
Abgangszeit vom Fahrzeug		
Anpassungszeiten		
Geplante Verfrühung	Ja	Ja
Geplante Verspätung	Ja	Ja

Aus einer übergeordneten gesellschaftlichen Ebene der Analyse muss betont werden, dass diese kurzfristig wahrgenommen generalisierten Kosten natürlich unvollständig sind, da der Reisende seine langfristigen Ressourcenverbräuche ignoriert (Kosten des Fahrzeugs) und die Externalitäten seines Handelns vernachlässigt.

Die Variable ‚Takt‘ ist bewusst nicht aufgeführt worden, da sie ein Proxy für eine Reihe der anderen Variablen ist deren Nutzung zu Verwirrung über den Nutzen eines höheren Taktes führt. Diese klare Trennung war in der Vergangenheit oft unüblich. Wenn heute die Variable ‚Takt‘ in Modellen verwendet wird, liegt das häufig an der Schwierigkeit der Messung der anderen Variablen.

Ein weiterer Grund die Variable ‚Takt‘ nicht zu verwenden, ist die Schwierigkeit sie in Netzmodellen des ÖV zu messen, wenn es mehr als eine Kombination von Linien gibt, die die Reisenden in die Nähe ihrer Ziele bringen. Die Schwierigkeit ist rechentechnisch, da alle Verbindungen gefunden werden müssen. Die Schwierigkeit ist konzeptionell, da es unklar ist, wie die Häufigkeiten all dieser Linienkombinationen angemessen in einer Zahl ausgedrückt werden können. Das gilt insbesondere, wenn keine Taktfahrpläne im deutschsprachigen Sinne angeboten werden.

Die ältere Literatur geht davon aus, dass die Startwartezeit, d.h. die Zeit zwischen Ankunft an der Haltestelle und dem Einsteigen in das erste ÖV-Fahrzeug eine Funktion des Taktes ist, z.B. $W_{si} = \frac{1}{2} \text{Takt}_i$ an Starthaltestelle s und auf Linie i . Hier wird angenommen, dass die Fahrgäste sich gleichmässig über die Zeit verteilen und dass die Fahrzeuge regelmässig

kommen. Diese beiden Teile der Annahme widersprechen sich aber, da ein regelmässiger Betrieb den Kunden erlaubt auf die Ankunft hin zu planen. Eine gleichmässig verteilte Ankunft entspricht einem unzuverlässigen Betrieb, respektive unerfahrenen und seltenen Nutzern. Lüthi, Wiedemann und Nash (2007) und Walker (2014) messen die Startwartezeiten im Raum Zürich und San Francisco und zeigen, dass sie unabhängig vom Takt der Linie an der betrachteten Haltestelle ist und im Mittel 3 min beträgt. Sie wird also von den Reisenden auf Grund ihrer Risikobereitschaft frei gewählt, um ihr Sicherheitsbedürfnis zu befriedigen.

Der Takt ist aber entscheidend für die geplante Verfrühung oder Verspätung einer Fahrt. Für die Reisenden, die einen Termin erreichen müssen, stellt sich die Aufgabe, die Verbindung zu finden, mit der sie den zeitlichen Abstand zwischen der gewünschten Ankunftszeit und der tatsächlichen Ankunftszeit minimieren. Der Abstand zwischen Ankunftszeit und Termin wird von den Reisenden so gewählt, dass sie Zeit für die zu Fuss – Etappe zum Ziel, allfällige Erledigungen und Vorbereitungen haben. Da die Wahrscheinlichkeit praktisch null ist, dass es eine Verbindung gibt mit der die Reisenden exakt an der gewünschten Ankunftszeit ankommen können, müssen sie entweder akzeptieren, dass sie bewusst – geplant – zu früh oder zu spät ankommen. Die Dauer dieser geplanten Verfrühung oder Verspätung hängt vom Takt ab. Mit einem 5 min Takt ist sie maximal 2.5 Minuten, aber bei einem 30 min Takt 15 Minuten. Da Verfrühung und Verspätung unterschiedlich bewertet werden, vermischt die Nutzung der Variable Takt in späteren Modellen diese beiden Bewertungen.

Der Komfort der Bewegung und ihre Risiken beeinflussen die Entscheidung, in dem sie die Bewertungen der anderen Variablen verändern, zum Beispiel ist die Fahrt im Rolls Royce ein anderes Erlebnis als dieselbe Strecke im Fiat 500t. Man kann zumindest die hier in *Tab. 3* dargestellten Aspekte unterscheiden:

Tab. 3 Elemente des Komforts und der Risiken eines Weges

Element	Individualverkehr	Öffentlicher Verkehr
Pünktlichkeit		
Fahrzeit	Ja	Ja
Verfügbarkeit des allfälligen Anschlusses	(Ja)	Ja
Unfallrisiko		
Gefährdung durch Verbrechen	Ja	Ja
Umgebungsqualität	Ja	Ja
Komfort des Fahrzeugs	Ja	Ja
Fahrkomfort		
Fahrerverhalten	Ja	Ja, bei Bussen
Oberfläche des Fahrwegs	Ja	Ja
Fahrstress		
Interaktion mit Dritten anderen Fahrzeugen	Ja	
Interaktion mit Dritten im Fahrzeug		
Art der Gesellschaft	Ja	Ja
Informationsqualität und Dichte		
Vor Fahrtantritt	Ja	Ja
Während der Fahrt	Ja	Ja

Der Umfang, in dem die verschiedenen Elemente der generalisierten Kosten erhoben, gemessen oder imputiert werden, hat sich über die Jahre verändert und hängt natürlich immer noch von den Mitteln ab, die der Erhebung zur Verfügung stehen, respektive der geplanten Modellbildung für das Prognosemodell. Die spätere Modellbildung beeinflusst so die Erhebung, wenn die Erhebung den entsprechenden Kontakt hat und erfahren kann, was hier geplant oder gewünscht ist. Falls dieser Kontakt nicht vorhanden ist, muss die spätere Modellbildung auf die traditionell erhobenen Daten beschränkt werden.

Bestimmte Elemente sind in den letzten Jahren in den Mittelpunkt gerückt: Die Pünktlichkeit oder Verlässlichkeit (Siehe Chaumet et al., 2007; Hohmann und Geistefeld, 2014 und Axhausen et al. (2014) oder De Jong et al, 2012 für eine umfassende Literaturdurchsicht) wegen der wachsenden Probleme mit ihnen in immer höher ausgelasteten Verkehrssystemen, die Verfrühungen und Verspätungen durch ein wachsendes Interesse an der Verlässlichkeit bei allen empirischen Schwierigkeiten das Konzept der gewünschten Ankunftszeit den Befragten zu vermitteln.

Die Entwicklung und dann die vollständige Verfügbarkeit von Navigations- und Fahrplanauskunftssystemen hat die Nutzung der Erhebungsergebnisse verändert. Während früher die Reisezeiten nur durch Befragungen erhebbar waren, können heute diese Werte mit den Zahlen aus Navigations- und Fahrplanauskunftssystemen verglichen werden. Beide Quellen haben ihre bekannten Fehler: Die Wahrnehmung der Befragten ist verzerrt, so dass die Dauern kurzer Etappen zu lang angegeben werden und die langer verkürzt werden (Siehe Chalasani et al., 2005). Dazu kommen die Rundungsfehler (z.B. Rietveld, 2001). Navigationssysteme bestimmen die Fahrzeiten mit Annahmen und Modellen unbekannter Qualität, Struktur und tageszeitlicher Auflösung. Fahrplanauskunftssysteme verwenden unbekannte Gewichtungen für die verschiedenen Zeitelemente, so dass manchmal aus Nutzersicht irrelevante Verbindungen angeboten werden. In der späteren Modellierung sollten beide Quellen zur Verfügung stehen, und zur Abschätzung der wahren Werte herangezogen werden.

3 Elemente der Bewegung und ihre Zeiten

Der Strom der täglichen Aktivitäten muss für die Messung und dann für die Befragung in Elemente gegliedert werden, die der Befragte verstehen kann. Die Elemente müssen dann auch zur vorgesehenen Modellstruktur passen. Diese zwei Randbedingungen müssen beim Entwurf einer Verkehrsbefragung immer mitgedacht werden. Im natürlichen Gegensatz zur Literatur der Zeitbudgetforschung (z.B. Harvey, Lawton und McColl, 1999) betonen die Verkehrsbefragungen die Aktivitäten, bei denen sich die Person von einem Ort an den nächsten bewegt. Dies lädt die Befragten aber ein, Bewegungen nicht zu berichten, um ihre Antwortlast zu reduzieren (Siehe Madre, Axhausen und Brög, 2007). Dieser Anreiz fehlt, wenn man in einem Zeitbudgettagebuch auf jeden Fall alle 24 Stunden mit Aktivitäten füllen soll.

Axhausen (2002, 2007) strukturiert die Bewegungen mit den folgenden Einheiten:

- **Etappe:** Eine Etappe ist die kontinuierliche Bewegung mit einem Verkehrsmittel oder Fahrzeug, einschliesslich allfälliger Wartezeiten und Unterbrechungen, z.B. an einer Lichtsignalanlage oder auf der freien Strecke durch Stau.
- **Weg oder Fahrt:** Der Weg ist die Sequenz von Etappen von einer Aktivität zur folgenden Aktivität. Bei der Benutzung eines Fahrzeuges als Hauptverkehrsmittel spricht man von Fahrt statt Weg. Während eines Weges sind mehrere Etappen mit demselben Verkehrsmittel, aber anderen Fahrzeugen denkbar, z.B. zwei Etappen mit dem Bus.
- **Tour oder Ausgang:** Eine Tour oder Ausgang ist die Sequenz von Wegen vom jeweiligen Bezugsstandort und zu ihm zurück, z.B. morgens von zu Hause und abends nach Hause zurück. Falls im Laufe der Unterwegszeit der Bezugsstandort (s.u.) gewechselt wird, bilden die zugehörigen Wege bis zu diesem neuen Bezugsstandort eine Tour. Ein Beispiel sind die Wege von zu Hause (Bezugsstandort 1) zum Hotel am Urlaubsort, das während des Urlaubs der neue Bezugsstandort ist. Die letzte Tour des Urlaubs sind die Wege vom (letzten) Hotel nach Hause.
- **Subtour:** Eine Sequenz von Wegen innerhalb einer Tour, die am selben Aktivitätenort beginnt und endet, z.B. im Laufe des täglichen Ausgangs vom Arbeitsplatz zum Mittagessen und Einkaufen wieder zum Arbeitsplatz zurück.
- **Aktivität:** Eine Aktivität ist die kontinuierliche Interaktion mit einer oder mehreren Personen mit einem Zweck an oder mit einem Ort und in einem sozialen Kontext, d.h. denselben Beteiligten.
- **Bezugsstandort:** Der Bezugsstandort ist die Adresse auf die sich die Reisenden an einem bestimmten Tag bei ihren Planungen und Entscheidungen beziehen. In der Regel ist das der Wohnsitz. Der Bezugsstandort kann im Laufe einer Unterwegszeit bei der Bewegung zwischen Haupt-, Neben oder Zweitwohnung oder bei einem Umzug wechseln. Während einer längeren Reise kann das Hotel oder die Wohnung der besuchten Gastgeber diese Rolle übernehmen.

Dieser Satz an Definition ist vollständig und widerspruchsfrei. Er gibt den Aktivitäten die Aufgabe die Bewegungen zu begrenzen und ihre Anzahl festzulegen. Wenn die Aktivitäten sehr fein gegliedert werden und damit zahlreich werden, wächst auch die Anzahl Wege. In der Zeitbudgetforschung werden die Aktivitäten teilweise in hunderte Typen gegliedert, z.B. Arbeit in Schreiben am Rechner, Schreiben auf Papier, Telefonieren, Bücher lesen, Berichte lesen, mit Kollegen sprechen, Vortrag halten, an Sitzung teilnehmen, usw. In einem Verkehrstagebuch würde eine solche Gliederung dutzende von meist kurzen Fusswegen erzeugen. Um die Antwortbelastung in Grenzen zu halten und da diese Wege für die Verkehrsplanung in der Regel irrelevant sind, ist es üblich eher grobe Klassifikationen zu verwenden. Über die Jahrzehnte (Siehe Axhausen, 1995) hat sich die Zahl nicht substantiell verändert. Zu dem Satz aus Zu Hause, Arbeit, Geschäftliche Erledigungen, Einkauf, Private Erledigung, Freizeit, Andere wurde unter dem Eindruck der „aktivitäten-orientierten“ Analyse (Jones, Clark, Dix und Heggie, 1983) nur Jemand abholen/bringen hinzugefügt und Einkaufen in Einkaufen für den kurzfristigen Bedarf und den langfristigen Bedarf aufgeteilt. Studien, die die extrem vielgestaltige Freizeit detaillierter Erfassen sind selten (z.B. Götz et.

Al., 2002; Axhausen et. Al., 2002; Löchl et. Al., 2005), aber auch diese verwenden nur 20-25 Wegezwecke.

Tab. 4 und Abb. 1 strukturieren und zeigen einen Beispieltag mit 4 aushäusigen Aktivitäten und einem Aufenthalt zu Hause während des Tages. Bei der vollständigen Umsetzung der Definition ist die Anzahl Elemente hoch, da jede Fahrzeugnutzung mindestens eine, aber in der Regel zwei zu Fuss – Etappen erfordert. Die Fahrradwege 5 und 6 zeigen, das auch nur eine Zu Fuss – Etappe möglich ist. Hier wartet die Person auf dem Fahrrad auf einen Freund, um gemeinsam weiter zu fahren. Ähnliche Wege sind auch für Autofahrten denkbar

Tab. 4 Elemente der Bewegung eines Beispieltages						
Etappe	Weg	Sub-tour	Tour	Beför- der- ungs- fall	Verkehrs- mittel	Verwendung
1	1	1	1		Zu Fuss	Zugangszeit inkl. Wartezeiten an Ampeln Rüstzeit zum Öffnen des Fahrzeugs
2	1	1	1		PW Fahrer	Fahrzeit inkl. Wartezeiten an Ampeln (Freie Fahrt, Fahrt im gebunden oder gestauten Verkehr) Parkplatzsuchzeit inkl. Wartezeiten an Ampeln Abrüstzeit zum Abschliessen des Fahrzeugs
3	1	1	1		Zu Fuss	Abgangszeit zum Ziel inkl. Wartezeiten an Ampeln
4	2	2	1		Zu Fuss	Zugangszeit inkl. Wartezeiten an Ampeln Startwartezeit auf das Fahrzeug
5	2	2	1	1	Bus	Fahrzeit inkl. Wartezeiten an Ampeln und Haltestellen
6	2	2	1		Zu Fuss	Zugangszeit inkl. Wartezeiten an Ampeln Zeit zum Ticketkauf Umsteigewartezeit
7	2	2	1	2	Zug	Fahrzeit
8	2	2	1		Zu Fuss	Abgangszeit inkl. Wartezeiten an Ampeln
9	3	2	1		Zu Fuss	Zugangszeit inkl. Wartezeiten an Ampeln Wartezeit auf Kollegen mit Fahrzeug
10	3	2	1		PW Mitfahrer	Fahrzeit inkl. Wartezeiten an Ampeln (Freie Fahrt, Fahrt im gebunden oder gestauten Verkehr)

11	3	2	1	Zu Fuss	Abgangszeit inkl. Wartezeiten an Ampeln
12	4	1	1	Zu Fuss	Zugangszeit Rüstzeit
13	4	1	1	PW Fahrer	Fahrzeit inkl. Wartezeiten an Ampeln (Freie Fahrt, Fahrt im gebunden oder gestauten Verkehr) Rüstzeit zum Abschliessen des Fahrzeugs
14	4	1	1	Zu Fuss	Abgangszeit vom eigenen Parkplatz
15	5	3	2	Zu Fuss	Zugangszeit zum Fahrrad Rüstzeit zum Aufschliessen und Packen
16	5	3	2	Fahrrad	Fahrzeit inkl. Wartezeiten an Ampeln Wartezeit auf den Freund
17	6	3	2	Fahrrad	Fahrzeit inkl. Wartezeiten an Ampeln Abrüstzeit zum Abschliessen und Abladen
18	6	3	2	Zu Fuss	Abgangszeit
19	7	3	2	Zu Fuss	Zugangszeit zum Fahrrad Rüstzeit zum Aufschliessen und Packen
20	7	3	2	Fahrrad	Fahrzeit inkl. Wartezeiten an Ampeln Abrüstzeit zum Abschliessen und Abladen
21	7	3	2	Zu Fuss	Abgangszeit

Da die Anzahl der Etappen bei einer vollständigen Umsetzung hoch ist, instruieren alle bekannten etappenbasierten Verkehrstagebücher die Befragten kurze Etappen nicht zu berichten. Der Schweizer Mikrozensus ist mit seiner 25 m ein Beispiel. Probleme damit treten in drei Bereichen auf: Das Berichten kurzer Wege wird von vielen Befragten mit dem Berichten kurzer Etappen verwechselt und unterdrückte Wege, zum Beispiel zwischen Metzger, Bäcker und Einzelhändler sind die Folge.

In grossen Haltestellen werden damit die zu Fuss absolvierten Distanzen zwischen den Fahrzeugen nicht erfasst und müssen für eine allfällige Modellierung aufwendig nacherfasst werden.

Die Etappen von und zu geparkten Fahrzeugen werden unterdrückt, was die Analyse von Parkproblemen in Innenstädten und Einkaufszentren unmöglich macht, da auch hier die Aufforderung von den Befragten verallgemeinert wird. Der Versuch im Mobidrive – Bogen diese Zeiten im Rahmen eines Wegetagebuchs zu erfassen sind ebenfalls gescheitert. (Zimmermann, Axhausen, Beckmann et al., 2001). Diese Lücke ist ein wesentlicher Grund für gesonderte Erhebungen am Parkplatz.

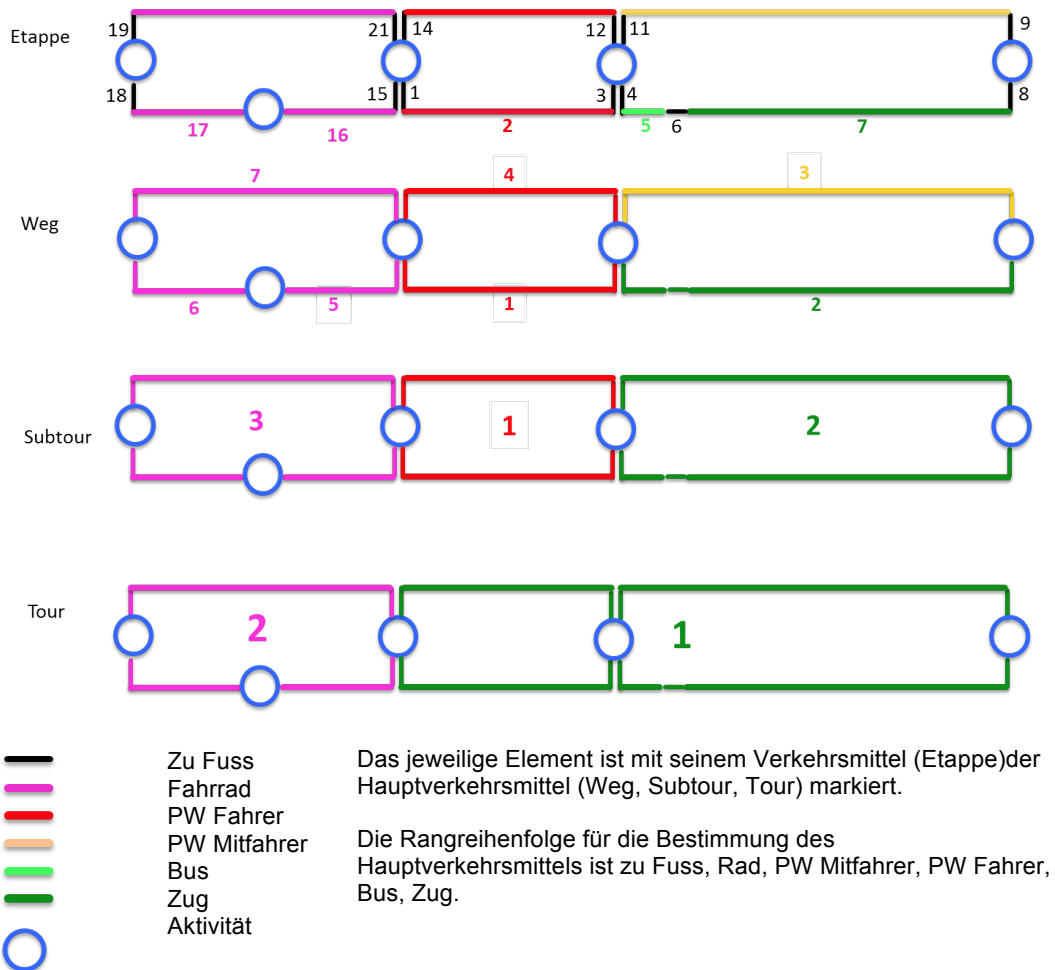


Abb. 1 Elemente der Bewegung eines Beispieltages

Das Wachstum des dunkelgrün markierten Verkehrsmittels in Abb. 2 zwischen der Darstellung der Etappen und der Touren zeigt wie wichtig die Definition und Festlegung des Hauptverkehrsmittels ist. Es wird auch klar, dass die Anteile des zu Fussgehens durch diesen Prozess systematisch kleiner werden. Schmutz (2014) hat diese Veränderungen für den Mikrozensus 2010 ausgewertet (Siehe Abb. 2) und die Aggregation bis auf die Ebene des ganzen Tagesplans vorgenommen. Er zeigt die Effekte differenziert, da er zeigt aus welchen Verkehrsmitteln die Hauptverkehrsmittel auf den höheren Ebenen zusammengesetzt sind. Trotz allem halbiert sich der sichtbare Anteil der Langsamverkehrsmittel, der durch die Unterdrückung der kurzen Etappen sowieso schon unterschätzt wird.

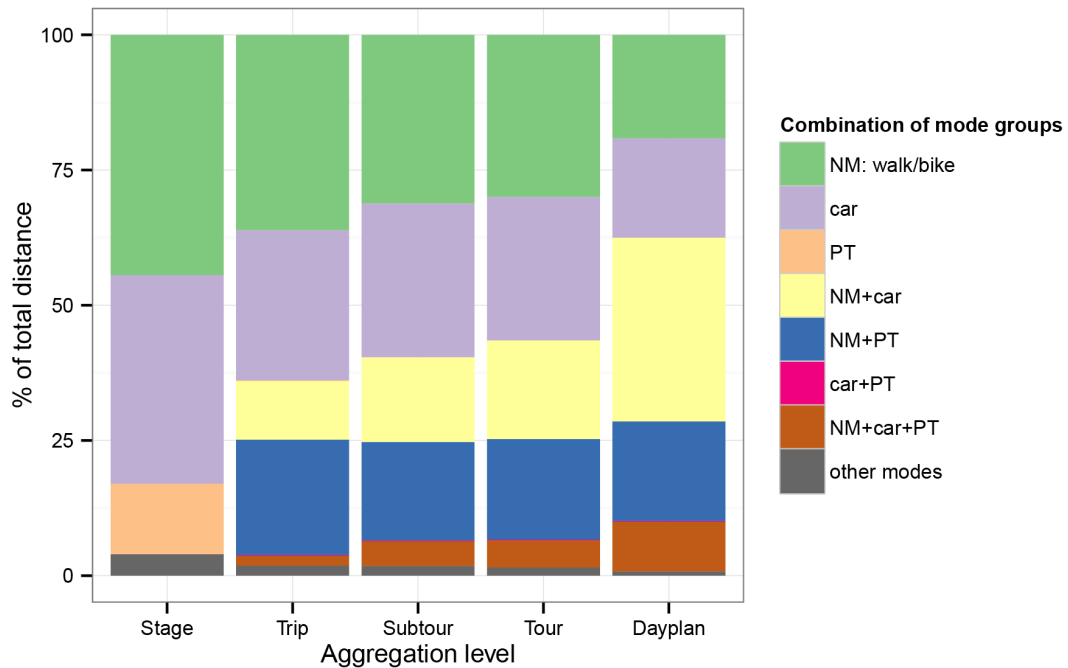


Abb. 2 Elemente der Bewegung eines Beispieltages (Schmutz 2014)

Das Beispiel und die Ergebnisse von Schmutz zeigen, dass zu einer Angabe über Verkehrsmittelanteile immer die Angabe des Aggregationsniveaus und der Regeln für die Festlegung des Hauptverkehrsmittels gehören.

Eine offensichtliche Kritik an den obigen Definitionen ist, dass die Etappen und damit alle Aggregationen die Rüst-, Warte- und Haltezeiten umfassen und sie damit unsichtbar machen. Die zweite offensichtliche Kritik ist das sie darauf verzichten, die Bewegungen unter unterschiedlichen Bedingungen zu erfassen, obwohl empirisch, meist durch stated choice Studien, gut belegt ist, dass die Reisenden zum Beispiel die Zeit im vollen Bus anders bewerten als die Fahrt im halbleeren Bus. Das Beispiel zeigt auf, dass diese Zeiten und Aktivitätsepisoden immer wieder die Aufmerksamkeit der Reisenden erhalten und damit das Gesamturteil über einen Weg oder Tour beeinflussen können. Man denke, an den Fahrscheinautomat, der nicht bedient werden kann, das Warten im vollen Sonnenschein auf das Grün der Fussgängerampel, die lange Parkplatzsuchzeit oder das mühsame Packen eines Fahrrads nach einem Einkauf und der daraus folgende Zeitdruck oder Stress.

Wegen ihrer emotionalen Wirkung wird man aber erwarten, dass die Reisenden die Dauer solcher Zeiten überschätzen (Siehe auch Montini et al., 2012 zu den fehlenden Parkplatzsuchzeiten in der Zürcher Innenstadt). Obwohl immer wieder in Tagebüchern und anderen Erhebungen nach ihnen gefragt wird, muss man solche Zahlen sehr vorsichtig behandeln. Wenn eine Studie solche Fragen stellen will, muss sie ein Konzept entwickeln, um a) die Befragten an die gesamte Dauer des Weges zu erinnern und b) Methoden zu separaten Validierung beinhalten, wie GPS Elemente oder externe Beobachtungen, um sie und ihre Wirkungen nicht zu überschätzen.

4 Eine Theorie des Antwortverhaltens in Befragungen

Die Literatur zum Thema tendiert dazu, die Antwort des Befragten als eine (einmalige) Reaktion auf das Objekt ‚Befragung‘ zu verstehen, z.B. die *social exchange* Theorie, die *leverage-saliency* Theorie oder die *social psychological theory of persuasion* (Groves et. al. 2000). In vielen Fällen der sozialwissenschaftlichen Erhebungen erscheint das angemessen zu sein, aber bei Verkehrsbefragungen greift das zu kurz, da hier in der Regel mehrstufige Protokolle üblich sind, so dass der ganze Prozess und alle seine Interaktionen zwischen Befragung und Befragten betrachtet werden müssen. Man denke zum Beispiel an eine stated choice Erhebung für die das folgende Protokoll üblich ist:

- Anschreiben zur Ankündigung der Studie
- Telefonische Rekrutierung
- Schriftliches Tagebuch zur Erhebung des Referenzweges
- Allfällige Erinnerung
- Allfällige telefonische Rückfragen zum retournierten Tagebuch
- Versand des stated choice Fragebogens
- Allfällige Erinnerung
- Dankespostkarte

Zwischen dem ersten Anschreiben und der abschliessenden Postkarte vergehen gut acht bis zehn Wochen, in denen die Befragung mit den Befragten in Kontakt ist. Jeder dieser Kontakte ist eine Gelegenheit für den Befragten, den Prozess abzubrechen. Es erscheint deshalb notwendig zu sein, den gesamten Prozess im Auge zu behalten und einen Ansatz zu wählen, der ihn erfassen kann.

Den Befragungsprozess als ein stilisiertes Gespräch zu verstehen, hat als Grundlage für das weitere theoretische Verständnis den Vorteil, dass alle Interaktionen hier subsumiert sind und beide Seiten gleichberechtigt einbezogen werden: die Befragung und die Befragten. Es geht nicht nur um die Reaktion der Befragten, sondern auch die Aktionen der Befragung. Zentral für jedes Gespräch ist die Bereitschaft beider Beteiligten das Gespräch fort zu führen. Diese Bereitschaft muss die Befragung als erstes aufbauen und darf sie zu keinem Zeitpunkt wieder verlieren.

Die Befragung muss das Vertrauen und die Kooperationsbereitschaft des Gesprächspartners, hier des Befragten, gewinnen, indem die Befragung ihn davon überzeugt, dass die Befragung wichtig für den Auftraggeber ist und dass sie in den legitimen Aufgabenbereich des Auftraggebers fällt. Die Inhalte und die Sprache der Fragen/Aufgaben müssen in ihrer Komplexität der von den Befragten wahrgenommenen Schwierigkeit der Aufgabe der Befragung entsprechen. Sie dürfen weder trivial einfach sein, noch die Lesefähigkeit der Befragten übersteigen (Siehe OECD und Statistics Canada, 1995 und die Nachfolgestudien zu den Anteilen der funktionalen Analphabeten unter den Erwachsenen in den OECD Ländern). Das Auftreten von Befragung und Interviewer, d.h. die wahrnehmbare Qualität der Mitarbeiter und Unterlagen, müssen angemessen sein. Eine studentische Befragung darf graphisch einfach sein und nicht aufwendig gestaltet, aber eine offizielle nationale Befragung disqualifiziert sich durch ein solches Auftreten. Das gilt auch für die selbstverständliche web-Seite zum Projekt und der Befragung.

Die Befragten reagieren im Gegenzug mit sorgfältigen Antworten. Es ist klar, dass die Antwortbereitschaft neben dem oben beschriebenen Vertrauen auch die notwendige Zeit für das Antworten braucht, hier ist die Antwortlast zentral. Die Befragung muss das Protokoll so strukturieren, dass die Befragten das Antworten auf eine Periode mit genügend Zeit verschieben können müssen. Bei Tagebüchern ist das aber leider nicht möglich, da sonst die Gefahr besteht, dass die Befragten Tage mit einer geringen Anzahl Wegen oder Etappen bevorzugen und es so zu einer systematischen Zerrung der Antworten kommt. Siehe Abschnitt 5 zur Messung der Antwortlast.

5 Antwortlast

Die obige Diskussion hat klargemacht, dass die Antwortlast eine Variable in der Entscheidung der Befragten ist, die Befragung zu beginnen und allfällig zu beenden. Ihre Messung ist daher zentral für den Entwurf jeglicher Befragungen. Die Literatur dazu ist aber überraschend klein, wie in Axhausen und Weis (2010) gezeigt wird. Simple Ansätze, wie die Anzahl gedruckter Seiten oder die Anzahl Fragen, dominieren und vernachlässigen die Komplexität der Fragen. Weis und Axhausen (2010) konnten mit den Befragungen des IVT zeigen, dass das Punkteschema der GfS, Zürich zur Beurteilung ihrer mündlichen Befragungen sehr gute Hinweise zur Abschätzung des erwarteten Rücklaufs schriftlicher postalischer Befragungen liefert. Die Gruppe Verkehrsplanung hat seitdem dieses Schema weiterverwendet und es lagen für eine Aktualisierung eine deutlich grössere Stichprobe an Studien, Pre-Test und Experimenten vor. Für die Liste der Studien siehe Axhausen, Schmid und Weis, 2015.

Darüber hinaus hatte die Gruppe die Bewertungen von *stated choice* Experimenten korrigiert, die ursprünglich zu wenig stark gewichtet worden waren. Die Komplexität der Experimente lässt sich nicht in einer Ja/Nein Antwort mit einem Punkt erfassen. Unter Verwendung eines iterativen Ansatzes wurden die Punktwerte für die Komplexität so lange korrigiert bis die Vorhersagekraft des linearen Modells optimiert war. Dieser einfache Ansatz war der Grösse der Stichprobe angemessen. Der Ansatz bewertet die Komplexität in zwei Teilen:

- Anzahl Verhaltensalternativen
- Anzahl Variablen, die diese beschreiben

Hier wird sowohl berücksichtigt, dass mehr Variablen mehr Aufmerksamkeit bedürfen, aber auch, dass die Abwägung zwischen den Alternativen schwieriger wird, wenn deren Anzahl grösser wird. Ein Experiment mit 6 Entscheidungssituationen, in denen 2 Alternativen, die mit insgesamt 10 Variablen beschrieben werden, hat deshalb einen Punktwert von 72:

$$6 \quad * \quad (2 \quad + \quad 10) \quad = \quad 72$$

Entscheidungs- Alternativen Variable
situationen

Die neuen Werte sind in *Tab. 5* aufgeführt:

Tab. 5 Fragetyp und Antwortbelastung in Punkten Axhausen, Schmid und Weis (2015)
auf Grundlage von © Gesellschaft für Sozialforschung, Zürich, 2006

Fragetyp	Punkte
Frage oder Überleitung (bis zu 3 Zeilen)	2
Jede zusätzliche Zeile Text	1
Ja/Nein-Antwort	1
Antwort mit einer Zahl (z.B. Geburtsjahr)	1
Bewertungsskala mit 5 und weniger Skalenpunkten	2
Bewertungsskala mit mehr als 5 Abstufungen	3
Skala mit links, Mitte, rechts Schema	2
Skalen mit mehr als drei Noten	2
Frage oder Überleitung (bis zu 3 Zeilen)	2
Bestimmung der besten Alternative in einem Satz von Alternativen	4
Zweitbeste und jede weitere Rangposition	3
Unterfragen von bis zu 5 Worten Länge	1
Unterfragen von bis zu 2 Zeilen Länge	2
Erste halb-offene Frage mit bis zu 8 Antwortalternativen	2
Jede weitere	2
Erste halb-offene Frage mit mehr als 8 Antwortalternativen	4
Jede weitere	3
Frage mit „Bitte angeben“	2
Erste offene Frage	6
Jede weitere	3
Mischen von Karten	6
Dem Befragten eine Karte geben oder zeigen	1
Für jede Antwortalternative auf der Karte	1
Filterfrage	0.5
Verzweigungsfrage	0.5
Antwort auf eine Stated choice Entscheidungssituation mit 2 Alternativen	2
Antwort auf eine Stated choice Entscheidungssituation mit 3 Alternativen	3
Für jede Stated Choice Antwort pro Variable der Entscheidungssituation	1

In 2010 konnten nur lineare Regressionen berechnet, aber für diese Arbeiten konnten nicht-lineare Regressionen geschätzt werden (Tab. 6), die berücksichtigen, dass die Rücklaufquote nie unter null fällt (Axhausen, Schmid und Weis, 2015). Jede der Studien wird mit ihrer Grösse gewichtet (Auswahlwahrscheinlichkeit eines Befragten in ihrer

Grundgesamtheit):

$$\text{Rücklaufquote}_i = \text{Konstante}_i * \exp(0.01 * \beta_i * \text{Antwortlast}) + \varepsilon_i$$

Dieses Modell wird für alle Studien und deren Teilmengen mit dem Befehl nl in Stata geschätzt (Tab. 6). Die Teilmengen definieren sich mit der Stärke der sozialen Interaktion und der Verpflichtung, die beide Seite eingehen. Eine vorgängige Rekrutierung verpflichtet die Befragten in gewissen Umfang dazu ihrem Versprechen nachzukommen. Mit einer in der Regel bedingungslosen Anreizzahlung, die die Befragten mit dem Fragebogen erhalten, zeigt die Studie, dass sie a) den Angeschriebenen vertraut und b) ihr die Antworten wichtig sind. Die Ergebnisse zeigen, dass diese Stärke der Interaktion eine deutliche Wirkung hat.

Tab. 6 Parameter des Regressionsmodells des Rücklauf

Variable	Alle Studien		Keine Rekrutierung, Keine Anreize		Rekrutierung, Keine Anreize		Rekrutierung und Anreize	
	Beta	Sig	Beta	Sig	Beta	Sig	Beta	Sig
Konstante								
Nein, nein			38.46	***	75.26	***	93.30	***
Ja, Nein	33.62	***						
Ja, ja	78.26	***						
Antwortlast ⁽¹⁾	108.19	***						
N								
R ²	50		23		14		13	
McFadden R ² ⁽²⁾	0.86		0.43		0.26		0.33	
Signifikanzniveau	* = 10%; ** = 5%; *** = 1%							
⁽¹⁾ Die Werte wurden mit 0.01 multipliziert								
⁽²⁾ McFadden R ² = 1 – LL(model) / LL(constant only)								

Im Modell mit allen Studien zeigt sich schon, dass die Stärke der Interaktion einen positiven Einfluss auf den Rücklauf hat. Die Konstanten sind vergleichbar mit denen, die bei den Modellen für die Teilstichproben geschätzt werden. Die Stärke des Einflusses der Antwortlast fällt mit der Stärke der Verpflichtungen, die beide Seiten eingegangen sind von -.12 auf -0.05 (Siehe Abb. 3). Der Wert über alle Studien mittelt den Effekt. Bei den Werten für die Studien mit Rekrutierung muss man aber immer daran denken, wie schwierig es ist, die Befragten zu rekrutieren. Der Gesamtrücklauf ist dadurch deutlich niedriger.

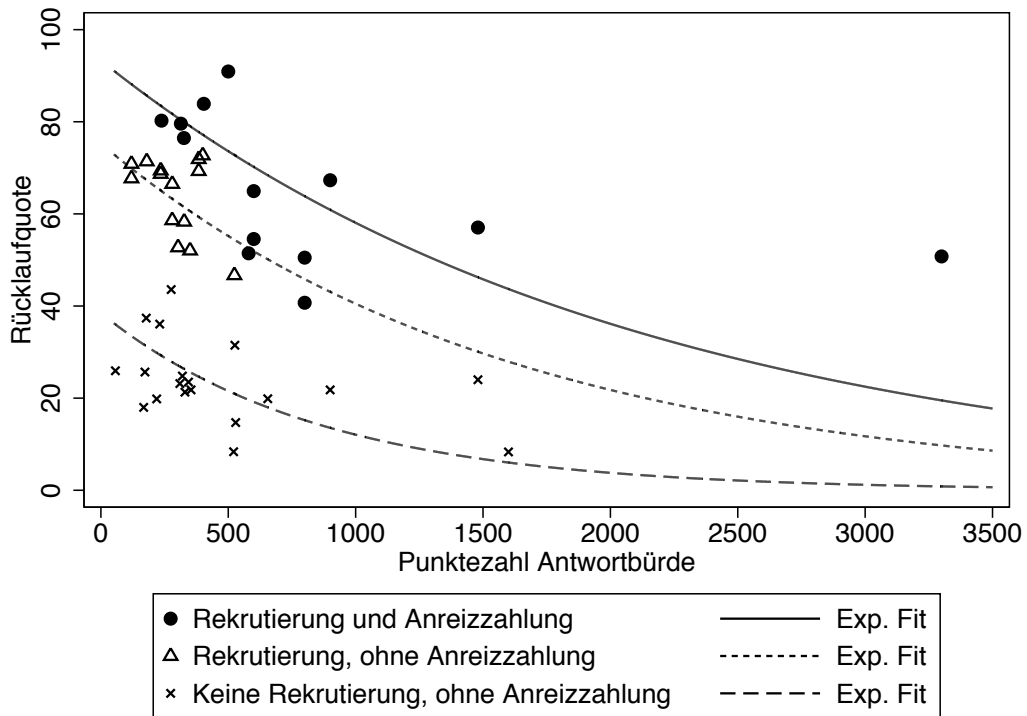


Abb. 3 Rücklauf und Antwortlast

Diese Ergebnisse sind natürlich spezifisch für das IVT und die Kombination mit der Schweiz, aber eine Anwendung in einer Befragung in Deutschland war sehr genau in der Prognose (Axhausen et al., 2014). Es ist klar, dass dieser Ansatz weiter getestet werden muss. Die Norm und die dann reicher werdende Datenbank wird das ermöglichen.

Das IVT wird in Zukunft eine entsprechende web-Befragung bereitstellen, so dass die Daten mit geringem Aufwand erhoben werden können.

6 Befragung versus Verfolgung

Die schnelle Marktdurchdringung mit Smartphones und damit GPS-Einheiten hat die Ausgangslage für Verkehrsbefragungen dramatisch verändert (Siehe *Abb. 4*), da der Anteil der Smartphones unter den Mobiltelefonen in den OECD und vielen anderen Ländern 90% und mehr erreicht hat. Die Vollabdeckung der Bevölkerung mit GPS Einheiten eröffnet die Möglichkeit, die Bewegungen als solche mit weniger Fehlern zu erheben, wenn die Bereitschaft der Nutzer vorhanden wäre, sich elektronisch verfolgen zu lassen.

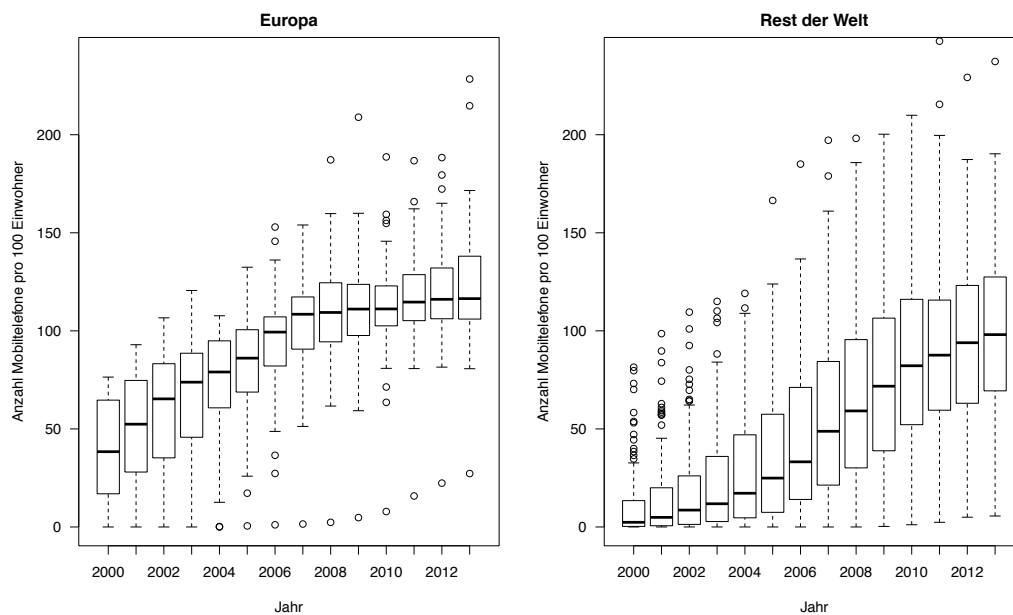


Abb. 4 Marktdurchdringung mit Mobiltelefonen seit 2000 (Europa und der Rest der Welt) World Telecommunication Union (Zugriff April 2015)

Die ersten Erfahrungen mit Smartphone Studien in Neuseeland, Singapur, Australien, Irland, Österreich und der Schweiz sind in Hamid et al., 2015; Cottrill et al., 2013; Pereira et al., 2013; Greaves et al., 2010; Montini et al., 2014; Becker et al., 2015. beschrieben, während die älteren Studien mit GPS – Loggern und prompted recall – Befragungen in der Schweiz, Israel, Frankreich, Niederlande, Kanada, USA in Montini et al., 2013; Oliveira et al., 2011; Marchal et al., 2011; Moiseeva et al., 2010; Clark and Doherty, 2010; Giaimo et al., 2010; Li and Shalaby (2008); Lee-Gosselin et al.(2006); Stopher and Collins (2005); Auld et al., 2009; Bohte and Maat, 2009; Wolf et al. 2004 und Marca (2002) dokumentiert werden.

Die weiteren Möglichkeiten, die sich aus den Mobiltelefonen aber auch anderen neuern Technologien ergeben ist das Thema eines laufenden SVI-Projektes (Widmer et al., In Bearbeitung) und vieler anderer Studien (Siehe dort). Die zentralen Herausforderungen, wenn man die Datenschutzrechtlichen Fragen ignoriert, sind die immer noch unklare allgemeine ungetestete Teilnahmebereitschaft, die verbleibenden Ungenauigkeiten und die fehlenden inhaltlichen Variablen zu den Bewegungen (Zweck, Mitfahrer, Kostenaufteilung, Planungshorizont, Nutzniesser usw.). *Tab. 7* gibt eine erste Einschätzung der heute verfügbaren Technologien, die im Moment als Ersatz für Befragungen diskutiert werden auf Grundlage ihrer heute dokumentierten Auswertemöglichkeiten (map matching und Imputation der Verkehrsmittel und Wegezwecke).

Tab. 7 Technologien und Verfolgungstechnologien im Vergleich

Technologie	Abdeckung Etappen	Abdeckung Wege	Uhrzeiten der Bewegungen	Anschriften	Inhalte
Befragung	Ja, aber Anzahl unterberichtet	Ja, aber Anzahl unterberichtet	Mit Rundungsfehlern	Ja, aber oft ungenau berichtet	Ja, aber strategisches Nicht-Berichten
GPS	Kurze Etappen gehen verloren	Ja	Ja	Ja	Nein, Nacherhebung notwendig
GSM	Nein	Nein, man erhält ein ‚Bewegungsfeld‘	Nein	Auflösung der Funkzellen	Nein, Nacherhebung notwendig
Bluetooth	Im Rahmen des Netzes der Empfänger	Im Rahmen des Netzes der Empfänger	Ja	Auflösung des Netzes der Empfänger	Nein, Nacherhebung notwendig
Bildauswertung	Im Rahmen des Netzes der Kameras	Im Rahmen des Netzes der Kameras	Ja	Im Rahmen des Netzes der Kameras	Nein, Nacherhebung notwendig
smart cards	Ja, für die beteiligten Unternehmen	Nein, nur den Beförderungsfall	Ja	Im Rahmen der Haltestellendichte	Nein, Nacherhebung notwendig
Bank/Kreditkarten	Nein	Nein	Der Abrechnung des Belegs	Teilweise	Nein, Nacherhebung notwendig
Email	Nein	Nein	Des Versands der Nachricht	Mit Einschränkungen	Nein, Nacherhebung notwendig
Technologie	Abdeckung Etappen	Abdeckung Wege	Uhrzeiten der Bewegungen	Anschriften	Inhalte

Befragungen berichten zu wenig Etappen und Wege, da die Befragten Bewegungen vergessen, sie nicht berichten wollen, oder sie zusammenfassen. Der Effekt der zufällig vergessenen Wege ist unproblematisch und kann, was die Anzahl betrifft, entsprechend korrigiert werden. Der Effekt bleibt aber problematisch, wenn es um die Analyse der Struktur der Wegeketten geht.

Die bewusst nicht berichteten Wege sind ein Problem, da entweder bestimmte Orte zu wenig berichtet werden (z.B. Spielkasinos, Rotlichtbezirke, etc.), oder da bestimmte Tageszeiten ausgelassen werden (z.B. der abendliche Ausgang, dessen Bericht für den Befragten im Laufe der anderen Antworten zu mühsam wurde). Da bisher verlässliche Daten für eine Korrektur gefehlt haben, gibt es hier keine Ansätze für sie. Man kann allenfalls über Korrekturen auf dem Niveau – selten vorhandener – dynamischer Matrizen anhand von Zählungen nachdenken.

Die verschiedenen Technologien haben alle Probleme mit der Abdeckung, da ein GSM oder GPS abgeschaltet oder zu Hause vergessen werden können, da die Empfänger durch Hochhäuser, Bäume, Tunnel etc. verschattet sein können oder da das Netz der Empfänger zu wenig dicht oder limitiert sein kann. Die CCTV Kameras, die zu polizeilichen oder Sicherheitszwecken installiert werden, sind in der Regel auf Innenstädte und Haltestellen konzentriert. Die Dichte der GSM Empfänger variiert mit der Dichte der lokalen Nutzer, so dass die Ortsangaben ausserhalb der Bevölkerungszentren sehr grob werden. Smartcards

sind auf die Verkehrsbetriebe limitiert, die sie nutzen. Um ein detailliertes Bild zu erhalten, muss die Nutzungsfrequenz des GSM Mobiltelefons sehr hoch sein, was in der Regel ältere und weniger mobile Personen schwierig zu erfassen macht.

Die Erfassung von kurzen Etappen oder engbenachbarten Aktivitäten bleibt schwierig oder ist sogar unmöglich. Die GPS Punktwolken, die sich bei längeren Aktivitäten an einem Ort ergeben, verdecken andere Aktivitäten, die in der Nähe durchgeführt wurden, z.B. der Bäcker neben dem Supermarkt, der Zigarettenkauf am Kiosk bei der Haltestelle, die verschiedenen Einkäufe in einem Einkaufszentrum usw.

Die Imputation von Verkehrsmittel und Wegezweck hat grosse Fortschritte gemacht (siehe z.B. Montini et al., 2014), sie ist aber immer noch nicht so verlässlich, dass bis auf weiteres auf die Nacherfassung mit Befragungen oder ihre Kontrolle durch die Beobachteten verzichtet werden kann. Der Aufwand für diese prompted recall, also datenunterstützte Befragungen, negiert die Vorteile der passiven Verfolgung zu einem grossen Teil, da die Beobachteten auch Befragte werden müssen, die es zu rekrutieren und zu motivieren gilt. Die verschiedenen Softwarelösungen, Smartphone-Apps, wie die von StudioMobilita², FM³ oder RSG⁴, oder für web-basierte Lösungen mit GPS-Loggern, haben grosse Fortschritte in der Einfachheit ihrer Nutzung gemacht, aber sie bleiben schwierig und erfordern eine grosse Bereitschaft zur Mitarbeit, vor allem wenn es um längere Berichtszeiträume geht.

Im Moment ist der beste Ansatz Befragungen und passives Beobachten zu kombinieren. Eine Studie, die eine hochmotivierte und gut begleitete Stichprobe aus einer 14 (21) – Tage dauernden Befragung und GPS-Beobachtung mit der Auswertung von GSM und Smartcard – Daten verknüpft, wäre zu testen. Die räumliche Auflösung der GSM Daten ist hoch genug für die heute üblichen Zonengrössen der nationalen Verkehrsmodelle und eine Stichprobe von 1000, 1500 Befragten gross genug für die notwendigen Verhaltensmodelle.

² www.studio-mobilita.ch

³ www.happymobility.org

⁴ www.rmove.rsginc.com

7 Ausblick

Die Norm und dieser Kommentar sollten die bekannten Lehrbücher zum Thema nicht ersetzen, sondern eine kurze praktische Einführung zum Thema geben: keine Rezepte sondern einen ersten Einblick in die Materie. Rezepte setzen eine einheitliche Haltung voraus, wie das Verkehrsverhalten zu erklären und im Anschluss zu modellieren und vorherzusagen sei. Die unterschiedlichen Zeithorizonte, räumlichen Details und die lokal unterschiedlichen Verkehrsangebote machen das schwierig, die unterschiedlichen wissenschaftlichen Ansätze praktisch unmöglich. Die hier vorgeschlagene Haltung, Befragungen als eine Sonderform des Gesprächs zu behandeln, bleibt unabhängig vom Inhalt gültig.

Die raschen technologischen Fortschritte der letzten Jahre stellen viele Dinge in den Befragungen in Frage, da Inhalte heute erfassbar sind, die noch vor zehn Jahren unmöglich waren.

Die Ergebnisse der bisherigen Experimente mit GPS und GSM-basierten Studien sind vielversprechend. Es zeigt sich im Vergleich, dass befragungsbasierte Methoden die Menge der Bewegungen ernsthaft untererfassen und verzerren (siehe z.B. Janzen et al., 2017; Janzen und Axhausen, 2018), aber es zeigt sich auch, dass «big data» Quellen wie GSM und GPS, ihre eigenen systematische Verzerrungen und Lücken haben. Hier ist noch die geeignete Mischung der Methoden zu entwickeln.

In anderen Feldern zeigt sich international, dass Videoerfassung von Fahrzeugen und Menschen eine immer genauere Erfassung der Bewegungen erlaubt. Hier sollten und werden der Persönlichkeitsschutz enge Grenzen in der Nutzung setzen. Hier sollte die weitere Forschung sich auf die Frage konzentrieren, was für Verbesserungen in der Steuerung und Prognose ohne detaillierte personenbezogene Daten möglich sind.

Der Einsatz von *virtual reality* ist eine weitere Forschungsfront. Erste Experimente zeigen ihre Tauglichkeit, aber auch, dass traditionelle Ansätze zu sehr ähnlichen Ergebnissen kommen. Hier muss verfolgt werden, ob weitere Durchbrüche im Realismus der Filme/Umgebungen und der Kosten ihrer Erstellung zu einer anderen Einschätzung führen.

Die Ergebnisse zum Zusammenhang von Antwortlast und Rücklauf sollten kontinuierlich aktualisiert werden, um zu prüfen, ob die hier dokumentierten Ergebnisse robust sind. Es wäre notwendig, weitere Befragungsfirmen und -institutionen zu gewinnen, die bereit sind, ihre Erhebungen entsprechend aufzuarbeiten und auszuwerten.

Es ist klar, dass diese Norm in fünf bis zehn Jahren überarbeitet werden sollte, um all die technischen Veränderungen zu erfassen und zu standardisieren.

8 Danksagung

Der Autor möchte sich bei Herrn B. Schmid für seine Beiträge zu Kapitel 5 und bei B. Jäggi für die Formatierung und Durchsicht bedanken.

Die Kritik und Anregungen der Begleitkommission unter der Leitung von Roland Ribi waren sehr hilfreich und zielführend. Die verbleibenden Fehler sind die des Autors.

Anhänge

I	Axhausen, Schmid und Weis (2015)	41
II	Entwurf der Norm SN 640 003	55

I Axhausen, Schmid und Weis (2015)

Das Literaturverzeichnis ist in die Literaturliste des Berichts integriert

Introduction

When conducting mail and mail-back surveys, market research firms need to estimate response rates in advance to be able to estimate the total expected reusable sample size resulting from a number of mailed questionnaires, and hence budget their study. In an earlier paper we reported the results of a natural experiment (Axhausen and Weis, 2010) using a time budget assessment scheme for face-to-face interviews to predict the response rates of surveys conducted by my research group. The success of this scheme in predicting our work since and a correction of the scheme for stated preference (contingent valuation) surveys is the motivation for this update.

As mentioned before, there is little literature to help in predicting the response burden and based on this response behaviour. There is a large body of literature discussing response rates, the factors influencing them, and the various impacts on survey quality. While the literature on survey methods for paper-based instruments (see Richardson *et al.*, 1995 or Dillman, 2000 for relevant textbooks, or the TRB wiki (<http://www.travelsurveymanual.org/>)) discusses response burden, it does not measure it in detail. The literature on web-based instruments is equally large, but again it misses an a-priori-measure of the survey burden (e.g. Fan and Yan in their 2010 review do not make response burden a topic of sustained interest).

In early work, Heberlein and Baumgartner (1978) found several factors influencing response rates to paper-and-pencil questionnaires. Response burden approximated as the number of pages (or questionnaire length) had a significant influence on response rate (see also a similar measure in Bruvold and Comer, 1988). However, they do not further differentiate the response burden by accounting for the complexity of the posed questions. They also find that other factors, such as the saliency of the survey content and incentives given to the respondents, all have an influence on the outcome (for a description of the so called leverage-saliency theory, see Groves *et al.*, 2000).

Leverage-saliency theory, which suggests that non-response results in biased study results if the decision to participate in a survey is influenced by the respondents' interest in the survey topic, plays a major role in the assessment of such studies (Groves *et al.*, 2004). However, the degree of this effect and its influence on the actual response rates that are the subject of discussion here are difficult to quantify. As the studies used in meta-analysis of our work all stem from the same research field (transportation), we expect saliency to have influenced them all to the same degree, thus not distorting the results that will be discussed below.

Other meta-analyses of survey response rates include:

- Fox et al. (1988), who explore ways of increasing response rates, among others by reducing questionnaire length and providing the respondents with incentives;
- Church (1993), who also attempts to estimate the effect of incentives;
- Asch et al. (1997), who examine response to mail surveys in the medical field and find differences across disciplines and a positive effect of mail, respectively telephone, reminders;
- Cook et al. (2000), who examine response rates of Internet based surveys and find that survey length does not have a significant effect;
- Kaplowitz et al. (2004), who compare response rates of Internet and mail based surveys.

All the above mentioned meta-analyses lack a measurement of the actual response burden. If at all, they merely consider questionnaire length as an aggregate variable without differentiating the complexity of the items asked. However, it seems obvious that the specific effort demanded from the respondents will influence the outcome.

We therefore continued to use the efficient and objective ratings of the items and of the response burden introduced in the earlier paper to allow us to assess the expected response burden in advance. Given that stated choice questions were originally given too

low a weight (see Louviere *et al.* (2000) for an introduction to stated choice surveys), we updated those values.

The studies that will be described in the subsequent sections were all conducted at the Institute for Transport Planning and Systems (IVT), ETH Zürich, most involving colleagues of the authors. Thus, we had the opportunity to examine and rate each questionnaire in detail, a necessary task that the other meta-analyses resulting solely from literature reviews cannot match, as the field work reports or even the survey form are generally not available.

A natural experiment updated

Using a point system for face-to-face interview budgeting of the Zurich-based Gesellschaft für Sozialforschung (*Table*), Ursula Raymann and later the authors rated a series of self-administered surveys (*Table*) of the Institute for Transport Planning and Systems (IVT). As was shown in the first article, the resulting response burden indicator can be used to quickly infer expected response rates. However, as the sample size of studies used in the earlier meta-analysis was still quite small, we could not report regression results.

In the meantime about 25 surveys (pre-tests, main studies) were added to the data base, which now allows us to report first, if preliminary, regression results.

The rating of the stated choice questions in the first paper always struck us as too low for the complexity of the task. We updated the rating of these questions and the related surveys by iteratively re-estimating the regressions. We selected the rating used in the regression with the highest R^2 as the proposed values for our on-going work. For example for a stated choice experiment with 6 questions with 2 alternatives, which are described with 8 variables, the rating of the response burden is: $6 \text{ (questions)} * [2 \text{ (for two alternatives)} + 8 \text{ (variables)}] = 60 \text{ points}$

Table 1 *Response burden: Points by question type and action*

Item	Points
Question or transition (up to 3 lines)	2
Each additional line	1
Closed yes/no answers	1
Simple numerical answer (e.g. year of birth)	1
Rating with up to 5 possibilities	2
Rating with more than 5 possibilities	3
Left, middle, right rating	2
Scales with 3 and more grades	2
Best of ranking with cards	4
Second and each additional best ranking	3
Answer to subquestions of up to 5 words	1
Answers to subquestion of up to 2 lines	2
a) Response to half-open question with ≤ 8 possibilities	2
Each additional one	2
b) Response to half-open question with ≥ 8 possibilities	4
Each additional one	3
Answer to "please specify"	2
First answer to an open question	6
Each additional answer to the open question	3
Mixing showcards	6
Giving/showing a card to the respondent	1
Für jede Antwortalternative auf der Karte	1
Filter	0.5
Branching	0.5
For each stated choice question with 2 alternatives	2
For each stated choice question with 3 alternatives	2
For each variable of the stated choice situation and each question	3

© Gesellschaft für Sozialforschung, Zürich, 2006 (updated)

Table 2 Base populations, sample sizes, ex-ante assessment of response burden and response rates for 52 surveys.

Content of the self-administered surveys	Location / base population	Sample size ⁵	Response burden (old)	Response burden (updated)	Response rate ⁶ [%] [N]			
					No prior recruitment		With recruitment	
					No motivation call	Motivation call	No incentive	With incentive
					19	4	16	13
National SP survey on railway services	Residents of French and German speaking part of Switzerland	1'561	84	120				67.7
Regional mode and route choice SP	Residents of Canton Zurich	1'229	84	120				70.9
National SP on value of travel time savings	Residents of Switzerland	2'317	153	303				52.7
Regional SR on value of statistical life	Residents of Canton Ticino	500	197	440			41.0	
Regional SR on value of statistical life	Residents of German speaking part of Switzerland	2'000	224	526		33.9		
Home ownership and use of local facilities	Residents in a quota sample of municipalities in the Zurich region	9'330		231		36.1		

⁵ Total number of potential respondents (i.e. that received the questionnaires).

⁶ The figures correspond to the *COOP4* cooperation rate as defined by the American Association for Public Opinion Research (AAPOR, 2011). It is calculated as the number of returned questionnaires, divided by the difference of the total sample size and sample loss (deaths, wrong address, respondent moved).

National SP on the impacts of road pricing	Residents of French and German speaking part of Switzerland	2'249	265	524		46.7
Mobility biographies and regular travel behavior	Residents of Cantons Basel, Bern and Zurich	3'500		521	8.4	
Mobility biographies	Residents of Canton Zurich	1'763 +		529	14.7	30.9
		1'537				
Mobility biographies and home ownership	Residents of Canton Zurich	300		655	19.9	
Social networks and mobility biographies	Residents of Zurich	4'200		992		11.3
Mobility plan: University of Zurich	Employees of the university	372		219	19.8	
Mobility plan: Zurich University Hospital	Visitors to the hospital	1'615		57	25.9	
Fuel price and rail usage	Residents of Switzerland	1'036	170	327		58.3
Modelling mountaineers' travel behavior	Members of the Swiss Alpine Club	530		276	46.0	
Ego-centric social networks: Network questionnaire	Residents of Canton Zurich	761 + 91		900	21.8	67.3
Ego-centric social networks: Diary	Residents of Canton Zurich	50 + 142		1'480	24.0	57.0
Induced traffic (pen-and-paper)	Residents of Canton Zurich	200		800		50.5
Induced traffic (online)	Residents of Canton Zurich	140		800		40.7
2000 Watt society (pre-test 1)	Residents of Canton Zurich	51		326		76.5
2000 Watt society (pre-test 2)	Residents of Canton Zurich	49		314		79.6
2000 Watt society, main study	Residents of Canton Zurich	491		238		80.2

ARE SP (pre-test - mode choice only)	Residents of Switzerland	99	235		68.7
ARE SP (pre-test - route choice only)	Residents of Switzerland	29	280		58.6
ARE SP (pre-test - mode and route choice)	Residents of Switzerland	484	384		71.9
ARE SP (main study - mode choice only)	Residents of Switzerland	893	235		69.4
ARE SP (main study - route choice only)	Residents of Switzerland	215	280		66.5
ARE SP (main study - mode and route choice)	Residents of Switzerland	3'994	384		69.3
Residential choice (Otte, no addresses)	Residents of Canton Zurich	1238	320	24.8	
Residential choice (Otte, with addresses)	Residents of Canton Zurich	1238	330	21.3	
Residential choice (Own items, no addresses)	Residents of Canton Zurich	1239	344	23.5	
Residential choice (Own items, with addresses)	Residents of Canton Zurich	1238	354	21.8	
Grimsel user SP	Users of the Grimsel pass	399	180		71.4
Survey on bus and tram use	Residents of Cantons Bern, Lucerne and Zurich	3'300	310	23.2	
Survey on parking behavior	Residents of French and German speaking part of Switzerland	1'243	404		83.9

Survey on travel time reliability	Residents of French and German speaking part of Switzerland	491	400		72.7
Social behavior in evacuation scenarios	Residents of French and German speaking part of Switzerland	4'049	330		24.9
Mobility Biographies	Residents of Dortmund (Germany)	336	1'600	8.3	
Potential of carpooling	Employees from the French and German speaking part of Switzerland	1'683	350		52.1
Value of time and reliability (pen-and-paper)	Residents of Germany	3'355	600		64.9
Value of time and reliability (online)	Residents of Germany	209	600		54.5
Value of time and reliability (commercial)	Residents of Germany	925	500		90.9
Climate change influence on Swiss transport ⁷ (interviews)	Swiss public and private stakeholders in energy, tourism and transport sectors	16	48		38.0
Climate change influence on Swiss transport ⁸ (pen-and-paper)	Swiss public and private stakeholders in energy, tourism and transport sectors	5	165		80.0

⁷ Note: Observation excluded in subsequent analysis because of low total sample size.

⁸ Note: Observation excluded in subsequent analysis because of low total sample size.

Climate change influence on Swiss transport (online)	Swiss public and private stakeholders in energy, tourism and transport sectors	55	168	18.0
Free-floating car sharing: Mobility pilot study	Mobility customers in Canton Basle	2'224	173	25.7
Free-floating car sharing: Mobility pilot study	Catch-a-car customers in Canton Basle	527	178	37.4
Social networks and travel behavior	Residents of Switzerland	208	580	51.4
Travel behavior in a world with restricted car ownership and usage ⁹ (pre-test)	Residents of Canton Zurich	65	3'300	50.8

Sources (in the order listed): Vrtic and Axhausen (2004); Vrtic and Fröhlich (2006); Axhausen *et al.* (2007); Locatelli (2004); Jäggle (2006); Waldner *et al.* (2005); Vrtic *et al.* (2007); Schiffmann (2005); Beige and Axhausen (2005) (main study and pre-test; also Beige, 2006); Beige (2004); Weis *et al.* (2008); Weis *et al.* (2008); Weis and Axhausen (2009); Stäubli (2009); Axhausen *et al.* (2006); Kowald *et al.* (2009)¹⁰; Kowald *et al.* (2009); Kowald *et al.* (2009); Weis *et al.* (2010); Weis *et al.* (2010); Jäggi and Axhausen (2010); Jäggi and Axhausen (2010); Jäggi and Axhausen (2010); Fröhlich *et al.* (2012); Fröhlich *et al.* (2012); Fröhlich *et al.* (2012); Fröhlich *et al.* (2012); Fröhlich *et al.* (2012); Schirmer *et al.* (2011); Schirmer *et al.* (2011); Schirmer *et al.* (2011); Steinle (2011); Scherer (2011); Weis *et al.* (2013); Lu (2014); Kowald *et al.* (2014); Ehreke and Axhausen (2015); Mühlethaler *et al.* (2011); Axhausen *et al.* (2014); Bösch and Ciari (2014); Becker *et al.* (forthcoming 2015); Rau (2014); Schmid and Axhausen (2015)

⁹ Motivation calls were also conducted.

¹⁰ Note that the study by Kowald *et al.* (2009) involved a monetary incentive, phone contact with the interviewers and a personal post card from a member of the social network to which the respondents belong, inviting them to participate in the survey.