

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

Untersuchung der Stabilität des Verkehrsverhaltens

Étude de la stabilité des comportements

Study of the stability of travel behaviour

Schlussbericht

Forschungsstelle

Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich
Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme - IVT

büro widmer, Frauenfeld

Michael Löchl, IVT
Stefan Schönfelder, IVT
Robert Schlich, IVT
Thomas Buhl, büro widmer
Paul Widmer, büro widmer
Kay W. Axhausen, IVT (Projektleitung)

Begleitkommission

Dr. Georg Abay, Rapp Trans AG, Zürich (Präsident)
Dr. Michael Flamm, EPFL-Lasur, Lausanne
Dr. Ueli Haefeli, Interface, Bern
Prof. Dr. Rico Maggi, Università della Svizzera Italiana, Lugano
Dr. Anja Simma, ARE, Bern

Forschungsauftrag SVI 2001/514 auf Antrag der Vereinigung Schweizer
Verkehringenieure (SVI)

Juni 2005

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	7
Résumé	8
Summary	9
1 Einleitung.....	11
1.1 Hintergrund	11
1.2 Ziele und Aufbau der Forschungsarbeit.....	12
2 Feldbericht.....	14
2.1 Übersicht Vorgehen und Organisation.....	14
2.2 Erhebungsraum	16
2.3 Rekrutierung.....	17
2.4 Einführungsinterview.....	17
2.5 Organisation Wegetagebuch-Befragung	18
2.6 Erfahrungen der Befragung	19
2.6.1 Teilnahme	19
2.6.2 Rekrutierung	20
2.6.3 Einführungsinterview	20
2.6.4 Wegetagebuch.....	21
2.7 Teilnehmendenstatistik	22
3 Datenaufbereitungen.....	23
3.1 Plausibilitätskontrolle und Fehlerbeseitigung.....	23
3.2 Geokodierung.....	24
3.3 Routenalternativenberechnungen.....	26
3.4 Datenarchivierung.....	30
4 Plausibilitätsüberlegungen	31
4.1 Analyse der Selektivität.....	31
4.2 Vergleich mit Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten.....	32

4.3	Analyse der Ermüdung	40
4.3.1	Hypothesen.....	40
4.3.2	Ergebnisse.....	42
5	Deskriptive Statistik.....	45
5.1	Grundwerte	45
5.2	Wegehäufigkeiten	46
5.3	Wegelängen und Wegedauern	48
5.4	Verkehrsmittelwahl.....	51
5.5	Aktivitäten.....	53
5.6	Innovation und Planung	55
5.7	Begleitung	59
5.8	Soziale Netzwerke	60
6	Stabilität und Variabilität.....	62
6.1	Wochenverlauf	62
6.2	Zielwahl und Aktivitätenräume	66
6.3	Rhythmik der Aktivitätennachfrage	81
7	Fazit und Ausblick	101
8	Dank	103
9	Literatur	104
	Anhang A: Fragebögen und Anschreiben	108
	Anhang B: Archivierung der Daten	136
	Anhang C: Gewichtung der Daten	137
	Anhang D: Kategorisierung von Freizeitzielen im Forschungsprojekt City:mobil.....	138
	Anhang E: Arbeitsberichte.....	139
	Teil 1: "Geokodierung 6-Wochenbefragung Thurgau 2003"	
	Teil 2: "Berechnung von Routen- und Verkehrsmittelalternativen für den Datensatz Thurgau 2003"	
	Teil 3: "Precision of geocoded locations and network distance estimates"	
	Teil 4: "Fatigue in long-duration travel diary surveys"	

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Gesamtstatistik zur Teilnahme an der Befragung	19
Tabelle 2	Anzahl teilnehmende Haushalte nach Haushaltsstruktur und Untersuchungsraum	22
Tabelle 3	Anzahl Pendler- und Nicht-Pendler – Haushalte nach Untersuchungsraum	22
Tabelle 4	Schlussbilanz der Geokodierung nach Unsicherheit ¹	26
Tabelle 5	Ergebnisse der Selektivitätsanalyse: Binäres Logit-Modell	32
Tabelle 6	Anteil der Befragten nach Geschlecht und Alter (in %)	33
Tabelle 7	Bruttohaushaltseinkommen der befragten Personen [%]	35
Tabelle 8	Mobilitätswerkzeugbesitz der befragten Personen	35
Tabelle 9	Vergleich von Mobilitätskennziffern	37
Tabelle 10	Anzahl der Personenwege nach Verkehrsmittel	38
Tabelle 11	Anzahl der Personenwege nach Haushaltsgrösse	39
Tabelle 12	Grundwerte der Erhebung nach Untersuchungsraum	45
Tabelle 13	Wege pro Tag abhängig vom PW- und ÖV-Zeitkartenbesitz	47
Tabelle 14	Mittlere Wegelänge und Anteil am Verkehrsaufkommen; nach Hauptverkehrsmittel des Weges	48
Tabelle 15	Verteilung der Wegelängen ¹ nach Hauptverkehrsmittel des Weges [%]	49
Tabelle 16	Verteilung der Wegedauern nach Hauptverkehrsmittel des Weges [%]	50
Tabelle 17	Hauptverkehrsmittel nach Wegezwecken [%]	53
Tabelle 18	Weglänge nach anschliessender Aktivitätendauer (nur ausserhaus)	53
Tabelle 19	Verkehrsmittelwahl nach anschliessender Aktivitätendauer (nur ausserhaus)	54
Tabelle 20	Tageszeit der Aktivität nach Aktivitätendauer (nur ausserhaus)	54
Tabelle 21	Häufigkeit des Wegezielbesuchs pro Tag [Wege pro Tag]	56
Tabelle 22	Anteil der Wege nach Planungsvorlauf und Häufigkeit des vorherigen Besuchs des Wegezieles [Reihenprozente]	58
Tabelle 23	Wege nach Anzahl der Weg- und Aktivitätenbegleitenden Personen	59
Tabelle 24	Anzahl der Wege nach Weg- und Aktivitätenbegleitung	60
Tabelle 25	Clusterzentren: Zwecke [%] – zum Vergleich: Mobidrive Hauptstudie	73
Tabelle 26	Pearson Korrelationskoeffizienten: Mobilitätsvolumen und Grösse der Aktivitätenräume	79
Tabelle 27	Zusammenfassung der GLM Ergebnisse nach Masszahl: Signifikanzniveaus (gewichtet nach mobilen Tagen)	80
Tabelle 28	Kennwerte ausgewählter Aktivitäten (gesamte Stichprobe, ungewichtet)	92
Tabelle 29	Anteile der Intervalllängen zwischen zwei gleichartigen Aktivitäten der einzelnen Personen (gesamte Stichprobe, ungewichtet) [%]	93
Tabelle 30	Kovariablen für Modellschätzungen	96
Tabelle 31	Modell Kurzfristiger Einkauf	97

Tabelle 32	Übersicht Kovariablen-Effekte	99
Tabelle 33:	Anzahl Personen Thurgau 2003 absolut	137
Tabelle 34	Gewichtungsfaktoren	137
Tabelle 35	Kategorisierungsliste der Freizeitaktivitäten in City:mobil	138

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Zeitlicher Ablauf der Befragung	14
Abbildung 2	Verlauf des Befragungsbeginns	15
Abbildung 3	Erhebungsräume für die Rekrutierung der Teilnehmenden	16
Abbildung 4	Verlauf der Wegetagebüchereingänge	21
Abbildung 5	Anzahl der Wegzielpunkte pro Gemeinde	25
Abbildung 6	Anzahl der Wegzielpunkte pro Gemeinde, Ausschnitt Nord-Ost-Schweiz	25
Abbildung 7	Gegenüberstellung der Fahrzeit (zeitschnellster Weg) gemäss Routing und der berichteten Fahrzeit PW (Fahrer) gemäss Umfrage	28
Abbildung 8	Gegenüberstellung der Fahrzeit (distanzkürzester Weg) gemäss Routing und der berichteten Fahrzeit PW (Fahrer) gemäss Umfrage	29
Abbildung 9	Verkehrsmittelwahl als Funktion des Besitzes der Mobilitätswerkzeuge	40
Abbildung 10	Verteilung der Anzahl Wege pro Tag und Berichtswoche (Alle Personen)	42
Abbildung 11	Verteilung der Anzahl Wege pro Tag und Kalenderwoche (Alle Personen)	43
Abbildung 12	Anteil der Tagestypen nach Kalenderwoche (Alle Personen)	44
Abbildung 13	Durchschnittliche tägliche Wegeanzahl über 6 Wochen	46
Abbildung 14	Wege/Tag und Person und mittlere Anzahl Wege/Tag und Person über 6 Wochen	47
Abbildung 15	Verteilung der berichteten Wegelängen pro Hauptverkehrsmittel	49
Abbildung 16	Verteilung der Wegedauern pro Hauptverkehrsmittel	50
Abbildung 17	Verkehrsmittelwahl über 6 Wochen nach Führerscheinbesitz	51
Abbildung 18	Verkehrsmittelwahl über 6 Wochen nach Geschlecht	52
Abbildung 19	Individuelle Anteils kombinationen der Wegezwecke über 6 Wochen nach Geschlecht	55
Abbildung 20	Häufigkeit des Wegezielbesuchs [%]	57
Abbildung 21	Anzahl der zuvor nicht beobachteten besuchten Orte über die Berichtsperiode nach der von den Teilnehmenden angegebenen Besuchshäufigkeit	58
Abbildung 22	Entfernung und Begegnungshäufigkeit im persönlichen sozialen Netzwerk	61
Abbildung 23	Mittlere Wegeanzahl nach Wochentag und Beschäftigung	63
Abbildung 24	Mittlere Wegelänge nach Wochentag und Beschäftigung	64
Abbildung 25	Individuelle Anteils kombinationen der Wegezwecke und Verkehrsmittelwahl an Werktagen und am Wochenende für Vollzeitbeschäftigte und Sonstige	65
Abbildung 26	Schematische Darstellung räumlicher Mobilität	67
Abbildung 27	Anzahl der Wege und Standorte im Vergleich	68

Abbildung 28	Verteilung im Raum: Beispiel 1	69
Abbildung 29	Verteilung im Raum: Beispiel 2	69
Abbildung 30	Verhältnis der Wege – Standorte über den sechsw. Berichtszeitraum	70
Abbildung 31	Mittlerer Anteil der Wege zu den zehn wichtigsten/meist besuchten Orten im Berichtszeitraum (nur ausserhaus)	71
Abbildung 32	Anzahl der räumlichen Cluster pro Person	72
Abbildung 33	Konfidenzellipse – Anwendung als Mass für Aktivitätenräume und mathematische Grundlage	74
Abbildung 34	Konfidenzellipsen im Vergleich	75
Abbildung 35	Aktivitätenraum Grössenunterschiede, gemessen mit Konfidenzellipsen	76
Abbildung 36	Kernel-Dichten: Transformation eines Punktmusters in eine Dichtedarstellung und Prinzip der Grössenbestimmung der Aktivitätenräume	77
Abbildung 37	Aktivitätenraum-Grössenunterschiede, gemessen nach besuchter Fläche und Gesamtsumme aller Dichtewerte	78
Abbildung 38	Beispiel Aktivitätennachfrage	83
Abbildung 39	Survival Analysis: Funktionen	84
Abbildung 40	Formen der hazard function entsprechend Verteilungsannahmen	87
Abbildung 41	Empirische Survival und Hazard rates	94

M Löchl
S Schönfelder
R Schlich¹
KW Axhausen
IVT / ETH Zürich
ETH Hönggerberg
CH-8093 Zürich

Telefon: +41-1-633 62 58
Telefax: +41-1-633 10 57
loechl@ivt.baug.ethz.ch

T Buhl
P Widmer
Büro Widmer
Bahnhofplatz 76
CH – 8500 Frauenfeld

Telefon: +41-52-722 16 84
Telefax: +41-52-721 89 22
widmer@buero-widmer.ch

Untersuchung der Stabilität des Verkehrsverhaltens

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht dokumentiert Vorgehen und Ergebnisse des SVI-Forschungsprojekts 2001/514 *Untersuchung der Stabilität des Verkehrsverhaltens*.

Im Rahmen des Projektes wurde von August bis Dezember 2003 eine sechswöchige Wegebuchenerhebung mit 230 Personen aus 99 Haushalten in Frauenfeld und Umgebung im Kanton Thurgau durchgeführt. Das Design baute auf den im deutschen Projekt *Mobidrive* verwendeten Erhebungsinstrumenten auf, wurde jedoch erweitert und angepasst. Sämtliche Wegeziele wurden nach der schriftlichen Erhebung geokodiert, daneben konnten Routenalternativen für den motorisierten Individualverkehr (MIV) und den öffentlichen Verkehr (ÖV) berechnet werden.

Des Weiteren wurden die erhobenen Daten zur Überprüfung mit dem Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2000 verglichen, wobei bis auf einen erhöhten Anteil von GA- und Halbtax-Besitzenden keine wesentlichen Abweichungen bei den soziodemographischen Merkmalen der Teilnehmenden und vor allem bei den Mobilitätskennziffern feststellbar waren. So stimmt beispielsweise die durchschnittliche Wegehäufigkeit pro Person und Tag fast exakt überein.

Zur Überprüfung von möglichen Ermüdungseffekten bei der Anzahl der berichteten Wege wurden neben deskriptiven Analysen mehrere GLM- (Generalised Linear Model) und Poisson-Regressions-Modelle geschätzt. Im Datensatz konnten keine signifikanten Ermüdungsercheinungen festgestellt werden.

¹ Mittlerweile bei der SBB, Sektion Fernverkehr, 3000 Bern 65, Telefon: +41-512-203463, Telefax: +41-512-202891, robert.schlich@sbb.ch

Das angewendete Betreuungskonzept und die im Befragungsverlauf wachsende Routine des selbstverantwortlichen Berichtens bei den Befragten waren demnach ausreichend, um die potentiell auftretenden Ermüdungserscheinungen in der mehrwöchigen Längsschnittbefragung weitgehend zu unterdrücken. Neben deskriptiven Auswertungen des Datensatzes standen Analysen zur zeitlichen Stabilität und Variabilität des Verkehrsverhaltens mittels Hazardmodellen im Mittelpunkt.

Die Analysen zur Variabilität und Rhythmik aber auch zur Innovation haben deutlich gemacht, dass das Verkehrsverhalten in hohem Masse von Gewohnheiten und Routinen bestimmt wird. Trotzdem kommen aber auch ständig neue Wegeziele hinzu, vor allem im Freizeitverkehr. Diese Wege werden zum überwiegenden Teil mindestens ein oder mehrere Tage im Voraus geplant. Es konnte ausserdem gezeigt werden, dass die Rhythmik und somit die zeitliche Struktur zumindest teilweise abhängig ist von der Soziodemographie der Befragten, auch wenn sie nur eine Determinante innerhalb der Nachfragestruktur darstellt. Die Aktivitäten an sich können allgemein in Gruppen mit Tages- bzw. Zwei-Tages- sowie Wochenrhythmen und ohne fixe zeitliche Nachfragestrukturen eingeteilt werden.

Darüber hinaus wurde die räumliche Dimension und Verteilung der Wegeziele sowie das Ausmass der Aktivitätenräume über den Berichtszeitraum mittels Konfidenzellipsen, einer zweidimensionalen Version des bekannten Konfidenzintervalls, und Kerneldichteschätzungen der Aktivitätendichten analysiert.

Die in diesem Projekt generierte Datengrundlage ist eine wichtige Grundvoraussetzung, um die komplexen Zusammenhänge von Verkehrsangebot, Aktivitätenplanung und Ausführung sowie Ziel-, Verkehrsmittel- und Routenwahl besser verstehen und modellieren zu können. Mit diesem Wissen ist es möglich, die Wirkungen von Massnahmen, besonders jene die direkt auf die täglichen Routinen wirken, besser einschätzen zu können.

Schlagworte

Verkehrsverhalten, Stabilität, Längsschnitterhebung, 6-Wochen-Tagebuch, Thurgau

Zitierungsvorschlag

Löchl, M., S. Schönfelder, R. Schlich, T. Buhl, P. Widmer and K.W. Axhausen (2005) Untersuchung der Stabilität des Verkehrsverhaltens, final report for SVI 2001/514, *Schriftenreihe*, 1120, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.

Résumé

Ce rapport présente les résultats ainsi que les méthodes du projet de recherche 2001/514 *Étude de la stabilité des comportements de déplacements* de l'association suisse des ingénieurs en transports (SVI).

Dans ce projet, une enquête de déplacements sur six semaines a été menée auprès de 230 personnes provenant de 99 ménages de Frauenfeld ou du voisinage dans le canton de Thurgovie, sur une période s'étendant de août à décembre 2003. La conception de l'enquête s'appuie sur le questionnaire élaboré lors du projet allemand MOBIDRIVE mais une série de questions supplémentaires a été développée. Toutes les destinations des trajets repris dans l'enquête ont été géocodées. Les variantes d'itinéraires relatifs aux modes de transport privés motorisés et aux transports publics ont été calculés. En outre, les données collectées ont été comparées avec le micro-recensement 2000 (Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2000). Aucune différence significative en terme de caractéristique socio-démographique des répondants ni en terme d'habitude de déplacement n'a pu être observée, si ce n'est une plus forte proportion d'abonnements généraux et demi-tarif. Par exemple, la fréquence moyenne de déplacements par personne et par jour est à peu près la même.

Afin de détecter des effets potentiels de fatigue au niveau du nombre de déplacements rapportés, des modèles généraux linéaires et de Poisson ont été estimés, en parallèle à l'analyse descriptive. Aucun effet de fatigue n'a été identifié dans les données. Les effets de fatigue, potentiellement présents dans une telle enquête longitudinale s'étendant sur une période de plusieurs semaines, semblent avoir été éliminés grâce au concept du support continu auprès des répondants, combiné au fait que ces derniers étaient graduellement familiarisés par la répétition du questionnaire. Outre l'analyse descriptive des données, l'accent a été mis sur l'analyse de la stabilité temporelle et de la variabilité des habitudes de déplacements par des modèles aléatoires.

Les analyses de la variabilité, des rythmes ainsi que de l'innovation ont révélé que l'attitude de déplacement est fortement conditionnée par les habitudes et la routine quotidiennes. Néanmoins, de nouvelles destinations de trajet sont explorées continuellement, en particulier dans le cas des déplacements à vocation de loisir. La majorité des déplacements sont planifiés au moins un ou plusieurs jours à l'avance. De plus, nous avons pu montrer que le rythme, et par conséquent la structure temporelle, est en partie dépendante des caractéristiques démographiques des répondants, bien qu'il ne s'agisse que d'un facteur parmi d'autres déterminant la structure de la demande. Les activités elles-mêmes peuvent être divisées en groupes associés aux rythmes quotidiens, biquotidiens, hebdomadaires et sans structure temporelle particulière.

Enfin, la dimension spatiale et la distribution des destinations des trajets ainsi que l'extension des espaces d'activité sur la période de réponse ont été analysées grâce à des ellipses de confiance, une version bi-dimensionnelle de l'intervalle de confiance, et grâce à des estimations de noyaux de densité d'activité.

La base de données générée par le projet est une étape préliminaire pour mieux comprendre et modéliser les liens complexes entre l'offre de transport, la planification d'activité et leur exé-

cution ainsi que les choix de destination, de mode et de trajet. Sur la base de cette connaissance, il est possible de mieux évaluer les effets de mesures de transport, particulièrement celles qui ont un impact direct sur les habitudes quotidiennes.

Summary

This report presents the results and methods used in the research project 2001/514 *Study of the stability of travel behaviour* of the Swiss Association of Transport Engineer (SVI).

Within the project, a six week travel survey has been conducted among 230 persons from 99 households in Frauenfeld and the surrounding areas in Canton Thurgau from August until December 2003. The design built on the questionnaire used in the German project *Mobidrive*, but developed the set of questions further. All trip destinations of the survey have been geocoded. Moreover, route alternatives for private motorised transport and public transport have been calculated.

Moreover, the collected data has been compared with the National Travel Survey 2000 (Mikrozensus zum Verkehrsverhalten 2000), whereas differences in terms of sociodemographic characteristics of the respondents and particularly their travel behaviour couldn't be observed except for an higher proportion of GA and Halbtax ownership. For example, the average trip frequency per person and day is almost the same.

In order to check for possible fatigue effects of the amount of reported trips, several GLM (Generalised Linear Model) and poisson regression models have been estimated besides descriptive analysis. No fatigue effects could be observed in the data set.

The continuous support to the respondents and the increasing routine of the self responsible reporting of the respondents were consequently sufficient to restrain potential fatigue effects in the multi-week, longitudinal travel survey. Besides descriptive analysis of the data set, the focus has been on analysis of temporal stability and variability of travel behaviour by hazard models.

The analyses of the variability and of the rhythms as well as that of the innovation have revealed that travel behaviour is highly conditioned by habits and routines. Nevertheless, new trip destinations are added continuously, particularly for leisure travel. The majority of trips have been planned at least one or more days in advance. Moreover, it could be shown that the rhythms and therefore the temporal structure are partly dependent on the socio-demographic characteristics of the respondents, although it is just one determinant within the demand structure. The activities themselves can be divided into groups with daily, bi-daily and weekly rhythms and without a temporal structure.

In addition, the spatial dimension and distribution of trip destinations as well as the extent of activity spaces over the reporting period has been analysed through confidence ellipses, a two-dimensional version of the well-known confidence interval, and kernel density estimates of activity density.

The data base generated within the project is an important prerequisite to better understand and model the complex connection of transport supply, activity planning and execution as well as destination, mode and route choice. With this knowledge it is possible to better assess the effects of measures, particularly those which have a direct impact on daily routines.

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Personenverkehr entsteht, weil Menschen den Wunsch oder das Bedürfnis haben, zu einer bestimmten Zeit an einem bestimmten Ort einer bestimmten Aktivität nachzugehen. Bei der Verkehrsmodellierung wird von den vereinfachenden Annahmen ausgegangen, das Verkehrsverhalten sei hochgradig routiniert und die Verkehrsteilnehmenden würden bereits realisiertes Verhalten auch kurzfristig wiederholen (Schlich, König und Axhausen, 2000). An sich selbst kann jedoch jedermann feststellen, dass der Tagesablauf von Tag zu Tag, von Wochentag zu Wochentag und von Jahreszeit zu Jahreszeit zum Teil erhebliche Unterschiede aufweist. Einen grossen Einfluss auf das individuelle Verkehrsverhalten üben die durch das soziale Umfeld (Familie, Freunde, Berufsumfeld) bedingten Randbedingungen aus, welche von Hägerstrand (1970) als *coupling constraints* bezeichnet wurden. Mit den in der Schweiz bisher üblichen Verkehrserhebungen an einem Stichtag (z.B. auch Mikrozensus Verkehrsverhalten) können weder diese Variabilität des Verkehrsverhaltens noch der Einfluss der *coupling constraints* erfasst werden. Zwar hat es in der Vergangenheit schon eine Längsschnitterhebung über 12-Wochen in der Schweiz mit entsprechenden Analysen gegeben (Schlich, Simma und Axhausen, 2003), doch wurde hierbei ausschliesslich der Freizeitverkehr betrachtet.

Wie die SVI-Vorstudie "aktivitätenorientierte Personenverkehrsmodelle" (Widmer und Axhausen, 2001) zeigte, bestehen Wissenslücken bezüglich der Stabilität und Variabilität des Verkehrsverhaltens und des Einflusses der *coupling constraints*, insbesondere im Hinblick auf die Behandlung von an Bedeutung gewinnenden Fragen des Verkehrssystemmanagements. Mit dem Forschungsprojekt zur Untersuchung der Stabilität des Verkehrsverhaltens sollte ein erster Beitrag zur Schliessung dieser Wissenslücken geleistet werden, indem mit einer über 6 Wochen dauernden Befragung eine Schweizer Datenbasis geschaffen wurde, welche die Grundlage bildet für die Beantwortung von Fragen wie, z.B.:

- Wie stabil, d.h. sich selbst ähnlich, ist das Verkehrsverhalten im Zeitraum von mehreren Wochen, welche wiederkehrenden Muster lassen sich identifizieren?
- Welche komplexen Abstimmungsmechanismen verteilen die Aufgaben und Aktivitäten im Haushalt?
- Wie wird durch die Interaktionen innerhalb des sozialen Bezugsnetzes die Verkehrsmittelwahl beeinflusst?

- Wie gross sind die alltäglichen Aktivitätenräume verschiedener Personengruppen?

Dabei konnte aufgebaut werden auf den Erkenntnissen und Erhebungswerkzeugen aus dem Projekt *Mobidrive* aus Deutschland (Zimmermann et al., 2001). In dessen Rahmen wurde eine 6-Wochenbefragung in den Städten Halle und Karlsruhe, jeweils Städte mit rund 270'000 Einwohnern, durchgeführt.

1.2 Ziele und Aufbau der Forschungsarbeit

Zusammengefasst hatte das Projekt vier wesentliche Ziele:

- Demonstration der Durchführbarkeit einer Verkehrsbefragung mit allen Wegezwecken über einen längeren Zeitraum durch eine eigene Befragung
- Schaffung einer Datenbasis für die Schweiz, die Vergleiche mit internationalen Datensätzen (z.B. *Mobidrive*) und nationalen Daten (vor allem Mikrozensus zum Verkehrsverhalten) erlaubt.
- Analyse der Stabilität des Verkehrsverhaltens und Vergleich mit anderen relevanten Datenquellen
- Entwicklung von Empfehlungen für die Praxis, insbesondere für die Segmentierung des Verkehrsmarktes bei der Verkehrsmittel- und Zielwahl.

Das Projekt hatte dabei zwei methodische Schwerpunkte: die Weiterentwicklung des Ansatzes für eine Langzeit-Befragung und die Analyse der gewonnenen Daten in Bezug auf die Stabilität und Variabilität des Verkehrsverhaltens.

Die Durchführung der Befragung selbst ist in Kapitel 2 beschrieben. Dort finden sich Angaben zu dem Vorgehen, dem Erhebungsraum, der Organisation der Befragung sowie den Erfahrungen. In Kapitel 3 werden die Datenaufbereitungsarbeiten dargestellt. Neben der reinen Plausibilitätskontrolle und Fehlerbeseitigung gehörten dazu die Geokodierung und Ermittlung der Routenalternativen zur Vorbereitung auf weitergehende Analysen. Ausserdem wird auf die Datenarchivierung eingegangen. Anschliessend werden in Kapitel 4 Analysen und Vergleiche zur Plausibilität vorgenommen. Im Einzelnen wird die Selektivität der Stichprobe analysiert, die erhobenen Daten mit dem Mikrozensus Verkehrsverhalten 2000 verglichen und die Ermüdung untersucht. Kapitel 5 widmet sich der deskriptiven Analyse der Daten. Darauf aufbauend werden in Kapitel 6 Fragen der Stabilität und Variabilität sowie der Aktivitätenräume der Befragten bearbeitet. Abschliessend wird in Kapitel 7 ein Fazit gezogen. Neben technischen Angaben und den verwendeten Fragebögen sowie Anschreiben befinden sich

ausserdem im letzten Teil des Anhangs vier IVT-Arbeitsberichte, die bisher aus der Arbeit mit den Thurgau-Daten hervor gegangen sind.

2 Feldbericht

2.1 Übersicht Vorgehen und Organisation

Die Erhebungen zur Studie erfolgten zwischen Juni und Dezember 2003. Der zeitliche Ablauf ist in der folgenden Abbildung 1 dargestellt.

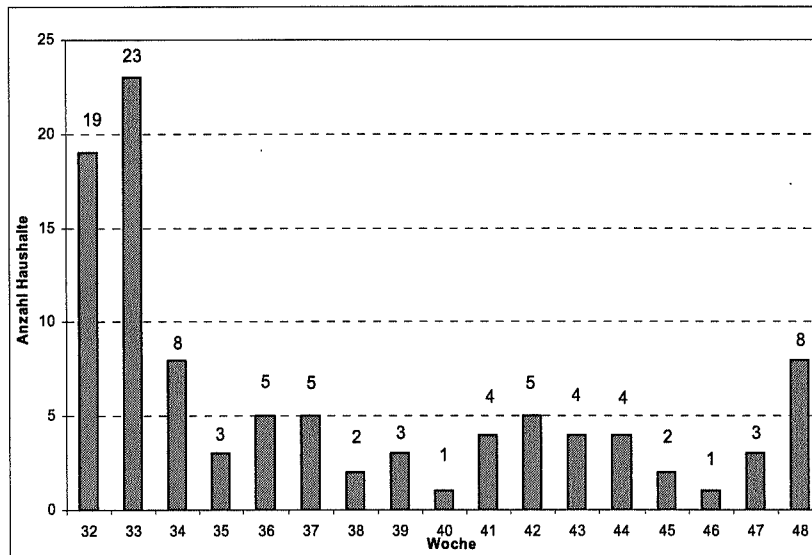
Abbildung 1 Zeitlicher Ablauf der Befragung

Termine	2003								2004			
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
Befragung												
Erarbeitung Fragebögen	■	◆										
Pre-Test mit 6 Haushalten		■										
Anpassungen Fragebögen			■									
Rekrutierung der Teilnehmer			■	■	■	■	■	■				
Hauptphase der Langzeitbefragung				■	■	■	■	■	■	■	■	■
Plausibilisierungen und Korrekturen								■	■	■	■	■

Vor der eigentlichen Befragung wurde ein Pretest mit 5 zufällig ausgewählten Haushalten mit insgesamt 11 Personen durchgeführt. Zusätzlich haben auch einzelne Mitglieder des Studienteams das Wegetagebuch geführt. Die dabei gemachten Erfahrungen sind ebenso wie verschiedene Anregungen aus der Begleitkommission in die definitiven Fragebögen eingeflossen.

Die anschließende Hauptbefragung verlief nicht nach einem vorgegebenen zeitlichen Raster, sondern kontinuierlich. Die zeitliche Abfolge der Teilnehmenden ergab sich in erster Linie aus dem Rekrutierungserfolg und den freien zeitlichen Kapazitäten des Befragungspersonals. Aus der folgenden Abbildung 2 ist ersichtlich, wann wie viele Haushalte mit dem Ausfüllen des Wegetagebuches begonnen haben.

Abbildung 2 Verlauf des Befragungsbeginns (Anzahl Haushalte pro Woche)



Die Befragung beinhaltete die folgenden Arbeitsschritte:

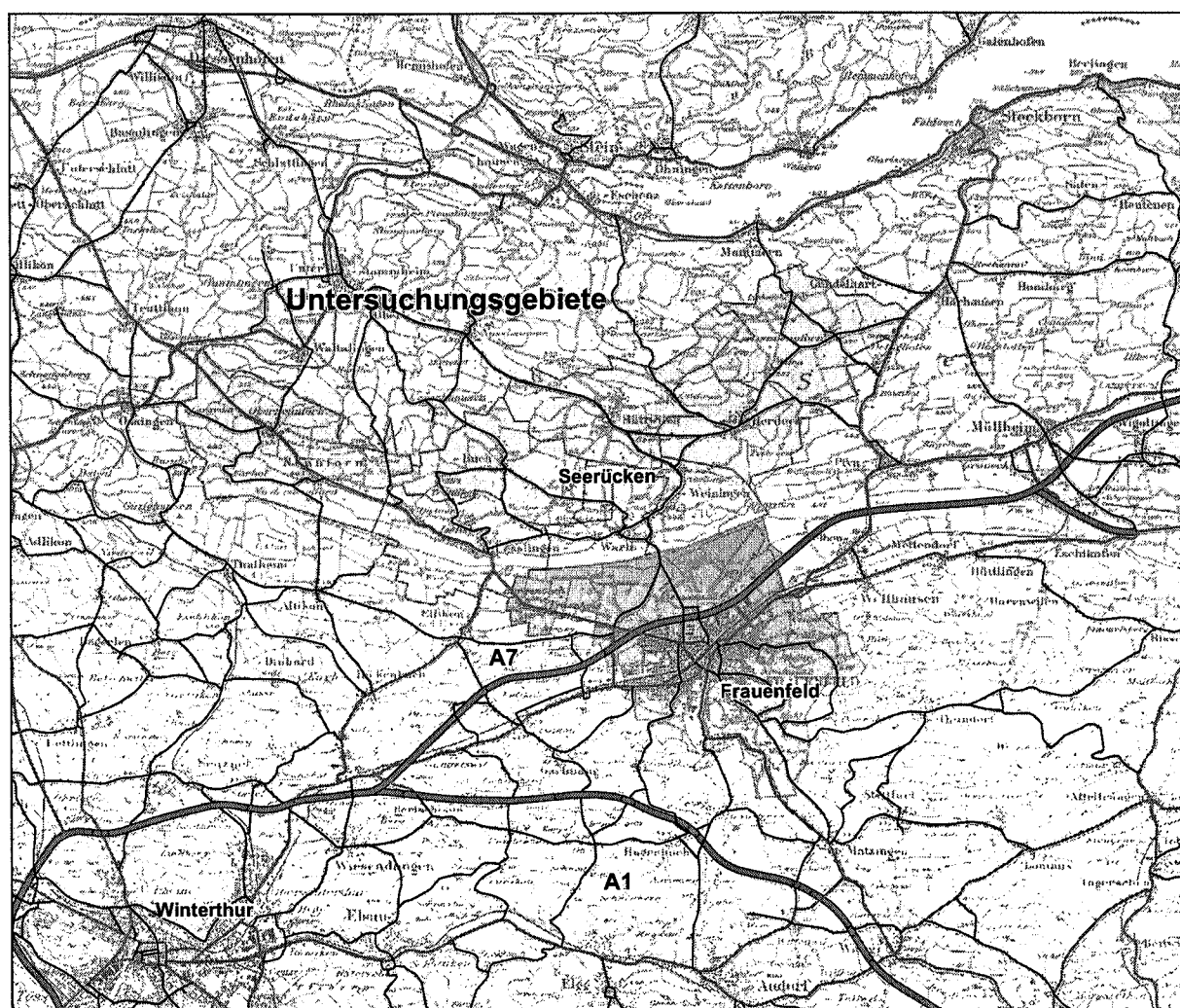
- Auswahl einer zufälligen Stichprobe aus dem Telefonbuch
- Ankündigungsbrief (siehe Anhang A, Teil 1)
- Telefonische Rekrutierung
- Persönliches Einführungsinterview, soziodemographische Fragen zu Haushalt (siehe Anhang A, Teil 3) und Personen (siehe Anhang A, Teil 4).
- Führen des Wegetagebuchs (siehe Anhang A, Teil 5) während 6 Wochen

2.2 Erhebungsraum

Gemäss Befragungskonzept sollten die Teilnehmenden je zur Hälfte in einem kleinstädtischen oder ländlichen Raum rekrutiert werden.

Hierfür wurde die Stadt Frauenfeld und das als "Seerücken" bezeichnete Gebiet zwischen Thur und Bodensee/Rhein, in dem sich mehrere kleinere Gemeinden befinden, welche sich wiederum aus verschiedenen Dörfern zusammensetzen, gewählt. Die beiden Erhebungsräume sind in der folgenden Abbildung 3 ersichtlich.

Abbildung 3 Erhebungsräume für die Rekrutierung der Teilnehmenden



2.3 Rekrutierung

Die Rekrutierung der Teilnehmenden erfolgte durch das gleiche Personal, welches dann auch für das Einführungsinterview und die Begleitung der Teilnehmenden verantwortlich war. Die Ermittlung der Stichproben in den beiden Erhebungsräumen erfolgte mittels zufälliger Ziehung aus einer Telefon-CD der Festnetzanschlüsse.

Den ausgewählten Haushalten - zeitlich aufgeteilt in Tranchen zu 100 oder 200 - wurde zuerst ein Ankündigungsbrief (siehe Anhang A, Teil 1) zugesandt, der Informationen über das Forschungsprojekt enthielt und auf die kommende telefonische Kontaktaufnahme hinwies. Direkt anschliessend wurde versucht, die in Frage kommenden Personen telefonisch zu kontaktieren. In der Regel wurden bis zu 5 Kontaktversuche innerhalb von 1 - 2 Wochen unternommen.

Als kleinen Anreiz wurde den Teilnehmenden der Langzeitbefragung - gestaffelt nach Grösse des Haushalts - die Zahlung folgender Beträge zugesichert:

- Einpersonenhaushalt Fr. 80.--
- Paarhaushalt Fr. 120.--
- Familienhaushalt Fr. 150.--

Bei der Zusage zur Teilnahme wurde ein Termin für das Einführungsinterview abgemacht. Im Falle einer Absage wurden die Personen gebeten, einige wenige Fragen zum Haushalt und den darin wohnenden Personen zu beantworten (siehe Anhang A, Teil 2), um einen soziodemographischen Vergleich der Teilnehmenden mit den Nicht-Teilnehmenden zu ermöglichen.

2.4 Einführungsinterview

Das Einführungsinterview erfolgte möglichst schnell nach der telefonischen Zusage, um ein "Abspringen" zu verhindern. Es beinhaltete:

- Ausfüllen des Haushaltsfragebogens (siehe Anhang A, Teil 3)
- Ausfüllen der Personenfragebogen (siehe Anhang A, Teil 4)
- Einführung ins Wegetagebuch (siehe Anhang A, Teil 5)

Die Interviews fanden meist bei den Befragten zu Hause statt und dauerten je nach Grösse des Haushalts zwischen einer halben und eineinhalb Stunden. Besonders Wert wurde auf die Erklärungen zum Wegetagebuch gelegt, um eine möglichst gute Qualität der Wegetagebücher zu erzielen. Ebenso wichtig war der Aufbau einer persönlichen Beziehung zwischen den Teilnehmenden und dem Interviewer.

2.5 Organisation Wegetagebuch-Befragung

Die Teilnehmenden wurden angewiesen, möglichst täglich das Wegetagebuch nachzuführen. Sie erhielten wöchentlich ein neues Wegetagebuch (jeweils für eine Woche) mit einem frankierten Rückantwortcouvert zugeschickt, das nach Ablauf der jeweiligen Woche zurückgeschickt werden sollte. Während den 6 Wochen wurden die Teilnehmenden intensiv betreut, mit wenigen Ausnahmen von Anfang bis Ende von der gleichen Person. Die Aufgaben des Befragungspersonals waren:

- Ständiger Ansprechpartner für die Teilnehmenden bei Fragen
- Kontrolle Eintreffen der Wegetagebücher und der Vollständigkeit
- Sofortige Erfassung der Angaben in einer Datenbank (Access)
- Einfache Überprüfung der Plausibilität der Angaben
- Telefonische Rückfragen beim den Teilnehmenden im Falle fehlender Angaben und Unklarheiten inkl. zusätzlicher Erklärungen
- Motivation der Teilnehmenden durch regelmässigen telefonischen Kontakt (nach Bedarf)

Mit dem letzten oder vorletzten Wegetagebuch wurde den Teilnehmenden ein Formular (Anhang A, Teil 7) beigelegt, mit welchem Sie ihre Bankverbindung für die Bezahlung des vorher zugesicherten Betrages angeben konnten. Der Zeitpunkt wurde bewusst vor Ablauf der Befragung gewählt, um die Motivation bis zum Schluss aufrecht zu halten. Das Geld wurde dann nach Abschluss der Langzeitbefragung ausbezahlt.

2.6 Erfahrungen der Befragung

2.6.1 Teilnahme

Die abschliessende Statistik der Befragung sieht folgendermassen aus:

Tabelle 1 Gesamtstatistik zur Teilnahme an der Befragung¹

	Frauenfeld		Seerücken		Total	
Telefonnummer ungültig	24	5.5%	25	3.9%	49	4.5%
Telefonisch nicht erreicht ¹	60	13.9%	112	17.3%	172	15.9%
Von sich aus abgesagt ²	32	7.4%	45	6.9%	77	7.1%
Absage am Telefon	139	32.1%	204	31.5%	343	31.7%
Nicht in Grundgesamtheit ³	22	5.1%	37	5.7%	59	5.5%
Quote schon erreicht	17	3.9%	44	6.8%	61	5.6%
Nicht kontaktiert ⁴	82	18.9%	124	19.1%	206	19.1%
Absage nach Einführungsinterview	5	1.2%	4	0.6%	9	0.8%
Abbruch während Befragung	4	0.9%	2	0.3%	6	0.6%
Teilnehmende	48	11.1%	51	7.9%	99	9.2%
Ankündigungsbriefe verschickt	433	100.0%	648	100.0%	1082	100.0%

¹ Diese Haushalte wurden in der Regel bei 5 Kontaktversuchen – tagsüber und abends – nicht erreicht. Danach wurden keine weiteren Versuche unternommen.

² Im Ankündigungsbrief wurde die Nummer einer Hotline angegeben, wo sich die Angeschriebenen melden konnten, wenn sie nicht teilnehmen wollten.

³ Dies sind Haushalte, welche keiner der 3 ausgewählten Haushaltsstrukturen zugehörten.

⁴ Diese Haushalte haben einen Ankündigungsbrief erhalten, wurden aber nicht mehr kontaktiert, weil anfangs viele Haushalte zugesagt haben und dann zu einem späteren Zeitpunkt das Versenden des Ankündigungsbriefes bereits zu weit zurücklag.

Von den 540 erreichten Haushalten, die entweder abgesagt oder nicht in die vorgegebene Auswahl gepasst haben, waren 212 bereit, den Zusatzfragebogen (Anhang A, Teil 2) auszufüllen.

Die Zahl der angestrebten Teilnehmenden musste im Verlaufe der Befragung von 150 Haushalten nach unten korrigiert werden, da der Aufwand für die Rekrutierung und die Betreuung

der Teilnehmenden mehr Zeit als geplant in Anspruch nahm. Insbesondere die Eingaben der Wegetagebücher und die Rückfragen bei den Teilnehmenden erforderte viel Zeit.

2.6.2 Rekrutierung

Wesentliche Erfahrungen bei der Rekrutierung waren:

- Das Verschicken des Ankündigungsbriefes hat sich bewährt. Die kontaktierten Personen waren dadurch auf die Anfrage vorbereitet. Die Mehrheit der Erreichten war entsprechend freundlich und bereit, sich das Anliegen anzuhören.
- Je mehr Zeit zwischen dem Versand der Ankündigungsbriefe und dem ersten telefonischen Kontakt verging, desto geringer war die Chance auf das Mitmachen der kontaktierten Person.
- Die Höhe der Anreizzahlung scheint gut gewählt worden zu sein. Es gab weder Stimmen, die sie als zu gering bezeichneten, noch erhielt man den Eindruck, einzelne Teilnehmenden würden nur aufgrund der Bezahlung mitmachen.
- Mit zunehmender Dauer der Rekrutierung und nach dem Erreichen einzelner Quoten wurde die Rekrutierung der fehlenden Teilnehmenden immer aufwändiger. Dies betraf insbesondere die Einpersonen- und Familienhaushalte im ländlichen Raum.
- Viele Haushalte passten nicht in eine der von uns gewählten Haushaltstrukturen, wie z.B. Eltern Kindern < 10 Jahre, allein erziehende Eltern, Wohngemeinschaften. Insbesondere die strikte Definition des Familienhaushalts - alle Mitglieder des Haushalts müssen bei der Befragung mitmachen, Kinder müssen älter als 10 Jahre sein - erschwerte die Rekrutierung erheblich.
- Besonders schwierig war es, junge Ein- oder Paarhaushalte telefonisch zu erreichen.

2.6.3 Einführungsinterview

Die Interviews verliefen in der Regel problemlos. Die Teilnehmenden waren mehrheitlich bereit, alle gestellten Fragen zu beantworten.

Die Gründe für die Absage der Teilnahme an der Langzeitbefragung nach/beim Interview (8 Haushalte) waren:

- Zu grosser Aufwand

- Fragen sind zu persönlich
- Fragebogen wurden nicht verstanden

2.6.4 Wegetagebuch

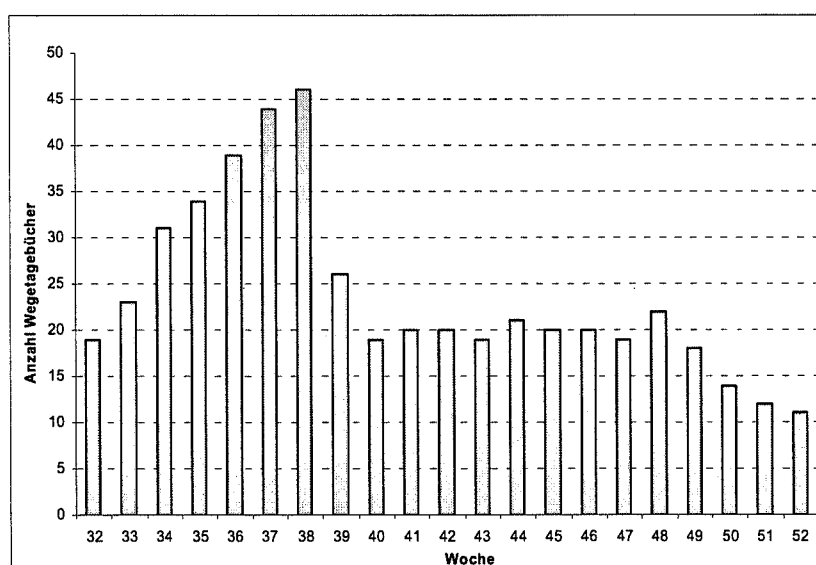
6 Haushalte haben 1 - 3 Wochen nach Beginn der Langzeitbefragung das Ausfüllen der Wegetagebücher abgebrochen. Als Gründe wurden angegeben:

- Zeitaufwand unterschätzt
- Veränderte Situation im persönlichen Umfeld (z.B. Unfall eines Verwandten)

Der Zeitbedarf für das Ausfüllen des Tagebuches lag je nach Anzahl der zurückgelegten Wege bei 2 - 10 Minuten pro Tag.

Die Wegetagebücher wurden gewissenhaft und mehrheitlich vollständig ausgefüllt. Eine Minderheit der Personen war nicht bereit, bei allen Wegen die genaue Zieladresse anzugeben. Zu Beginn gab es oft Unklarheiten darüber, was als einzelner Weg anzugeben ist. Teilweise waren die Angaben des Zeitbedarfs vor allem bei Wegen mit verschiedenen Verkehrsmitteln ungenau, d.h. die Differenz zwischen Start- und Endzeit stimmte nicht mit dem Zeitbedarf der einzelnen Wegetappen überein.

Abbildung 4 Verlauf der Wegetagebüchereingänge



2.7 Teilnehmendenstatistik

Insgesamt haben 99 Haushalte bzw. 230 Personen die Langzeitbefragung abgeschlossen, d.h. über mindestens 4 Wochen berichtet. Die teilnehmenden Haushalte lassen sich wie folgt in den einzelnen Gruppen zuteilen:

Tabelle 2 Anzahl teilnehmende Haushalte nach Haushaltsstruktur und Untersuchungsraum

Haushaltsstruktur	Raum		
	Frauenfeld	Seerücken	Total
Einpersonenhaushalt	18	15	33
Paarhaushalt	19	16	35
Familienhaushalt	11	20	31
Total	48	51	99

Beim Kriterium Pendler wurde nicht auf die Erreichung einer Quote geachtet. Die Statistik der Teilnehmenden zeigt folgendes Bild:

Tabelle 3 Anzahl Pendler- und Nicht-Pendler – Haushalte nach Untersuchungsraum

	Raum		
	Frauenfeld	Seerücken	Total
Pendler	21	39	60
Nicht-Pendler	27	12	39
Total	48	51	99

Genauso auffallend wie logisch ist der Unterschied des Pendleranteils zwischen dem ländlichen Raum und der Stadt Frauenfeld.

3 Datenaufbereitungen

3.1 Plausibilitätskontrolle und Fehlerbeseitigung

Nach Abschluss der Befragung wurden die Daten bereinigt. Einerseits wurde die Plausibilität der Daten überprüft, andererseits mussten Angaben präzisiert werden.

Die Zahl der erkennbaren Fehler kann als gering bezeichnet werden. Der grösste Aufwand betraf die Bereinigung der Zieladressen und der Wegzeiten (s. Kap.2.6.4).

Zieladressen

Um den Aufwand für die Teilnehmenden möglichst gering zu halten, konnten diese anstelle der exakten Zieladresse (Strasse und Hausnummer) den Namen der Lokalität, wie z.B. Restaurant "Ochsen" oder Coiffeur "Y", angeben. Die genauen Adressen mussten nachträglich einzeln mit Hilfe der Telefon-CD ermittelt werden, weil dies nicht automatisiert werden konnte. Bei Zielen ausserhalb des Thurgaus ist die Angabe der Ortschaft für die weiteren Untersuchungen ausreichend genau, so dass dort auf die Präzisierungen verzichtet werden konnte.

Differenzen bei Wegzeiten

Bei einer Vielzahl der Wegangaben besteht eine Differenz zwischen der von den Teilnehmenden angegebenen Ankunftszeit und der aus der Startzeit und den einzelnen Wegabschnittszeiten berechneten theoretischen Ankunftszeit. Es wird unterschieden zwischen den Fällen, bei denen die angegebene Ankunftszeit kleiner war als die aus Startzeit und Wegezeiten errechnete Ankunftszeit sowie den Fällen, wo die angegebene Ankunftszeit grösser ist als die aus Startzeit und Wegzeiten berechnete Ankunftszeit.

Im ersten Fall wurden alle Wege mit einer Differenz von mehr als 10 Minuten nochmals überprüft. Dabei wurde kontrolliert, ob die Eingaben mit den Angaben der Wegetagebücher übereinstimmen. Eingabefehler wurden korrigiert. Bei offensichtlichen Fehlberechnungen der Teilnehmenden (z.B. Differenz von einer Stunde) wurde eine Korrektur vorgenommen. In den meisten Fällen wurde die Ankunftszeit, unter Berücksichtigung der Weglänge und der

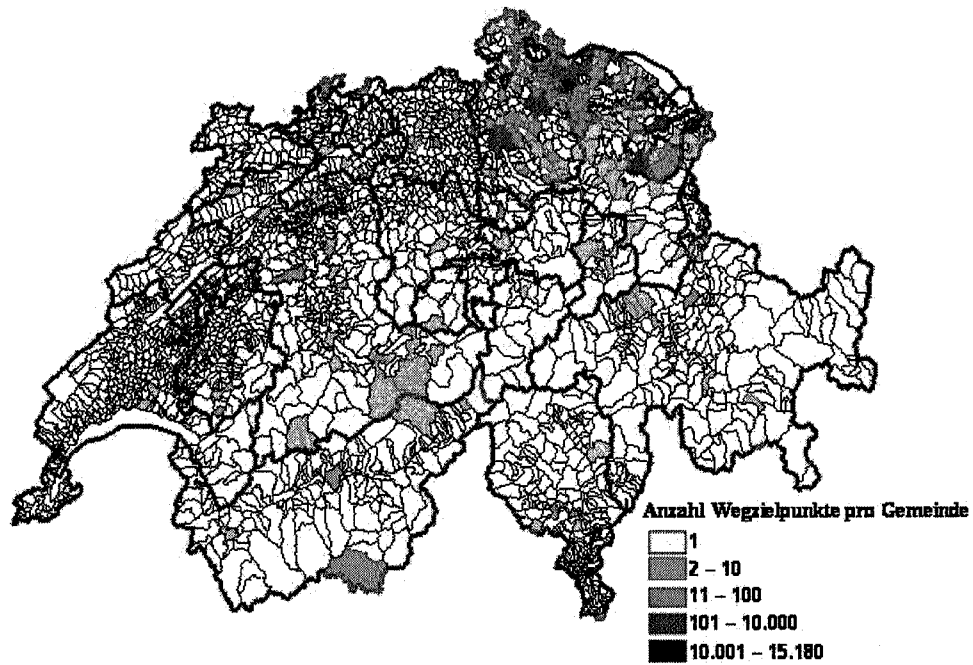
Startzeit des nächsten Weges, angepasst. Bei den restlichen Fällen konnte im Nachhinein nicht mehr eruiert werden, auf was die Differenz bei den Angaben im Wegetagebuch zurückzuführen ist. Dementsprechend wurden dort keine Änderungen an den Eingaben vorgenommen.

Der zweite Fall kam wesentlich häufiger vor. Grössere Differenzen wurden mehrheitlich bei Fahrten mit den öffentlichen Verkehrsmitteln oder bei Wegen mit mehreren Verkehrsmitteln festgestellt. In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass die Teilnehmenden die jeweiligen Abschnittszeiten weniger genau kannten oder dass die Wartezeiten zwischen den Wegetappen nirgends eingerechnet wurden. Ob eine Bereinigung des Fehlers, wie im ersten Fall beschrieben, vorgenommen wurde, war von verschiedenen Faktoren (Grösse der Zeitdifferenz, Art und Anzahl der Wegetappen sowie Länge des Weges) abhängig.

3.2 Geokodierung

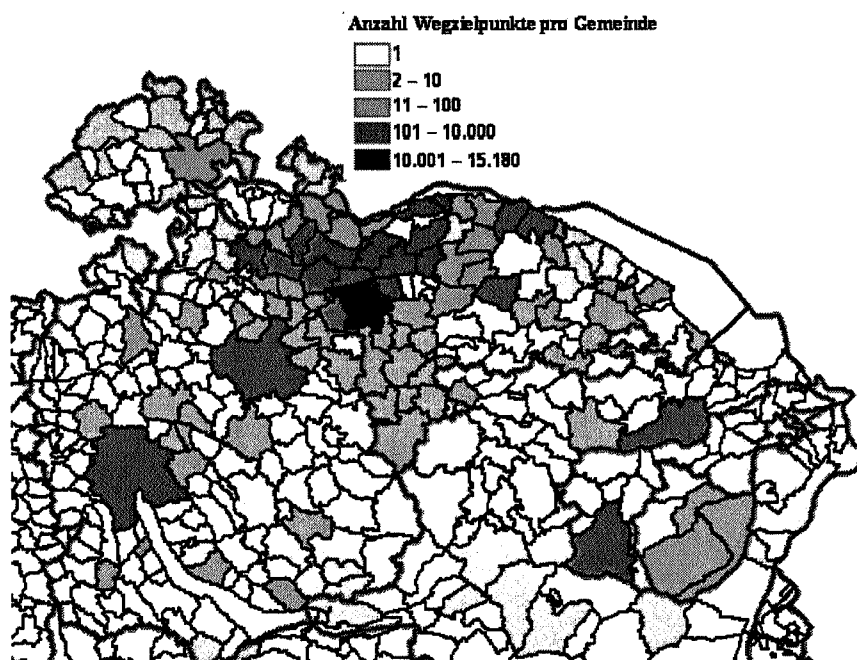
Für jeden Weg wurde von den Befragten im Wegeprotokoll die genaue Adresse des Wegzieles angegeben mit Strasse, Hausnummer, Postleitzahl und Ortsnamen. Dies ermöglichte die Geokodierung der angegebenen Wegezieladressen. Darunter ist hier die Zuweisung der Landeskoordinaten der Schweiz für jeden Zielpunkt zu verstehen. Die 36'783 Wege konzentrieren sich auf die Heimat der Befragten im Thurgau und angrenzende Gebiete in der Schweiz und Deutschland, doch wurden auch Wege nach Frankreich, Österreich und Slowenien unternommen.

Abbildung 5 Anzahl der Wegzielpunkte pro Gemeinde¹



¹ für Gemeinden innerhalb der Schweiz

Abbildung 6 Anzahl der Wegzielpunkte pro Gemeinde, Ausschnitt Nord-Ost-Schweiz



Die Menge der geokodierten Ziele reduziert sich durch Mehrfachnennungen von 36'783 auf 4'849, doch wird in der folgenden Tabelle 4 von der Gesamtanzahl ausgegangen.

Tabelle 4 Schlussbilanz der Geokodierung nach Unsicherheit¹

Klasse	Wege im			Alle	
	Thurgau	Schweiz	Ausland	Anzahl	Anteil
Wege	31180	5325	316	36824	100 %
Unsicherheit kleiner 100 m	80.0%	62%	54%	28382	77.1%
Unsicherheit kleiner 500 m	96.8%	85%	54%	34900	94.8%
Georeferenziert	99.3%	98%	94%	36504	99.1%
Nicht georeferenziert	0.7%	2%	6%	321	0.9%

¹ Beinhaltet Wege einer Person, die die Befragung nach wenigen Tagen abgebrochen hat.

Für weitere Informationen zur Geokodierung, insbesondere der Methode und der detaillierten Resultate sowie Analysen zur Genauigkeit der Geokodierung siehe Anhang E bzw. Machgut und Löchl (2004) sowie Chalasani, Engebretsen, Denstadli und Axhausen (2004).

3.3 Routenalternativenberechnungen

Auf Basis der geokodierten Start- und Zielpunkte aller Wege wurden am IVT mit Hilfe eines GIS (MapInfo) die Verkehrsmittel- und Routenalternativen berechnet, wobei im Fall des ÖV auch die Zu- und Abgangswege von den Haltestellen berechnet wurden. Im Kanton Thurgau besteht ausserdem ein Rufbussystem. Es wurden diejenigen Wege herausgefiltert, welche die Befragten mit dem Rufbus hätten zurücklegen können. Weiter wurden Distanz und Zeitdauer möglicher Awege bestimmt. Für jeden der komplett geokodierten Wege aus der Erhebung wurden maximal 25 alternative ÖV-Verbindungen, zwei Verbindungen mit dem Auto (zeit-schnellste und wegekürzeste) sowie eine Rufbus-Verbindung ermittelt.

Für die ÖV-Alternativen wurden zunächst die jeweils fünf nächstgelegenen Haltestellen des öffentlichen Verkehrs bestimmt. Zwischen diesen Haltestellen wurden in automatisierten Fahrplanabfragen die Verbindungen berechnet. Dabei wurden auf die im Fahrplanauskunftssystem HAFAS des Zürcher Verkehrsverbundes enthaltenen Daten zurückgegriffen. Der

Fahrplanoutput wurde dann mit einem Java-Programm den ursprünglichen Wegen zugeordnet. Wie bereits erwähnt wurde das im Kanton Thurgau vorhandene Rufbus-Netz (PubliCar) ebenfalls berücksichtigt. Zuerst wurden dafür die Wege ausgewählt, für welche der Rufbus als Alternative in Frage kommt. Ebenfalls beachtet wurden die Zonen in denen der Rufbus nur von oder zu bestimmten Haltestellen verkehrt. Die verschiedenen Alternativen wurden untereinander verglichen (Details in Machguth, Löchl und Bürgle, 2004, bzw. Anhang E). Insgesamt wurden für den ÖV 412'204 Verbindungen berechnet.

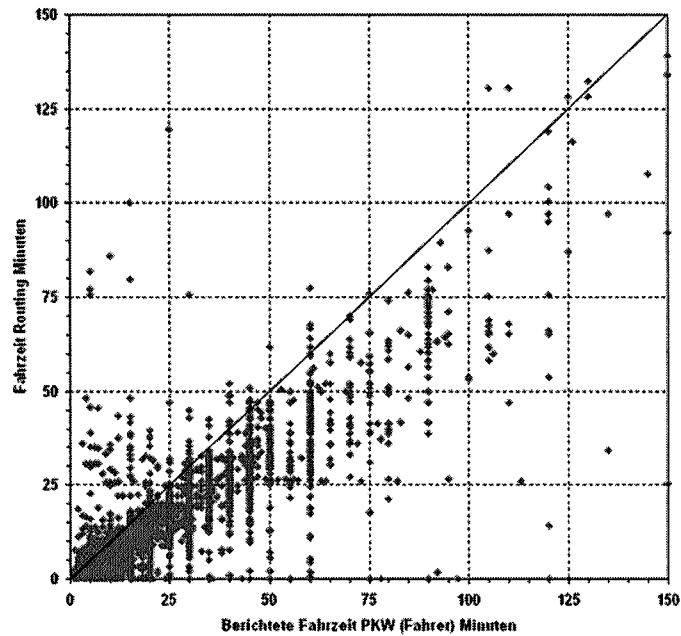
Für den Autoverkehr wurden im GIS mit Hilfe eines Routing-Programmes (RouteView²) die zeitschnellste sowie die streckenkürzeste Autoverbindung berechnet.

Von den insgesamt 36'783 Wegen in den Thurgau-Daten konnten 321 Wege nicht vollständig georeferenziert werden. Doch nur vollständig georeferenzierte Wege können zur Routenalternativenberechnung verwendet werden. Darüber hinaus konnten für 507 Wege, die teilweise oder vollständig im Ausland verlaufen sowie für 1'609 Wege mit identischem Start- und Zielpunkte keine Routenalternativen ermittelt werden.

Um mögliche Unterschiede zwischen der berechneten Fahrzeit und der berichteten Fahrzeit einschätzen zu können, sind in Abbildung 7 und Abbildung 8 diese Werte gegenübergestellt. Diese Analyse wurde beim Routing sowohl für den zeitschnellsten als auch den distanzkürzesten Weg vorgenommen.

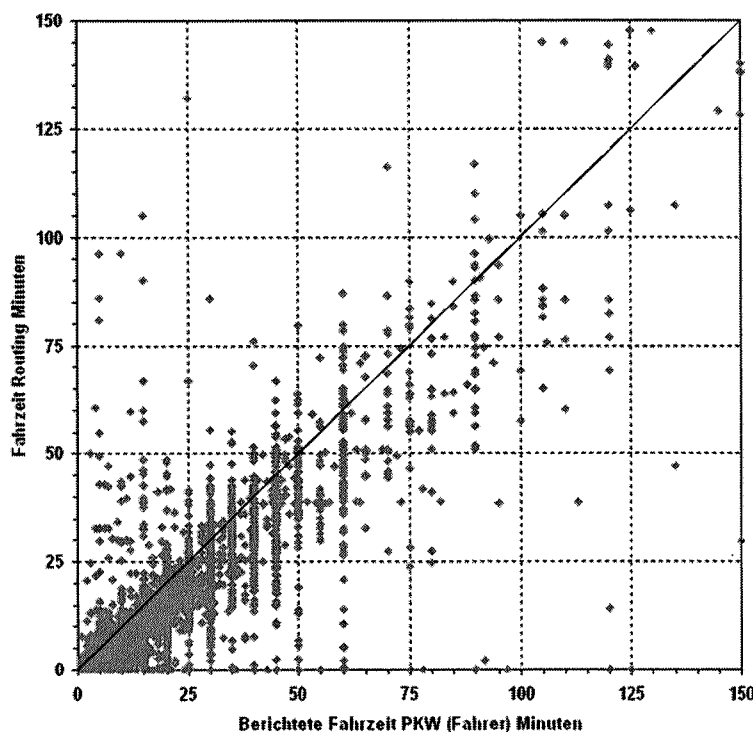
² Das Programm RouteView wurde entwickelt von Infotech Enterprises, siehe auch www.routeviewpro.com

Abbildung 7 Gegenüberstellung der Fahrzeit (zeitschnellster Weg) gemäss Routing und der berichteten Fahrzeit PW (Fahrer) gemäss Umfrage



Dargestellt sind 14'389 Einträge mit Fahrzeiten < 150 Min. (insgesamt 14'415 Einträge)
Regression: $y = 0.5675x + 1.2294$; $R^2 = 0.6487$

Abbildung 8 Gegenüberstellung der Fahrzeit (distanzkürzester Weg) gemäss Routing und der berichteten Fahrzeit PW (Fahrer) gemäss Umfrage



Dargestellt sind 14388 Einträge mit Fahrzeiten < 150 Min. (insgesamt 14415 Einträge).
Regression: $y = 0.6904x + 0.6786$; $R^2 = 0.6622$

Aus den Abbildung 7 und Abbildung 8 ist ersichtlich, dass die Reisezeit durch das automatische Routing tendenziell unterschätzt wird bzw. die Geschwindigkeiten als leicht zu hoch angenommen wurden. Eine lineare Regression zeigt sowohl für den schnellsten als auch für den kürzesten Weg ein ähnliches R^2 von ca. 0.65. Die resultierenden Regressionsgeraden deuten vor allem für die zeitschnellsten Wege darauf hin, dass die berichtete Fahrzeit durch das Routing mit gewählten Geschwindigkeiten unterschätzt wird. Diese Einschätzung wird gestärkt durch neuerliche Erkenntnisse aus einem anderen Projekt, indem niedrigere Geschwindigkeiten für die Strassen im Kanton Zürich ermittelt wurden (Hackney, Oblozinska und Axhausen, 2004). Für die streckenkürzesten Wege liegt die Regressionsgerade näher bei $y = x$. Bei den deskriptiven Analysen, bei denen Reisezeiten verwendet wurden, ist daher auf die von den Befragten angegebenen Reisezeiten zurückgegriffen worden.

Für weitere Informationen zu den Methoden der Routenalternativenberechnungen sowie weitere Analyseergebnisse siehe Anhang E bzw. Machgut, Löchl und Bürgle (2004).

3.4 Datenarchivierung

Die Daten aus der Thurgau-Erhebung sind nach dem NESSTAR-Standard (Networked Social Science Tools and Resources) aufbereitet worden. Dieser Standard beschreibt ein Format zur öffentlichen Bereitstellung empirischer Datenbestände und Metadaten im Internet. Die Daten sind dazu im ETHTDA (Eidgenössische Technische Hochschule Travel Data Archive) archiviert worden. Dies ist eine virtuelle Plattform für Verkehrsdaten, die am Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme seit Mai 2002 unterhalten wird. ETHTDA erlaubt dem Nutzer über das Internet mit einem Browser Angaben zu der Erhebungsdurchführung sowie die archivierten Daten zu betrachten und einfache statistische Analysen durchzuführen. ETHTDA ist eine der ersten Archive von Verkehrsdaten, das die Data Documentation Initiative (DDI) Standards einhält. Interessenten können von dort die Daten auch downloaden, wenn Sie vorher beim IVT ein Password bestellen. Technische Details sind im Anhang B beschrieben.

4 Plausibilitätsüberlegungen

4.1 Analyse der Selektivität

Bei Befragungen im Allgemeinen, insbesondere Befragungen mit niedrigen Rücklaufquoten mit oder ohne Anreizzahlungen ist es notwendig, die Selektivität der Stichprobe zu überprüfen; d.h. zu klären, ob bestimmte Gruppen der Bevölkerung über- oder untervertreten sind. Die Kehrwerte dieser Auswahlwahrscheinlichkeiten können dann auch als Gewichte verwendet werden.

Im Rahmen des Rekrutierungsgesprächs wurden diejenigen, die nicht an der Befragung teilnehmen wollten, gebeten eine Reihe von Fragen zum Haushalt zu beantworten (siehe Anhang A, Teil 2). Diese Fragen waren ausgewählt worden, um den Haushalt und seine verkehrliche Situation ansatzweise zu beschreiben. Insgesamt beantworteten 212 Personen für ihren Haushalt diese Fragen. Von diesen 212 mussten 49 aus der Analyse entfernt werden, da diese Haushalte nicht den Anforderungen der Quotierung entsprachen.

Die Entscheidung, ob ein Haushalt an der Befragung teilnimmt, wurde dann mit Hilfe eines binären Logit-Modells analysiert (SPSS 12.0) und damit identifiziert, welche Variablen mit einer höheren oder tieferen Wahrscheinlichkeit der Teilnahme verknüpft sind (Siehe Tabelle 5). Das Modell erklärt die Entscheidungen insgesamt sehr gut. Haushalte mit hohem Einkommen, mehr Beschäftigten und mehr Zeitkarten nehmen eher teil, als grosse Haushalte mit vielen Fahrausweisbesitzern. Dieses Muster ist konsistent mit den Erfahrungen in anderen Schweizer Befragungen (z.B. Axhausen, König, Abay, Bates und Bierlaire, 2004; König, 2004), während in der *Mobidrive* Befragung nur in Halle Autobesitzer überproportional vertreten waren. Dieses Muster der Selektivität kann durch Umgewichtung korrigiert werden, falls Ergebnisse benötigt werden, die für den Thurgau repräsentativ sind.

Tabelle 5 Ergebnisse der Selektivitätsanalyse: Binäres Logit-Modell

Haushaltsvariable	Parameter	Signifikanzniveau
Bruttoeinkommen[k SFr]	0.22	0.00
Anzahl der Abonnemente	0.82	0.00
Anzahl der Führerscheinbesitzer	-1.99	0.00
Anzahl der Beschäftigten	1.20	0.00
Anzahl der Haushaltsmitglieder	-0.35	0.05
Konstante	-1.57	0.00
N	262	
ρ^2	0.44	

4.2 Vergleich mit Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten

Die Analysen zur Selektivität haben gezeigt, dass einige Charakteristika der Haushalte die Teilnahme signifikant beeinflusst haben. Um die erhobenen Thurgau-Daten sinnvoll mit den repräsentativen Daten aus dem Mikrozensus Verkehrsverhalten zu vergleichen, musste eine Gewichtung vorgenommen werden. Die erhobenen Daten wurden auf der Personenebene gewichtet anhand der Variablen Haushaltseinkommen, Grösse des Haushalts und Führerscheinbesitz. Diese Personenbezogene Gewichtung wurde ebenfalls für die Wegebene übernommen, dort aber normiert. Die Gewichtungsfaktoren sowie die zugrunde liegenden Fallzahlen können dem Anhang C entnommen werden.

Zwischen der vorliegenden Längsschnitterhebung und dem Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten gibt es einige Unterschiede. Zunächst ist der Mikrozensus Verkehrsverhalten im Gegensatz zur Längsschnitterhebung eine repräsentative Eintagesbefragung (Bundesamt für Raumentwicklung, Bundesamt für Statistik 2001). Des Weiteren liegen im Thurgau-Datensatz Wegeprotokolle für Personen ab 10 Jahre vor, im Mikrozensus zum Verkehrsverhalten wurden hingegen Personen ab 6 Jahre befragt. Die Kinder unter 10 Jahren im Mikrozensus zum Verkehrsverhalten wurden daher für die Vergleiche nicht berücksichtigt. Ausserdem gibt es Unterschiede bei der Befragung von Autoverfügbarkeit und dem Besitz von ÖV-Abonnements sowie den sonstigen Vergünstigungen für den ÖV, wahrscheinlich vor allem wegen des hohen Anteils Befragter aus dem ländlichen Seerücken. Diese Unterschiede konn-

ten für die Vergleiche nicht angepasst werden, sie sind bei den entsprechenden Analysen in Kapitel 4 und 5 gekennzeichnet.

Die folgende Tabelle 6 zeigt die Anteile der Befragten nach Geschlecht, Alter und PW-Besitz. Dabei wurden die Daten aus der Erhebung ungewichtet (TG03) und gewichtet (TG03G) mit den entsprechenden Daten aus dem Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten für die gesamte Schweiz (CH00) sowie den Daten der Bewohner des Thurgaus (TG00) gegenüber gestellt. Diese Notation wird auch in den folgenden Tabellen verwendet. Im Mikrozensus Verkehrsverhalten sind insgesamt 29'407 Personen enthalten, davon 371 Thurgauer Bürger.

Tabelle 6 Anteil der Befragten nach Geschlecht und Alter (in %)

Alter	Männlich			Weiblich				Alle				
	TG03	TG03G	CH00	TG00	TG03	TG03G	CH00	TG00	TG03	TG03G	CH00	TG00
0-17	22.2	13.6	16.1	18.5	25.7	15.7	14.3	15.7	23.9	14.6	15.2	17.2
18-39	15.4	14.5	33.3	34.6	21.2	20.8	31.7	29.8	18.3	17.6	32.4	32.2
40-59	47.9	46.8	31.7	28.1	40.7	36.0	29.7	31.6	44.3	41.6	30.6	29.8
≥60	14.5	25.1	19.0	18.8	12.4	27.5	24.4	22.9	13.5	26.2	21.8	20.8
alle	50.9	51.7	48.6	51.6	49.1	48.3	51.4	48.4				

TG03 = Thurgau 2003; TG03G = Thurgau 2003 gewichtet, CH00 = Schweizer Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten; TG00 = Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten, Teilauswahl der Befragten mit Wohnsitz im Kanton Thurgau

Im Vergleich der Befragungen zeigt sich, dass im erhobenen Thurgau-Datensatz anteilmässig Personen mittleren Alters zwischen 40 bis unter 60 Jahren deutlich, Senioren ab 60 Jahren leicht überrepräsentiert sind im Vergleich zum Thurgau-Ausschnitt des Mikrozensus zum Verkehrsverhalten. Gleichzeitig sind junge Erwachsene unterrepräsentiert. Dies gilt für den ungewichteten wie auch den gewichteten Datensatz. Die anteilmässige Verteilung zwischen den Geschlechtern stimmt hingegen fast exakt überein.

Personen mit höheren Einkommen sind in der Längsschnitterhebung deutlich überrepräsentiert, wie aus Tabelle 7 zu entnehmen ist. Diese Überrepräsentativität wird durch die Gewichtung

zum Teil ausgeglichen. Die resultierenden Anteile weichen dennoch von den im Thurgau befragten Teilnehmenden im Mikrozensus zum Verkehrsverhalten ab, da noch andere Variablen bei der Gewichtung berücksichtigt werden.

Tabelle 7 Bruttohaushaltseinkommen der befragten Personen [%]

Bruttohaushaltseinkommen	TG03	TG03G	CH00	TG00
< 2000 CHF	0.5	0.9	3.9	1.8
2001 - 4000 CHF	6.1	26.2	19.0	15.4
4001 - 10000 CHF	59.9	60.9	62.0	51.7
> 10000 CHF	33.5	12.0	15.1	9.8

Tabelle 8 Mobilitätswerkzeugbesitz der befragten Personen

				TG03	TG03G	CH00	TG00
PW ¹	GA	ÖV-Abo ²	Halbtax				
Nein	Nein	Nein	Nein	9.6	3.0	9.5	9.8
			Ja	10.4	11.7	0.7	0.0
		Ja	Nein	1.3	0.4	3.1	1.0
			Ja	1.3	0.4	0.3	0.2
	Ja	Nein	Nein	8.7	10.0	0.0	0.0
Ja	Nein	Nein	Nein	7.8	7.8	44.6	51.5
			Ja	27.0	27.8	2.2	0.8
		Ja	Nein	0.0	0.0	3.3	1.2
			Ja	0.0	0.0	0.3	0.0
	Ja	Nein	Nein	5.7	6.1	0.0	0.0
Mit PW [%]				54.8	60.4	53.0	55.4
Mit Generalabonnement [%]				14.3	16.1	6.2	6.2
Mit ÖV-Abo [%]				2.6	0.9	21.2	10.5
Mit Halbtaxabonnement [%]				38.7	39.6	6.1	3.2

¹ Mikrozensus 2000: Die Antwort "Pkw immer verfügbar" wird hier als Besitz interpretiert

² Thurgau 2003: Streckenabo, Jahrs- oder Monatskarte für Bahn/Bus oder Stadtbus Frauenfeld

Bei dem Mobilitätswerkzeugbesitz sind in Bezug auf die PW-Verfügbarkeit bzw. –Besitz keine grossen Unterschiede zwischen den Thurgaudaten von 2003 und den entsprechenden Daten des Mikrozensus Verkehrsverhalten festzustellen. Anders sieht es allerdings bei den ÖV-bezogenen Mobilitätswerkzeugen aus. Hier ist der Anteil der Befragten, der über ein GA oder eine Halbtax-Karte verfügen im Vergleich zum Mikrozensus Verkehrsverhalten sehr hoch. Umgekehrt ist der Besitz eines ÖV-Abos vergleichsweise gering. Zu beachten sind hierbei Unterschiede bei den Fragen in den jeweiligen Erhebungen. Für den Mikrozensus Verkehrsverhalten wurde die Antwort "Pkw immer verfügbar" als PW-Besitz interpretiert.

Tabelle 9 Vergleich von Mobilitätskennziffern

Kategorien	TG03	TG03G	CH00	TG00
Anteil an allen Wegen [%]				
MIV	56.5	59.9	53.1	57.3
ÖV	8.6	6.5	11.2	5.0
Velo	15.1	13.5	7.3	12.7
Fuss	18.6	18.9	27.2	23.2
Sonstiges	1.1	1.2	1.1	1.7
Durchschnittliche Wegelänge [km]¹				
MIV	11.8	11.5	11.1	10.7
ÖV	31.7	31.2	16.0	20.8
Velo	2.3	2.5	1.7	2.1
Fuss	1.4	1.4	0.5	0.5
Sonstiges	10.6	11.2	2.7	1.9
Alle Verkehrsmittel	10.4	9.9	8.0	7.6
Durchschnittliche Wegedauer [min]				
MIV	17	16	24	21
ÖV	53	54	59	90
Velo	13	13	18	14
Fuss	17	18	21	22
Sonstiges	20	23	40	32
Alle Verkehrsmittel	19	18	27	25

¹ Thurgau 2003: distanzkürzeste Wege nach Routingberechnung

Insgesamt sind die Unterschiede im Modal Split zwischen den Längsschnittdaten und dem Mikrozensus zum Verkehrsverhalten relativ gering. Grössere Abweichungen gibt es im Fuss-

verkehr, dessen Anteil in der Erhebung deutlich geringer ist als im Mikrozensus. Der erhöhte Anteil von GA-Besitzern und somit ÖV-Stammkunden macht sich im leicht höheren ÖV-Anteil bemerkbar.

Bei den Wegelängen gibt es vor allem im ÖV Unterschiede. In der Längsschnitterhebung ist der ÖV für deutlich längere Wege genutzt worden als im Mikrozensus. Auch hier macht sich wohl der hohe Anteil von GA- und Halbtax-Besitzern bemerkbar. Bei der jeweiligen Dauer eines Weges liegen die ÖV-Wegedauern aus der Längsschnitterhebung hingegen deutlich unter den Vergleichszahlen aus dem Mikrozensus. Dies liegt darin begründet, dass vergleichsweise häufig ÖV-Angebote der Bahn mit relativ hohen Geschwindigkeiten genutzt wurden.

Tabelle 10 Anzahl der Personenwege nach Verkehrsmittel

	TG03	TG03G	CH00	TG00 ¹
Anzahl der Wege pro Person/Tag [Wege/Tag]				
MIV	2.3	2.3	1.9	2.2
ÖV	0.4	0.3	0.4	0.2
Velo	0.6	0.5	0.3	0.5
Fuss	0.8	0.8	1.0	0.9
Sonstiges	0.0	0.0	0.0	0.1
Summe aller Verkehrsmittel	4.1	3.9	3.6	3.9

Ein Vergleich der durchschnittlichen Wegeanzahl pro Tag zwischen dem Thurgau-Datensatz und dem Mikrozensus 2000 macht deutlich, dass es bei der Wegeanzahl vor allem nach der Gewichtung keine grossen Unterschiede festzustellen sind. Die Thurgauer scheinen nach den Zahlen des Mikrozensus Verkehrsverhalten allgemein mehr Wege pro Tag zurück zu legen als der Schweizer Durchschnitt.

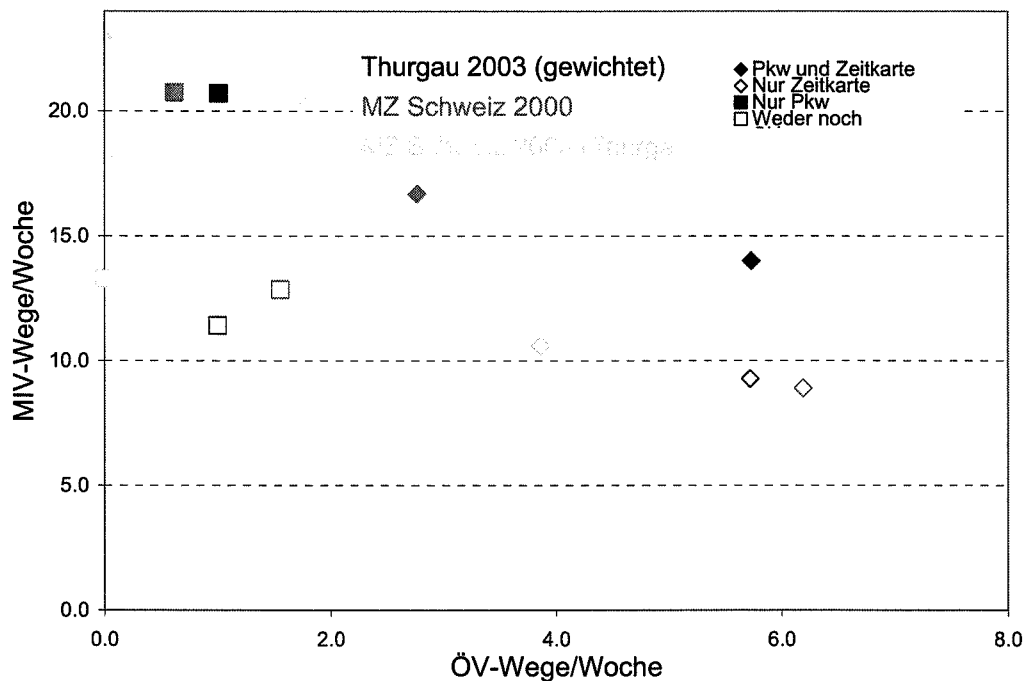
Die wird auch noch einmal in der Auswertung der Wegeanzahl nach Haushaltgrösse deutlich. Grosse Abweichungen gibt es hierbei aber bei den Single-Haushalten, die in der Längsschnitterhebung im Durchschnitt mehr als einen Weg mehr pro Tag zurückgelegt haben als im Mikrozensus zum Verkehrsverhalten.

Tabelle 11 Anzahl der Personenwege nach Haushaltsgrösse

Haushaltsgrösse [Anzahl Personen]	TG03	TG03G	CH00	TG00
1	4.63	4.56	3.35	3.41
2	3.89	3.46	3.38	3.46
3	4.19	4.21	3.67	3.94
4	4.10	4.43	3.88	4.34
5	4.06	3.99	3.94	4.15
Durchschnitt	4.10	3.89	3.58	3.86

Die Verfügbarkeit von Mobilitätswerkzeugen hat grossen Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl und die Mobilität insgesamt. In Abbildung 9 sind in einem graphischen Vergleich die Anzahl der MIV- und ÖV-Wege pro Woche nach PW- und Zeitkartenbesitz zwischen der Längsschnitterhebung, dem Mikrozensus zum Verkehrsverhalten und dessen Thurgau-Ausschnitt dargestellt. Man erkennt deutlich die Unterschiede zwischen den nach Pkw-Besitz und Zeitkartenbesitz definierten Gruppen, wobei Personen, die nicht in Besitz der hier unterschiedenen Mobilitätswerkzeugen sind, insgesamt am wenigsten MIV- und ÖV-Wege zurücklegen. Es wird deutlich, dass die wenigsten Personen ausschliesslich ein Verkehrsmittel verwenden und somit situationsabhängig das Verkehrsmittel wählen. Entsprechende Analysen auf der individuellen Ebene für die Längsschnittdaten finden sich in Kapitel 5.4.

Die grössten Unterschiede zwischen den Erhebungen sind bei den Personen festzustellen, die sowohl über einen PW verfügen als auch eine ÖV-Zeitkarte besitzen, was natürlich auch ihre grossen Variationsmöglichkeiten widerspiegelt. Auch hier sind die relativ vielen ÖV-Wege von Teilnehmenden der Längsschnitterhebung sicher auf den vergleichsweise zahlreichen Besitz von GA- und Halbtax-Abos zurück zu führen. Bei den anderen unterschiedenen Gruppen sind die Unterschiede eher gering.

Abbildung 9 Verkehrsmittelwahl als Funktion des Besitzes der Mobilitätswerkzeuge¹

¹ für den Mikrozensus wird „Pkw immer verfügbar“ als Pkw-Besitz interpretiert

Insgesamt zeigen sich vor allem nach der Gewichtung des neu erhobenen Thurgau-Datensatzes nur geringe Abweichungen vom Thurgau-Ausschnitt des Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten. Das gilt vor allem für die Werte zum Verkehrsverhalten, auch wenn es bei den Strukturdaten wie Alter, Einkommen und Mobilitätswerkzeugbesitz durchaus Unterschiede festzustellen sind. Trotzdem erscheinen somit die erhobenen Daten insgesamt plausibel und für weitergehende Analysen geeignet.

4.3 Analyse der Ermüdung

4.3.1 Hypothesen

Bei einer langen Befragung, wie der hier durchgeführten, besteht die potentielle Gefahr, dass die Befragten ermüden, das heisst Interesse an der Befragung verlieren, und deshalb beginnen, das Tagebuch nachlässiger auszufüllen: Wege vergessen, einzelne Reise auslassen, ganze Tage als „immobil“ berichten, obwohl sie das Haus verlassen hatten. Man könnte also er-

warten, dass mit Fortschreiten des Berichtszeitraums die mittlere Anzahl der berichteten Wege je mobilen Tag zurückgeht und sich gleichzeitig der Anteil der immobilen Tage, d.h. Tage ohne Ausgang, erhöht. Dieser Abfall könnte linear oder nicht-linear verlaufen.

Andererseits lernen die Befragten im Verlauf einer langen Befragung, die übernommene Aufgabe leichter zu erledigen: sie entwickeln eine höhere Aufmerksamkeit für Zeiten und Orte, was das Ausfüllen am Ende des Tages erleichtert; das System des Tagebuches wird auch durch die Gespräche mit der Interviewerin immer klarer; Zweifelsfälle, die Aufmerksamkeit und Entscheidungen erfordern, werden seltener. Zusätzlich wird das Band zwischen Befragtem und Interviewerin stärker, da es hier wiederholt zu Kontakten kommt, die auch beweisen, wie wichtig die Befragung für die Durchführenden ist. Dieser Lerneffekt sollte die Anzahl der berichteten Wege im Mittel erhöhen. Dieser Effekt hat eine Obergrenze, da im besten Fall nur alle tatsächlich durchgeführten Wege berichtet werden können und deshalb sollte dieser Effekt, z.B. einen logarithmischen Verlauf haben.

Es ist klar, dass dieser Lerneffekt in anderen (kürzeren) mehrtägigen Befragungen nicht auftreten kann, da es hier nicht zu wiederholten Kontakten zwischen Befragten und Interviewern kommt. Auch wird das Erstinterview nicht so intensiv sein, da dessen Kosten bei einer kürzeren Befragungsdauer stärker zu Buche schlagen. Es dominiert also der Ermüdungseffekt.

Bei der Überprüfung auf Ermüdungseffekte in mehrwöchigen Befragungen ist es deshalb notwendig, beide Effekte in der Modellierung zu berücksichtigen. Im Weiteren sollen deshalb drei Modelle geschätzt werden. Im ersten Modell werden Ermüdungseffekte mit einem linearen Term der Anzahl Berichtstage berechnet, d.h. unterstellt dass die Ermüdung sich gleichmässig akkumuliert. Im zweiten Modell wird hingegen statt einem linearen ein quadratischer Ansatz gewählt, d.h. dass die Ermüdung ab einem gewissen Punkt schlagartig wächst. Schliesslich werden im dritten Modell beide Ansätze kombiniert, so dass sowohl der lineare, als auch der quadratische Term berücksichtigt werden, um Mischungen der Verläufe zu erfassen. Die Lerneffekte werden immer durch einen logarithmischen Term, $\ln(\text{Berichtstage})$, berücksichtigt, d.h. dass der Lerneffekt eine Quasi-Sättigung erreicht.

Modell	Abbildung der Ermüdungseffekte		Abbildung der Lerneffekte
	Linear	Quadratisch	Logarithmisch
1	x		x
2		x	x
3	x	x	x

4.3.2 Ergebnisse

Die Verteilung der Anzahl Wege pro Tag über alle Personen nach Berichts- und Kalenderwoche zeigt keinen Trend (Abbildung 10 und Abbildung 11). Mittelwerte, Mediane und Quartile bleiben mit Ausnahme der Herbstferienwoche konstant.

Abbildung 10 Verteilung der Anzahl Wege pro Tag und Berichtswoche (Alle Personen)

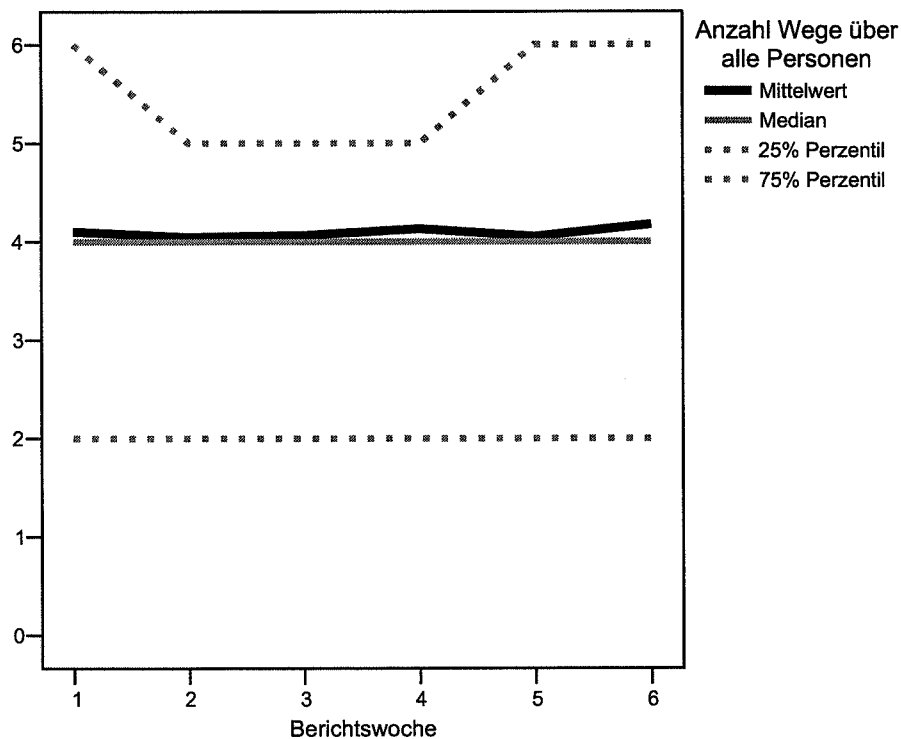
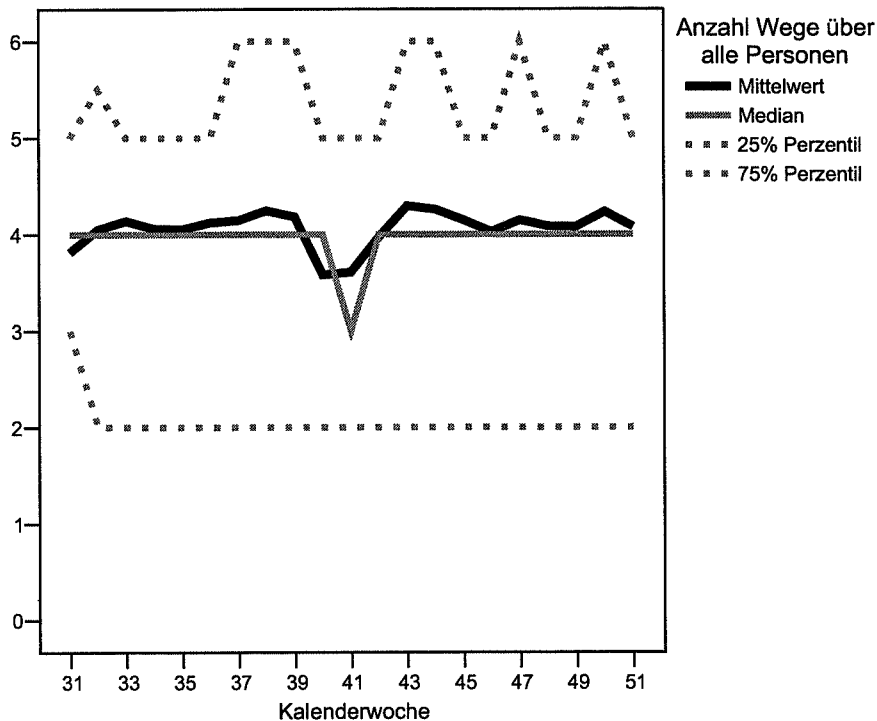


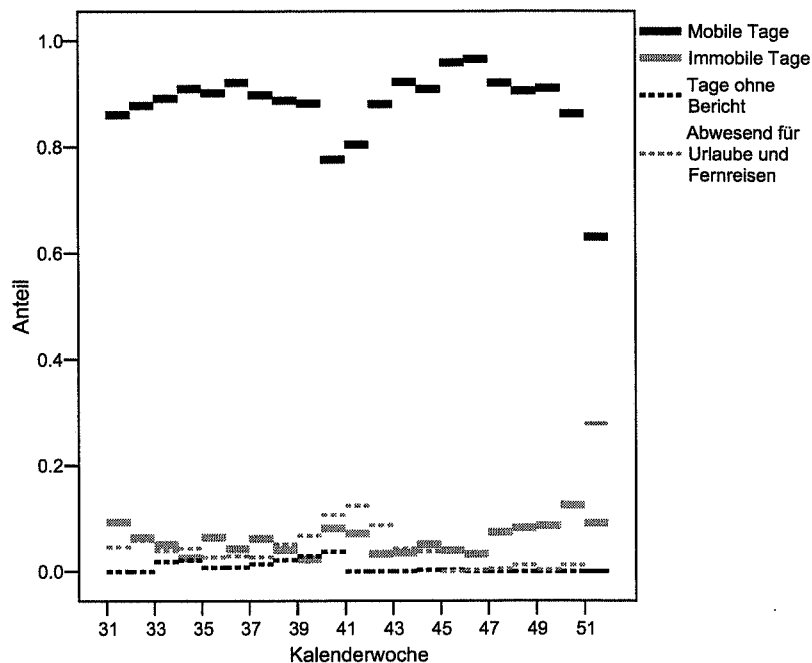
Abbildung 11 Verteilung der Anzahl Wege pro Tag und Kalenderwoche (Alle Personen)



Die deskriptive Analyse des Anteils immobiler Tage zeigt ebenfalls keinen Trend. Auch hier ist keine Ermüdung erkennbar. Wie oben erwähnt, wurde den Personen, die in Woche 46 und 47 mit der Befragung begonnen haben, erlaubt, die letzten Wochen über Weihnachten und Neujahr auszulassen. Diese Tage wurden als „Abwesend für Urlaub oder Fernreise“ klassifiziert.

Mittelwerte können natürlich starke Trends auf der Ebene der einzelnen Person verstecken. Deshalb wurden für jede Person getrennt die drei Modelle geschätzt, die oben diskutiert wurden. Dafür wurden die Werte für jede Person auf einen Mittelwert von Null und eine Standardabweichung von eins normalisiert, da bei dieser Betrachtung die absoluten Werte nicht interessieren. Die Modelle wurden sowohl mit der Methode der kleinsten Quadrate geschätzt (Normalverteilte Werte) (SPSS GLM), als auch unter der Annahme, dass die Werte Poissonverteilt sind (SAS GENMOD). Zudem wurden noch vereinfachte Modelle mit nur linearen und quadratischen Zeittrend geschätzt (Für mehr Details siehe Axhausen, Löchl, Schlich, Buhl und Widmer, 2005 im Anhang E).

Abbildung 12 Anteil der Tagestypen nach Kalenderwoche (Alle Personen)



Die Ergebnisse aller Modellschätzungen zeigen, dass die Anzahl der eindeutig kritischen Fälle, d.h. alle Parameter signifikant und negativ bzw. Null ist. Kein Befragter zeigt eindeutige Ermüdungserscheinungen. Je nach Modell gab es vier bis acht Prozent Befragte, die sowohl einen negativen, wie einen positiven signifikanten Parameter hatten. In der Regel überwog aber der positive Anteil, was auf den stärkeren Effekt des Lernens hinweist. Der Anteil der Personen, die Ermüdungserscheinungen zeigen ist also sehr klein und im ganzen nicht signifikant, da ja immer ein gewisser Anteil Personen erwartet werden kann, die über einen bestimmten Zeitraum hinweg eine fallende Anzahl an Wegen hat.

Zusammenfassend kann also festgehalten werden, dass im Datensatz keine signifikanten Ermüdungserscheinungen erkennbar sind. Das Betreuungskonzept und das Lernen der Befragten sind ausreichend, um die notwendigerweise zu erwartenden Ermüdungserscheinungen auszugleichen.

Insgesamt waren 4 Interviewer an der Befragung beteiligt. Ein Vergleich der berichteten Wege zwischen den Interviewern unter Kontrolle von soziodemographischen Attributen der Befragten zeigt gewisse Unterschiede (siehe auch hier Axhausen, Löchl, Schlich, Buhl und Widmer, 2005 im Anhang E für Details). Diese Analyse macht deutlich, dass die Anforderungen an die Befragten für Längsschnittuntersuchungen hoch sind, insbesondere betreffend Einfühlsamkeit und Kontinuität im Kontakt mit den Befragten.

5 Deskriptive Statistik

5.1 Grundwerte

Die folgende Tabelle gibt Auskunft über die Grundwerte des erhobenen Datensatzes. Aufgrund der grösseren Haushalte wurde im Seerückengebiet (vgl. Abbildung 3) zwar kaum mehr Haushalte, aber knapp ein Drittel mehr Personen als in Frauenfeld befragt. Insgesamt stehen knapp 10000 Personentage im Datensatz für Analysen zur Verfügung. Während die Bewohner der Stadt Frauenfeld deutlich mehr Wege pro Tag zurücklegen, ist erwartungsgemäss die Wegelänge im Seerückengebiet, einem eher ländlichen Raum, länger. Dies wirkt sich aber nicht auf die durchschnittliche Wegedauer aus, was wohl auf die höheren Geschwindigkeiten auf Landstrassen zurückzuführen ist.

Tabelle 12 Grundwerte der Erhebung nach Untersuchungsraum

	Raum		
	Frauenfeld	Seerücken	Total
Anzahl Personen	99	131	230
Anzahl Haushalte	48	51	99
Anzahl Personentage	4158	5502	9660
Wegehäufigkeit/Tag ¹	4.40	4.28	4.34
Wegehäufigkeit/Tag	4.23	4.00	4.10
Durchschn. Wegelänge ² in km	9.53	11.14	10.41
Durchschn. Wegedauer ³ in min	19.90	18.97	19.40

¹ nur mobile Tage

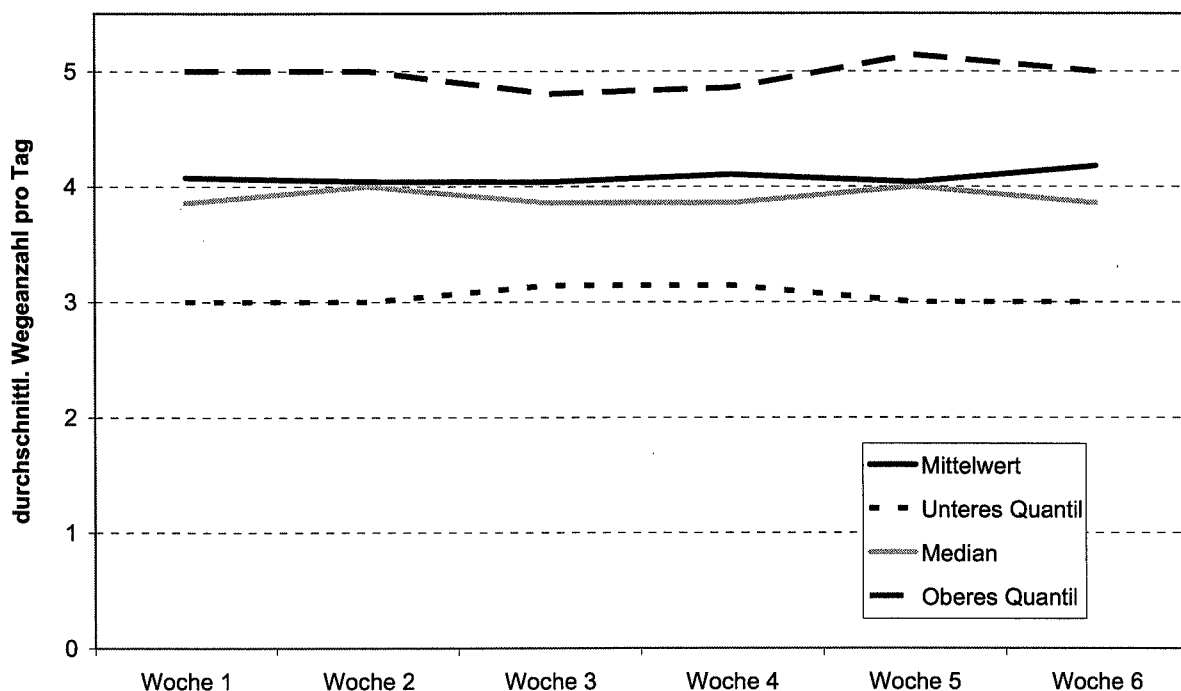
² distanzkürzeste Wege nach Routingberechnung

³ berichtet

5.2 Wegehäufigkeiten

Wie bereits schon im Kapitel 4.2 deutlich wurde, ist die durchschnittliche berichtete Wegeanzahl mit knapp über 4 Wegen pro Person relativ hoch, jedoch für Thurgauer Verhältnisse durchschnittlich. Diese berichtete Wegeanzahl bleibt auch über die 6 Wochen relativ konstant. Dies verdeutlicht, wie auch schon in Kapitel 4.3 ausgeführt, dass Ermüdung kein Problem in achtsam durchgeführten Längsschnitterhebungen sein muss.

Abbildung 13 Durchschnittliche tägliche Wegeanzahl über 6 Wochen



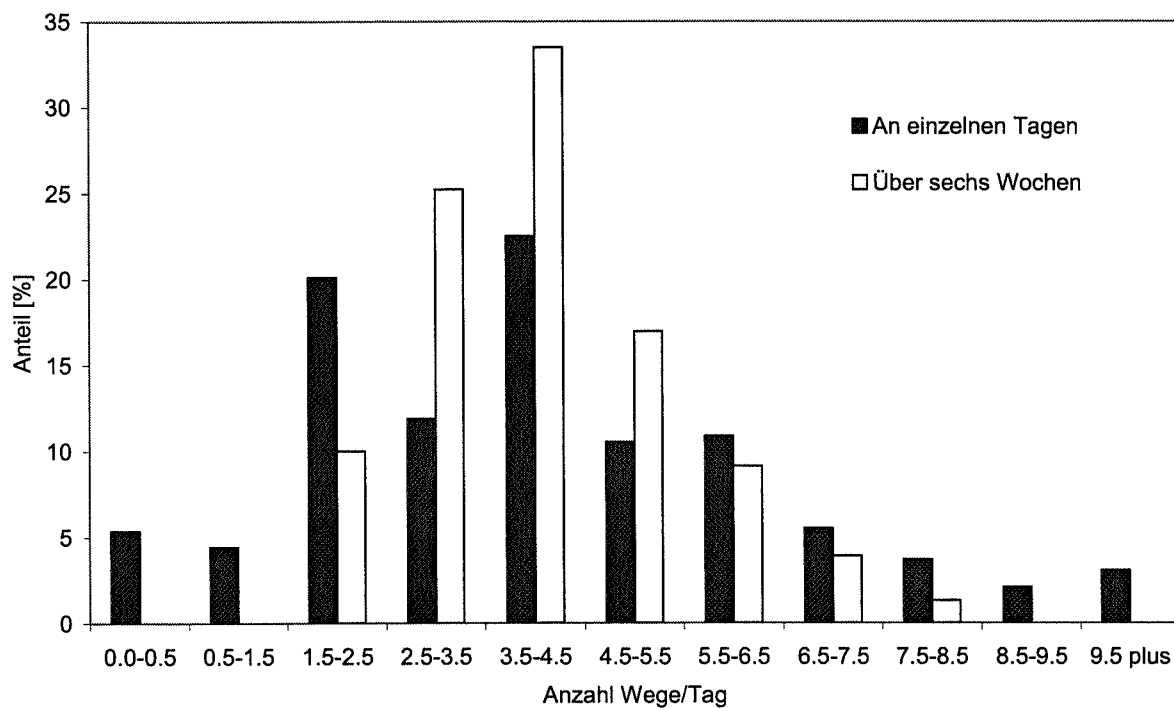
Bei der Gegenüberstellung von Weganzahl pro Verkehrsmittel und PW- bzw. ÖV-Besitz (Tabelle 13) zeigt sich nochmals, dass der Mobilitätswerkzeugbesitz einen entscheidenden Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl und die jeweilige Wegeanzahl mit einem Verkehrsmittel hat. Personen, die weder ein Auto, noch eine ÖV-Zeitkarte besitzen, legen besonders viele Wege im Langsamverkehr zurück während Personen mit PW-Besitz mindestens einen Weg mehr im motorisierten Individualverkehr zurück legen als Personen ohne PW-Besitz.

Tabelle 13 Wege pro Tag abhängig vom PW- und ÖV-Zeitkartenbesitz

PW-Besitz	ÖV-Zeitkarte ¹	MIV-Wege/Tag		ÖV-Wege/Tag		LV-Wege/ Tag	
		Mittelw.	Std.-Abw.	Mittelw.	Std.-Abw.	Mittelw.	Std.-Abw.
Nein	Nein	1.61	1.44	0.30	0.43	2.16	1.89
	Ja	1.18	1.09	0.96	0.56	1.33	1.15
Ja	Nein	3.32	1.23	0.12	0.14	1.10	1.02
	Ja	2.17	1.15	0.80	0.69	0.75	0.69

¹ ÖV-Zeitkarte = „Jahres/Monatskarte“ Bahn/Bus, „Jahres/Monatskarte“ Stadtbus Frauenfeld oder SBB-Streckenabo

Abbildung 14 Wege/Tag und Person und mittlere Anzahl Wege/Tag und Person über 6 Wochen



Bei der Analyse der Anzahl der Wege gibt es deutliche Unterschiede, je nach dem, ob man die durchschnittliche Wegeanzahl über sechs Wochen oder die Anzahl für einzelne Tage betrachtet. Während bei ersterer Zählung die Grafik annähernd normalverteilt ist und sich auf

einen engeren Bereich zwischen 1.5 Wegen und 8.5 Wegen beschränkt, ist sie bei letzterer deutlich stärker verteilt, wobei eine ungerade Anzahl an Wegen immer seltener vorkommt und die Verteilung leicht rechtschief ist. Dies bedeutet, dass an der überwiegenden Anzahl der Tage die Personen eine unterdurchschnittliche Wegehäufigkeit haben.

5.3 Wegelängen und Wegedauern

Die Analyse der Wegelängen zeigt, dass im Durchschnitt vor allem der ÖV für lange Wegestrecken genutzt wird, er jedoch nur einen Drittel des Gesamtverkehrsaufkommens ausmacht. Insgesamt ist der motorisierte Individualverkehr beim Verkehrsaufkommen mit einem Anteil von über 60% dominierend.

Tabelle 14 Mittlere Wegelänge und Anteil am Verkehrsaufkommen; nach Hauptverkehrsmittel des Weges

Hauptverkehrsmittel	Mittlere Distanz ¹ [km]	Anteil am Verkehrsaufkommen [Personenkilometer]
MIV	13.1	60.6
ÖV	33.5	33.8
Langsamverkehr	2.0	4.3
Sonstiges	7.5	1.3
Gesamt	10.9	100.0

¹ distanzkürzeste Wege nach Routingberechnung

Die Unterschiede in den Mittelwerten spiegeln sich auch in den Distanzklassen pro Hauptverkehrsmittel wieder. Im MIV ist die Mehrheit der Wege bis 10 Kilometer lang, während im ÖV die Mehrheit der Wege über 10 Kilometer lang sind. Beachtenswert ist dabei die genauere Wegelängenverteilung für den MIV. Nahezu 30 Prozent der Wege sind unter 2.5 Kilometer lang, fast die Hälfte unter 5 Kilometer. Dies verdeutlicht das Verlagerungspotenzial vor allem auf den kurzen Strecken zugunsten des Langsamverkehrs, welches auch schon im Mikrozensus zum Verkehrsverhalten beobachtet werden konnte. Der Langsamverkehr für sich betrachtet wird zum weit überwiegenden Teil für die ganz kurzen Wege bis 2.5 Kilometer verwendet, was insgesamt aber fast ein Drittel aller Wege ausmacht.

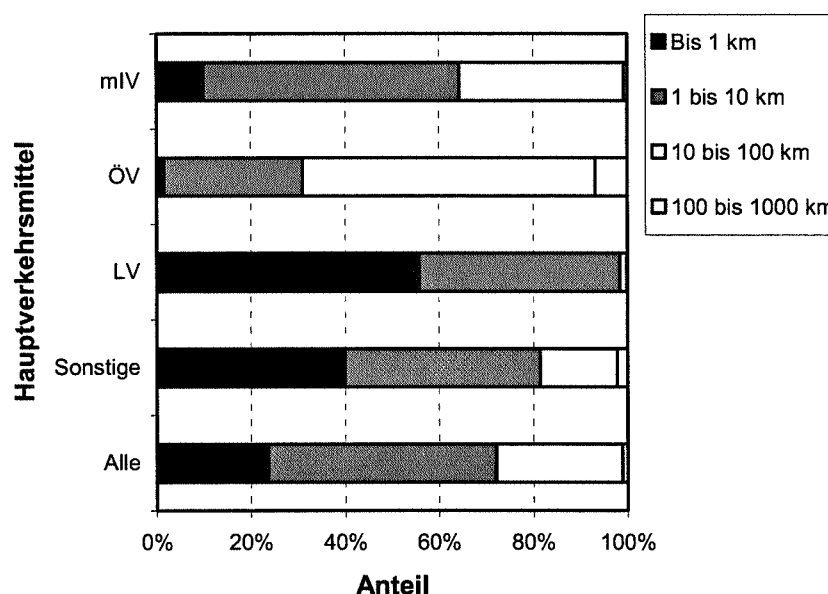
Tabelle 15 Verteilung der Wegelängen¹ nach Hauptverkehrsmittel des Weges [%]

Distanz in km	Individual- verkehr	Öffentlicher Verkehr	Langsamer Verkehr	Sonstige	Alle
Bis 2.5 km	29.3	18.4	85.2	59.0	45.8
2.5 bis 5 km	17.1	5.1	7.2	13.7	13.1
5 bis 10 km	19.0	11.9	6.3	9.1	14.5
10 bis 100 km	33.9	60.2	1.2	15.1	25.8
Über 100	0.7	5.3	0.1	1.0	1.0
Anteil an alle Wegen	58.6	8.8	31.5	1.1	100.0

¹ distanzkürzester Weg nach Routingberechnung

Die Nutzung des ÖV für lange Wege zeigt sich auch noch einmal in Abbildung 15, wo die Verteilung der berichteten Wegelängen pro Hauptverkehrsmittel gezeigt wird. Während über 60 Prozent der Wege mit dem MIV unter 10 Kilometer lang sind, sind im ÖV der überwiegende Teil der Wege länger als 100 Kilometer. Der ÖV scheint somit in dem ländlichen Untersuchungsraum für den lokalen Verkehr eine deutlich geringere Bedeutung zu haben als für den regionalen Pendelverkehr. Erwartungsgemäss sind die Wege im Langsamverkehr dagegen kurz oder sehr kurz.

Abbildung 15 Verteilung der berichteten Wegelängen pro Hauptverkehrsmittel

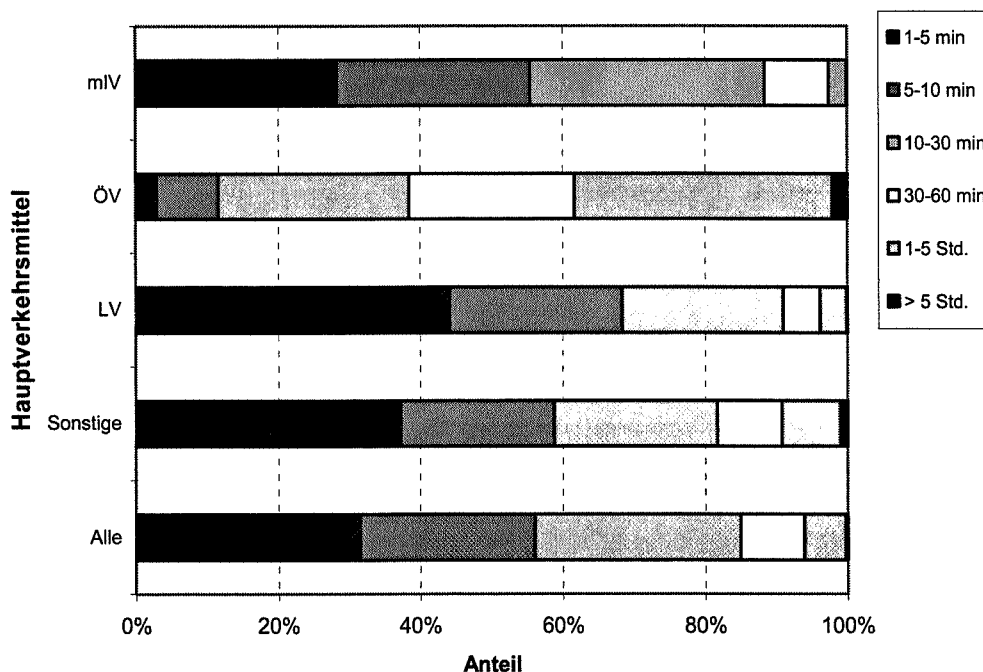


Die Analyse der Dauer der Wege zeigt für alle Hauptverkehrsmittel, dass für die Mehrzahl der Wege weniger als 10 Minuten benötigt werden. Dies gilt aufgrund der vielen kurzen Wege auch für den MIV. Im ÖV hingegen ist der Anteil langer Wege über einer Stunde mit über einem Drittel relativ hoch, was seine über den Regionalverkehr hinaus gehende Bedeutung unterstreicht.

Tabelle 16 Verteilung der Wegedauern nach Hauptverkehrsmittel des Weges [%]

Dauer	Individualverkehr	Öffentlicher Verkehr	Langsamer Verkehr	Sonstige	Alle
1 – 5 min	29.8	3.2	46.2	45.0	33.2
5 – 10 min	25.9	9.3	21.8	18.4	23.0
10 – 30 min	33.2	29.2	23.1	21.3	29.3
30 – 60 min	8.5	24.5	5.2	7.7	8.8
1 – 5 Std.	2.6	32.6	3.6	7.4	5.5
> 5 h	0.1	1.2	0.1	0.2	0.2
Anteil an allen Wegen	56.6	8.6	33.7	1.0	100.0

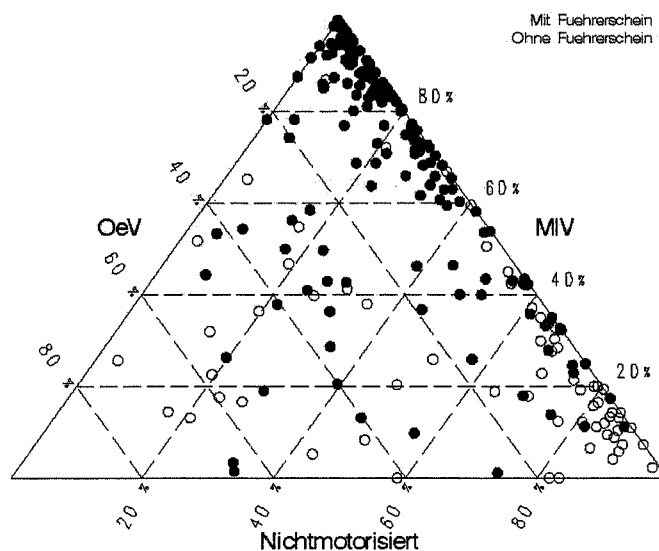
Abbildung 16 Verteilung der Wegedauern pro Hauptverkehrsmittel



5.4 Verkehrsmittelwahl

In den folgenden Abbildungen wird die Mischung der Verkehrsmittelwahl über sechs Wochen, unterschieden nach Führerscheinbesitz (Abbildung 17) und Geschlecht (Abbildung 18) dargestellt. Jeder schwarze Punkt bzw. Kreis zeigt die individuelle Kombination der Verkehrsmittel eines einzelnen Teilnehmenden. Insgesamt ist die Anzahl der Personen, welche die Verkehrsmittel stark mischen, auch verglichen mit den entsprechenden Darstellungen aus *Mobidrive* (König 2000), nicht sehr hoch. Vor allem die Führerscheinbesitzer haben zum weit überwiegenden Teil eine starke Affinität zur Autonutzung und kombinieren relativ wenig mit der Nutzung des ÖV oder dem Langsamverkehr. Bei den in städtischen Gebieten wohnenden *Mobidrive*-Teilnehmenden war vor allem die Nutzung nichtmotorisierter Verkehrsmittel, aber auch des ÖVs deutlich ausgeprägter. Hier ist also ein Unterschied zwischen städtischen und eher ländlichen Räumen erkennbar.

Abbildung 17 Verkehrsmittelwahl¹ über 6 Wochen nach Führerscheinbesitz



¹ Verkehrsmittel:

OeV: Bus, Tram, Bahn

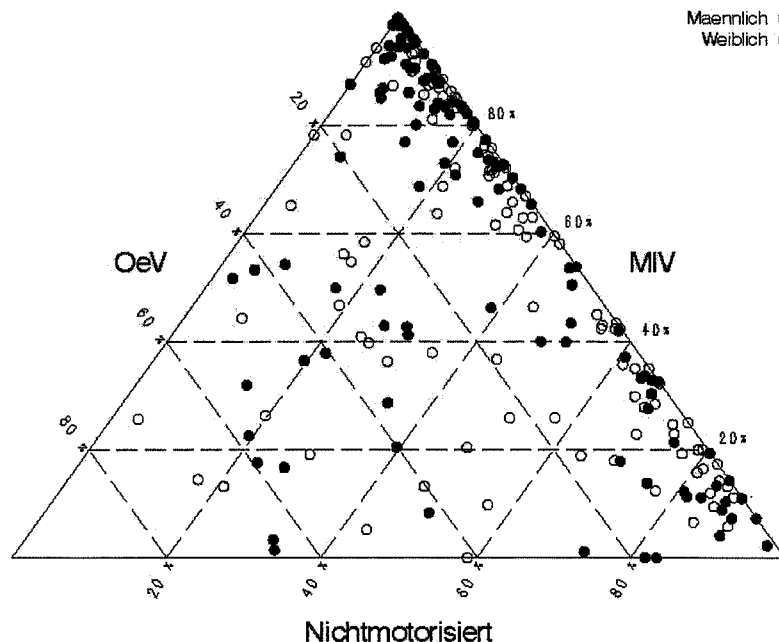
MIV: Mofa, Motorrad, PW als Fahrer oder Mitfahrer

Nichtmotorisiert: zu Fuss, Fahrrad

Im Geschlechtervergleich scheint es bei den männlichen Teilnehmenden eine leichte Trennung zu geben zwischen jenen, die vornehmlich Wege mit dem MIV zurücklegen und jenen, die nichtmotorisierte Verkehrsmittel und den ÖV bevorzugen. Darüber hinaus mischen die

Teilnehmerinnen die Verkehrsmittel stärker, was sicher auf die geringere Autoverfügbarkeit zurückzuführen ist.

Abbildung 18 Verkehrsmittelwahl¹ über 6 Wochen nach Geschlecht



¹ Verkehrsmittel:

OeV: Bus, Tram, Bahn

MIV: Mofa, Motorrad, PW als Fahrer oder Mitfahrer

Nichtmotorisiert: zu Fuss, Fahrrad

In Tabelle 17 ist die Verkehrsmittelnutzung nach Wegezwecken ersichtlich. Es zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Aktivitäten. Bekanntermassen ist Freizeit der mit Abstand am häufigsten ausgeführte Wegezweck, so auch in dieser Erhebung. Für knapp die Hälfte dieser Freizeitwege wird der motorisierte Individualverkehr genutzt, Verkehrsmittel des Langsamverkehrs machen gut 40 Prozent aus. Öffentliche Verkehrsmittel werden mit knapp 7 Prozent unterdurchschnittlich genutzt. Für Wege mit dem Wegezweck Arbeit liegt der entsprechende Wert mit über 11 Prozent hingegen über dem Durchschnitt. Noch grössere Bedeutung hat der ÖV lediglich im Ausbildungsverkehr mit nahezu 20 Prozent. Die stärkste Dominanz eines Verkehrsmittels zeigt sich beim Wegezweck Begleitung, wo der MIV-Anteil mit über 90 Prozent naturgemäss sehr hoch ist. Deutlich überdurchschnittliche MIV-Anteile sind aber auch im Geschäfts- und Arbeitsverkehr sowie bei privaten Erledigungen zu verzeichnen.

Tabelle 17 Hauptverkehrsmittel nach Wegezwecken¹ [%]

Hauptverkehrsmittel	Freizeit	Arbeit	Ein-kaufen	Erledi-gung	Aus-bildung	Geschäft-lich	Begleit-ung	Son-stiges	Alle ¹
Langsamer Verkehr	40.2	24.3	35.9	26.7	65.1	14.3	7.2	21.3	22.0
MIV	51.8	64.2	58.1	67.7	13.5	73.7	91	64	55.8
ÖV	6.9	11.2	5.8	5	19.5	6.5	1.7	13.4	8.4
Andere	1.1	0.1	0.3	0.5	1.9	5.5	0	1.2	1.1
Anteil an allen Wegen ¹	39.2	15.8	14.6	9.3	7.7	7.0	5.3	0.9	100

¹ ohne Heimwege

5.5 Aktivitäten

Für aktivitätenbasierte Verkehrsmodelle sind Informationen über die Charakteristika der Aktivitäten von grosser Bedeutung. Die folgenden Auswertungen geben dazu erste Informationen, wobei die Aktivitätendauern in Abhängigkeit von der Länge des vorherigen Weges (Tabelle 18), des zuvor genutzten Verkehrsmittels (Tabelle 19) und der Tageszeit zu Beginn der Aktivität (Tabelle 20) analysiert werden.

Tabelle 18 Weglänge nach anschliessender Aktivitätendauer (nur ausserhaus)

	bis 1 h	1-3 h	3-10 h	>10 h	Mittel (min)	Std.-Abw. (min)
bis 5 km	47%	25%	23%	5%	153	261
5-10 km	39%	26%	28%	7%	198	266
10-50 km	29%	24%	38%	9%	270	562
50-100 km	21%	20%	48%	11%	316	342
> 100 km	23%	23%	36%	18%	439	759

Tabelle 19 Verkehrsmittelwahl nach anschliessender Aktivitätendauer (nur ausserhaus)

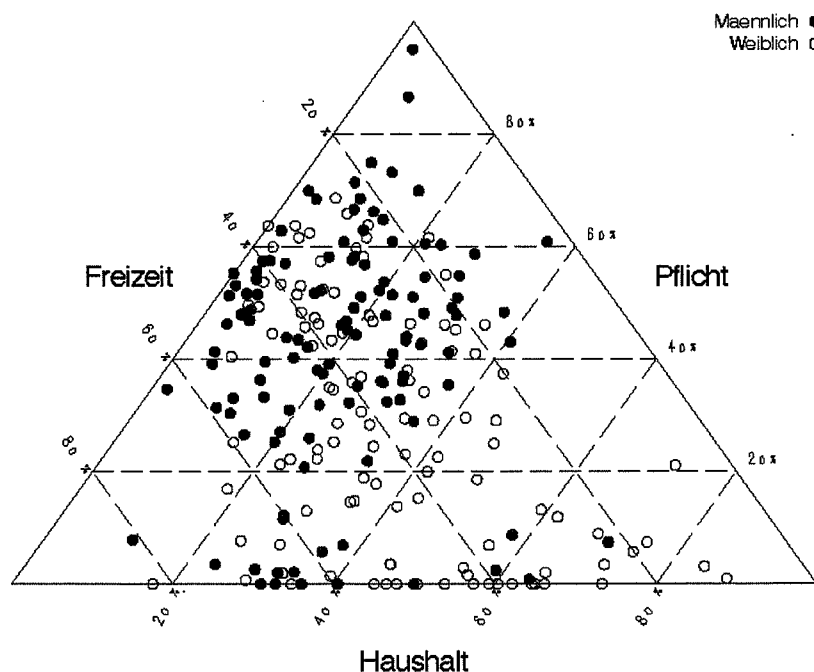
	bis 1 h	1-3 h	3-10 h	>10 h	Mittel (min)	Std.-Abw. (min)
Bahn	16%	18%	55%	11%	344	412
Bus	28%	28%	37%	7%	246	433
Mofa, Motorrad	25%	23%	48%	4%	217	197
PW Fahrer	48%	22%	25%	5%	216	274
Zu Fuss	44%	21%	24%	11%	216	330
PW Mitfahrer	37%	36%	22%	5%	197	675
Velo	34%	30%	32%	4%	172	207
Andere	53%	26%	18%	3%	130	245

Tabelle 20 Tageszeit der Aktivität nach Aktivitätendauer (nur ausserhaus)

	bis 1 h	1-3 h	3-10 h	>10 h	Mittel (min)	Std.-Abw. (min)
22-6 Uhr	36%	16%	31%	17%	288	298
6-12 Uhr	40%	18%	28%	4%	206	417
12-18 Uhr	46%	29%	20%	5%	160	308
18-22 Uhr	33%	36%	18%	13%	220	347

Ähnlich wie bei der Analyse der Verkehrsmittelwahl und -mischung auf der individuellen Ebene (siehe Kapitel 5.4) können die Anteilsverhältnisse der Wegezwecke bzw. der anschliessenden Aktivitäten grafisch dargestellt werden. Im Vergleich zwischen den Geschlechtern zeigen sich vergleichsweise höhere Haushaltsbezogene Aktivitätenanteile bei den Frauen, während bei den Männern tendenziell den Pflichten zugeordnete Aktivitäten überrepräsentiert sind. Die Freizeitanteile scheinen sich hingegen nicht wesentlich zwischen den Geschlechtern zu unterscheiden, wobei sich natürlich individuell die Mischungen sehr stark unterscheiden.

Abbildung 19 Individuelle Anteilkombinationen der Wegezwecke über 6 Wochen nach Geschlecht



Wegezwecke

Haushalt: Einkauf, Erledigung/ Dienstleistung, jmd. abholen/bringen

Pflicht: zur Ausbildung/Schule, zum Arbeitsplatz, dienstlich/geschäftlich

Freizeit: Freizeit

5.6 Innovation und Planung

Grundsätzlich ist beim Verkehrsverhalten von einem hohen Anteil von Gewohnheiten und Routinen auszugehen, aber trotzdem werden nicht nur bei Wohnstandort- und Arbeitsplatzwechsel auch immer wieder Orte besucht, an denen man vorher noch nicht war. Dieses Verhalten kann als Innovation bezeichnet werden. Die folgenden Auswertungen befassen sich mit diesen Innovationen. In bisherigen Studien war es nur möglich zu bestimmen, ob ein Wegziel neu für den Beobachter im Berichtszeitraum war. Man wusste aber nicht, ob es sich für den Befragten um eine echte Innovation handelte. Eine entsprechende Frage im Wegeprotokoll („Waren Sie schon einmal dort“; siehe Anhang A, Teil 5) gibt nun darüber Auskunft.

In Tabelle 21 wird die absolute Anzahl der Wege und in Tabelle 22 der prozentuale Anteil der Wege nach Wegezweck und der angegebenen vorherigen Besuchshäufigkeit des Wegezweckes dargestellt. Bei der Analyse der absoluten Häufigkeiten zeigt sich, dass ungefähr 60 Prozent der Innovationen im Freizeitverkehr stattfinden. Ähnliche Resultate konnten bereits in der SVI Freizeit-Studie gefunden werden (Schlich, Simma und Axhausen, 2003). Dies betont die Bedeutung des Freizeitverkehrs auf der Suche nach Abwechslung, aber auch die Probleme, die damit für die Modellierung und planerischen Lenkung einhergehen.

Tabelle 21 Häufigkeit des Wegezweckbesuchs pro Tag [Wege pro Tag]

Aktivität	Waren Sie schon einmal dort?			
	Noch nie	Ein bis drei mal	Häufiger	Summe
Freizeit	0.106	0.139	0.746	0.991
Dienstlich	0.020	0.035	0.139	0.194
Erledigungen/ Dienstleistungen	0.018	0.040	0.137	0.195
Bringen/holen	0.010	0.018	0.123	0.151
Einkauf (langfr.)	0.007	0.019	0.084	0.11
Einkauf (tägl.)	0.005	0.013	0.220	0.238
Sonstiges	0.004	0.004	0.011	0.019
Schule/Ausbildung	0.003	0.003	0.277	0.283
Arbeit	0.002	0.004	0.415	0.421
nach Hause	0.000	0.000	1.555	1.555
Summe	0.175	0.275	3.707	4.157

Bei der anteiligen Analyse pro Wegezweck ist die besondere Rolle der Freizeitwege bei den zuvor noch nie besuchten Orten weniger deutlich. Höhere Anteile sind sogar mit 19 bzw. 10 Prozent bei den sonstigen und dienstlichen Wegen zu verzeichnen. Somit wird deutlich, dass Innovationen nicht nur allein im Freizeitverkehr eine Rolle spielen.

Abbildung 20 Häufigkeit des Wegezielbesuchs [%]

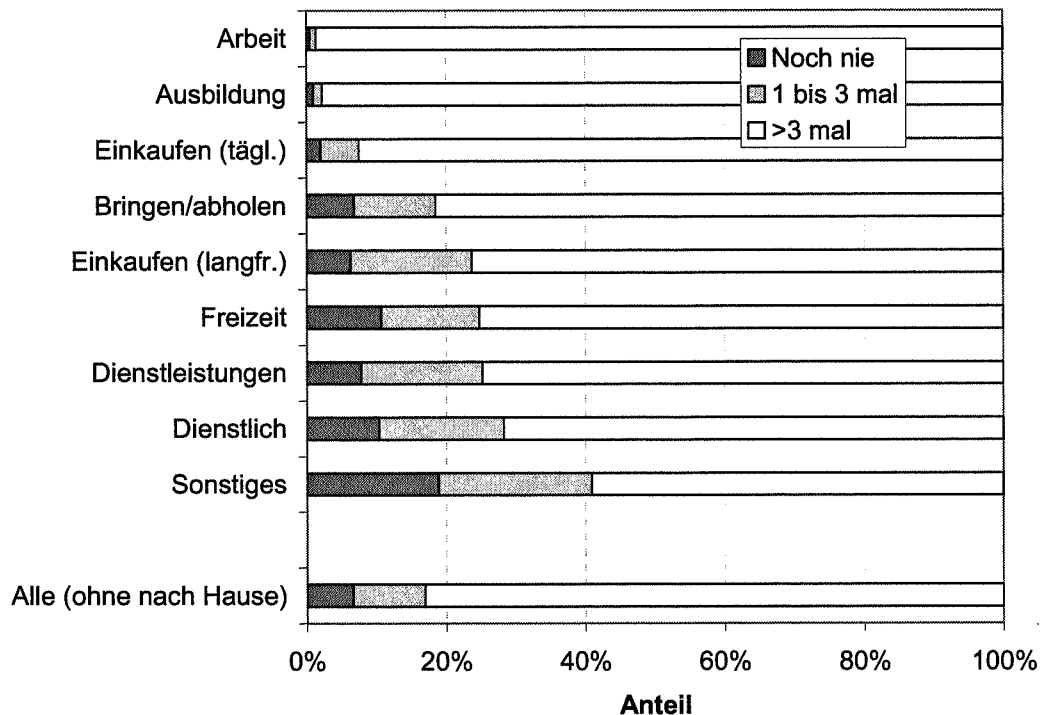


Tabelle 22 zeigt, dass, wie eingangs erwähnt, im Allgemeinen Routinen und lange im Voraus geplante Aktivitäten das Verkehrsverhalten dominieren, spontane Aktivitäten aber immer noch mehr als 10 Prozent aller Wege ausmachen. Der Anteil der noch nie zuvor besuchten Wege ist mit 4 Prozent trotzdem beträchtlich. Somit findet durchschnittlich ungefähr eine Innovation pro Person und Woche statt. Der überwiegende Teil dieser Wege mit einem zuvor noch nicht besuchten Wegeziel wurde mindestens ein oder mehrere Tage im Voraus geplant. Davon sind 60 Prozent Freizeitwege und 15 Prozent Dienstwege, der Rest teilt sich auf die anderen Wegezwecke auf. Durch die relativ lange Planungsvorlaufzeit eröffnen sich somit vor allem bei diesen Freizeitwegen grundsätzlich die Möglichkeit, bei einem entsprechenden Angebot und ausreichender Information auch alternative Verkehrsmittel in Erwägung zu ziehen.

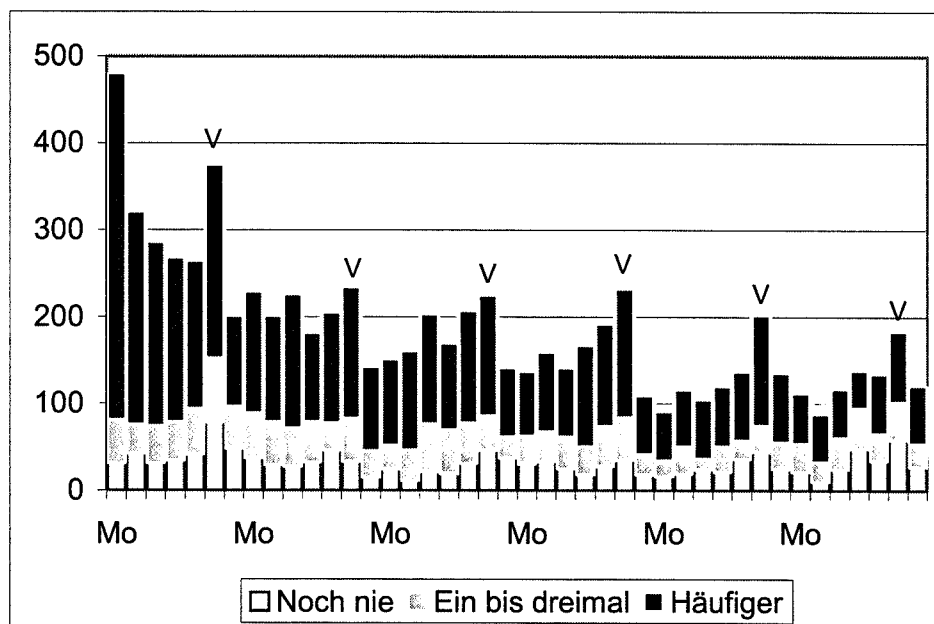
Etwas überraschen mag der Anteil von 0.1 Prozent der noch nie besuchten Wegeziele, die als Routinewege angegeben werden. Zur Hälfte sind dies Freizeitwege, sonst vor allem Arbeits- sowie Ausbildungswege und keine Heimwege. Dies weist auf den Anteil der Innovationen hin, die dann offensichtlich direkt zum regelmässigen Repertoire hinzugefügt werden und somit zu Routinen werden.

Tabelle 22 Anteil der Wege nach Planungsvorlauf und Häufigkeit des vorherigen Besuchs des Wegezieles [Reihenprozent]

Häufigkeit des Besuchs des Wegezieles	Planungsvorlauf				Anteil der Wege
	Ein oder mehrere Tage	Während des Tages	Spontan	Routine/Heimweg	
Noch nie	60.8	16.7	22.5	0.1	4.1
Ein bis dreimal	53.2	23.0	23.8	0.4	6.4
Häufiger	14.3	8.6	9.7	67.5	89.5
Anteil der Wege	18.7	9.8	11.1	60.4	100

Neben Angabe der Teilnehmer steht für Innovationsanalysen auch der Vergleich der geokoordinierten Wegzielpunkte zur Verfügung und somit die Analyse der Anzahl der zuvor im Berichtszeitraum noch nicht beobachteten Wegeziele. Zwar nehmen die beobachteten Innovationen ab, doch scheint sich der Verlauf zum Ende des Berichtszeitraums zu stabilisieren, was noch mal das beständige generieren neuer Innovationen bestätigt. Die Darstellung in Abbildung 21 macht ausserdem deutlich, dass die zuvor noch nie besuchten Orte vor allem in der zweiten Wochenhälfte und speziell am Wochenende aufgesucht werden.

Abbildung 21 Anzahl der zuvor nicht beobachteten besuchten Orte über die Berichtsperiode nach der von den Teilnehmenden angegebenen Besuchshäufigkeit¹



¹ „Waren Sie schon einmal dort?“, Samstage sind markiert

5.7 Begleitung

Während viele vergangene Erhebungen nach der Wegebegleitung gefragt haben, haben nur wenige dies aufgeteilt nach Anzahl der Haushalt- und Nichthaushaltsmitgliedern. Auch wurde dies meist nicht ergänzt um die Anzahl der an der anschliessenden Aktivität Teilnehmenden. Die Bedeutung des Vorhandenseins eines Hundes im Haushalt wurde bereits in den Projekten *Mobidrive* und der 12-Wochen SVI Freizeitstudie deutlich. Die Analyse der Anzahl Weg- und Aktivitätenbegleitenden Personen betont die Bedeutung des Treffens anderer bei einer Aktivität, mit denen der Reisende zuvor den Weg dorthin nicht gemeinsam bestritten hat.

Tabelle 23 Wege nach Anzahl der Weg- und Aktivitätenbegleitenden Personen¹

Anzahl Weg- begleitender Personen	Anzahl der an der Aktivität teilnehmenden Personen						% der Wege
	Keine	Eine	Zwei	Drei	Vier	Fünf plus	
Keine	11588	876	353	323	178	483	59.6
Eine	1352	3793	202	176	85	277	25.4
Zwei	386	84	926	48	40	126	7.0
Drei	184	15	17	512	18	113	3.7
Vier	65	8	8	18	181	45	1.4
Fünf plus	174	20	2	5	14	446	2.9
% der Wege	59.4	20.7	6.5	4.7	2.2	6.4	100.0

¹ ohne Heimwege (n = 23'141)

Tabelle 24 Anzahl der Wege nach Weg- und Aktivitätenbegleitung¹

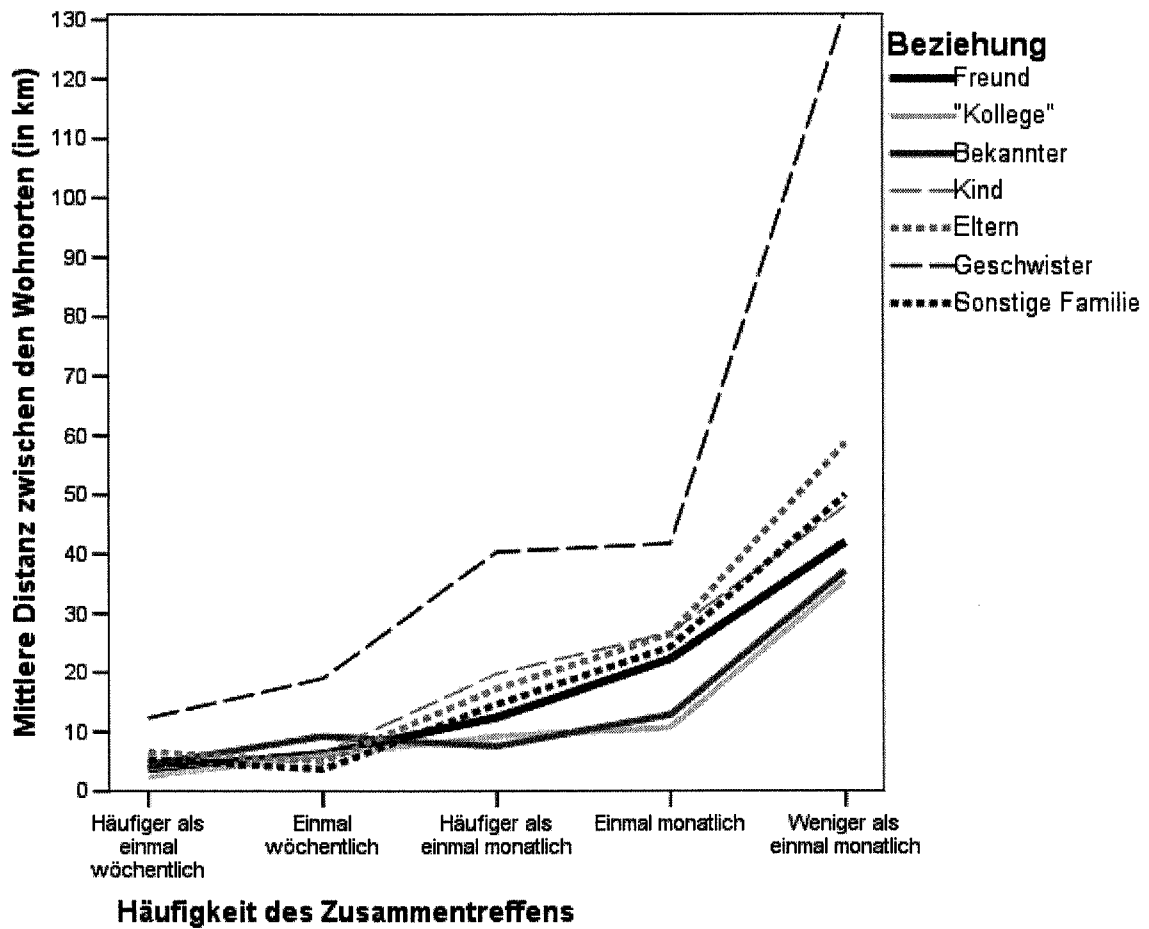
Wegbegleitung durch			Aktivitätenbegleit. durch Haushaltsmitglied				Anteil in %	
			Ja		Nein			
Hund	Andere Haushalts- mitglieder	Andere Personen	Aktivitätenbegleit. durch andere Personen					
			Ja	Nein	Ja	Nein		
Nein	Nein	Nein	146	98	1925	10934	56.6	
		Ja	22	6	2548	1169	16.2	
	Ja	Nein	494	2879	81	782	18.3	
		Ja	620	46	51	146	3.7	
	Ja	Ja	Nein	16	213	1	26	1.1
			Ja	52	n.a.	3	2	0.2
Nein		Nein	1	2	41	653	3.0	
		Ja	n.a.	n.a.	146	36	0.7	
Anteil in %			5.8	14.0	20.7	59.4	100.0	

¹ ohne Heimwege (n = 23'139)

5.8 Soziale Netzwerke

Im zweiten Teil des Personenfragebogens (siehe Anhang A, Teil 4) wurde nach dem Wohnort der nächsten Verwandten (Eltern, Geschwister, Kinder) und darüber hinaus nach häufig getroffenen sonstigen Bekannten oder Freunden gefragt sowie die Häufigkeit des Zusammenkommens mit ihnen. Die Teilnehmenden hatten grundsätzlich keine Probleme damit diese Fragen zu beantworten. Die Darstellung in Abbildung 22 verdeutlicht, dass die Art der Beziehung deutliche Auswirkungen auf die Häufigkeit des persönlichen Kontaktes und den dafür notwendigerweise zurückzulegenden Distanzen hat. Vor allem Geschwister sind offensichtlich bereit vergleichsweise weite Strecken zurück zu legen, um sich regelmässig zu treffen. Es wird deutlich, dass je enger die persönlich Beziehung ist, desto eher ist man bereit dafür häufiger weite Distanzen zu überwinden.

Abbildung 22 Entfernung und Begegnungshäufigkeit im persönlichen sozialen Netzwerk



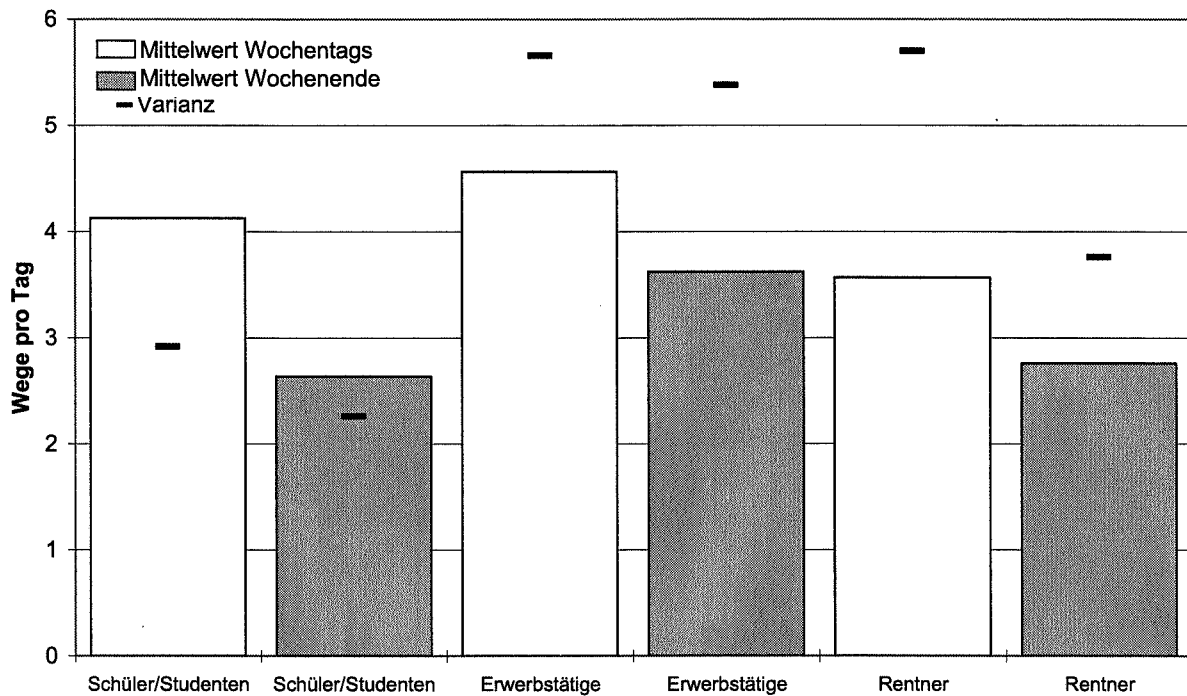
6 Stabilität und Variabilität

Eines der Hauptziele des Projektes bestand darin, die Stabilität und Variabilität des Verkehrsverhaltens zu analysieren. Dies bezieht sich sowohl auf die zeitliche, als auch die räumliche Dimension. Der Vorteil einer Längsschnitt-Befragung liegt u.a. darin, dass das Verhalten von gleichen Personen zu unterschiedlichen Zeitpunkten und über längere Zeiträume betrachtet werden kann. Zu den wichtigsten Rahmenbedingungen, die das alltägliche Leben strukturieren, gehört dabei die Einteilung in Werktage und Wochenende bzw. Feiertage. In Kapitel 6.1 werden daher deskriptiv Unterschiede in Bezug auf das Verkehrsverhalten an Wochentagen und am Wochenende dargestellt. Kapitel 6.2 konzentriert sich auf die räumliche Dimension und Verteilung sowie das Ausmass von Aktivitätenräumen über den Berichtszeitraum, wobei neben den deskriptiven Analysen Konfidenzellipsen und Kerneldichten zur Darstellung und Messung verwendet werden. Schliesslich beschreibt Kapitel 6.3 die Rhythmik der Aktivitätennachfrage mittels des Han und Hausman-Ansatzes.

6.1 Wochenverlauf

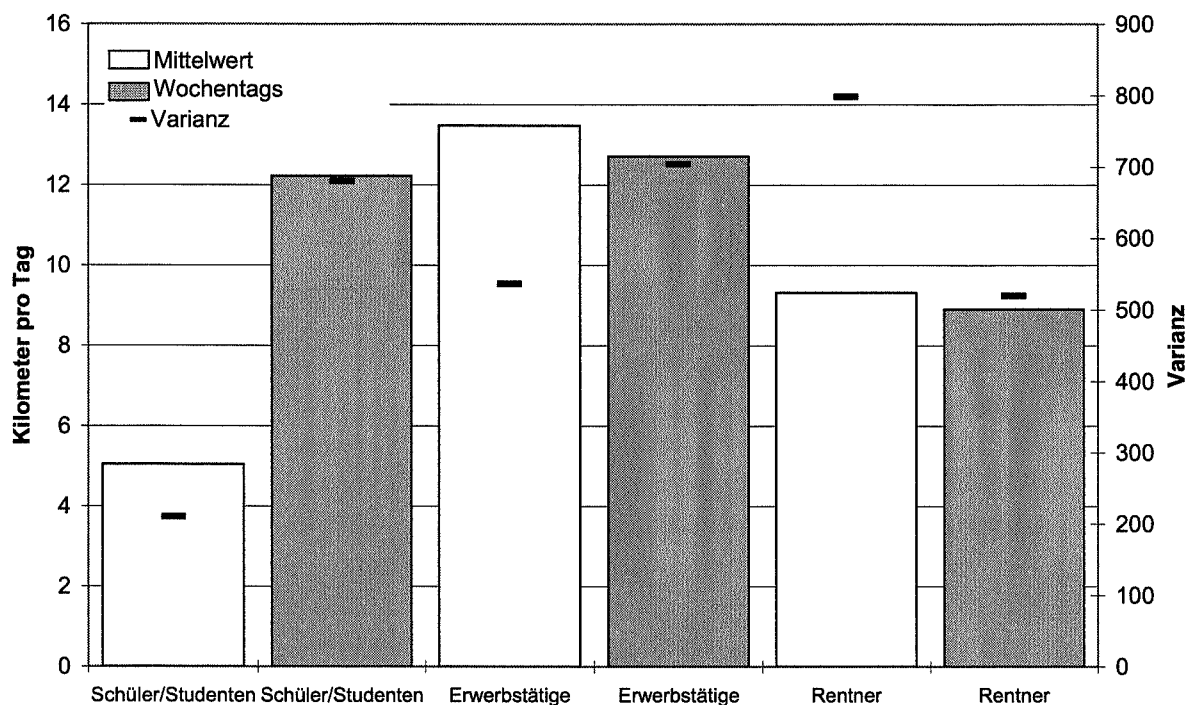
In den Untersuchungen zu *Mobidrive* (Zimmermann et al. 2001) wurde bereits gezeigt, dass es zu erheblichen Unterschieden im Verkehrsverhalten in der Woche und an Werktagen kommt. Diese Erkenntnis wird mit der Thurgau-Erhebung noch einmal bestätigt.

Abbildung 23 Mittlere Wegeanzahl nach Wochentag und Beschäftigung



Zur Analyse der Stabilität wurden zunächst die durchschnittlichen Wegehäufigkeiten und Wegelängen nach Wochentagen ausgewertet. Alle betrachteten Personengruppen unternahmen am Wochenende ungefähr einen Weg weniger als an einem Werktag, bei Schülern und Studenten sind es fast 1.5 Wege.

Abbildung 24 Mittlere Wegelänge nach Wochentag und Beschäftigung

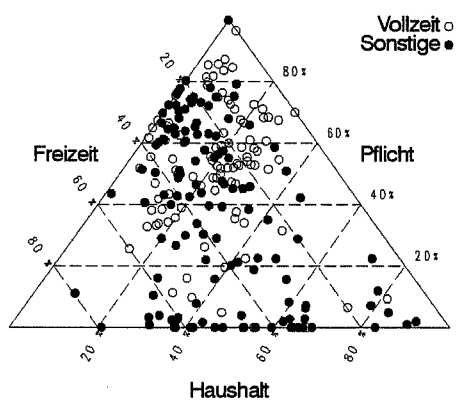


Bei den Wegelängen ergibt sich ein eher uneinheitliches Bild. Während Schüler und Studenten am Wochenende deutliche weitere Wege zurücklegen, sind die Wege von Beschäftigten und Rentnern leicht geringer.

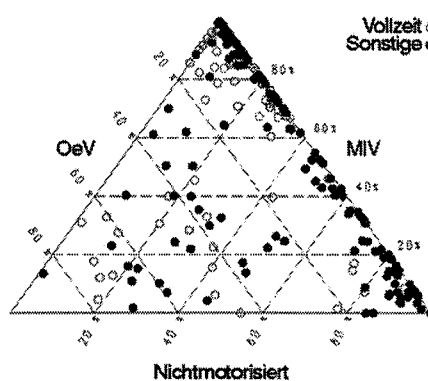
In eintägigen Querschnitterhebungen ist es lediglich möglich, das Verkehrsverhalten von verschiedenen Befragten über mehrere Tage auf einer aggregierten Ebene zu vergleichen. Damit kann aber nicht die Variabilität auf der individuellen Ebene beobachtet werden, da man nicht weiss, ob mögliche Unterschiede sich aufgrund leichter Verhaltensänderungen der Mehrheit der Befragten oder grosse Veränderungen weniger Befragter ergeben. Mit Längsschnittdaten sind solche Verhaltensvariabilitäten aber feststellbar, wie in der folgenden Abbildung 25 gezeigt wird.

Abbildung 25 Individuelle Anteilskombinationen der Wegezwecke¹ und Verkehrsmittelwahl² an Werktagen und am Wochenende für Vollzeitbeschäftigte und Sonstige

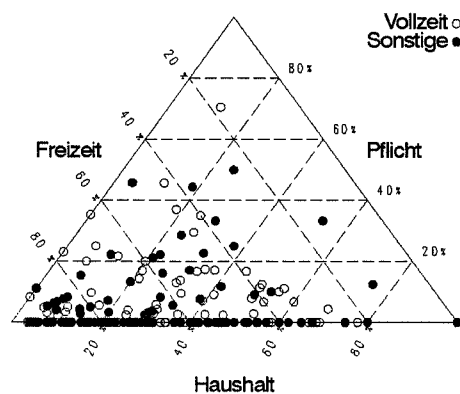
Wegezweck Werktag



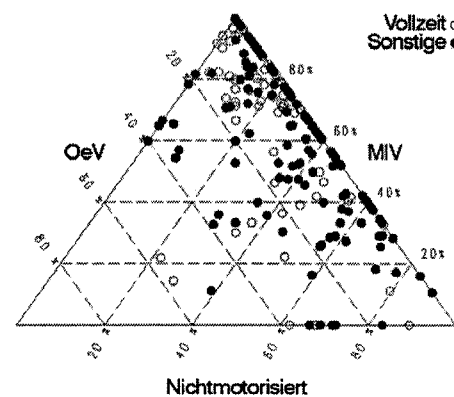
Verkehrsmittelwahl Werktag



Wegezweck Wochenende



Verkehrsmittelwahl Wochenende



¹ Wegezwecke:

- Haushalt: Einkauf, Erledigung/Dienstleistung, jmd. abholen/wegbringen
- Pflicht: zur Ausbildung/Schule, zum Arbeitsplatz, dienstlich/geschäftlich
- Freizeit: Freizeit

² Verkehrsmittel:

- OeV: Bus, Tram, Eisenbahn
- MIV: Mofa, Motorrad, PW als Fahrer oder Mitfahrer
- Nichtmotorisiert: zu Fuß, Fahrrad

6.2 Zielwahl und Aktivitätenräume

Die Geokodierung der Zieladressen im Wegedatensatz erlaubt eine tiefere Analyse der Zielwahl sowie der Grösse und Struktur der individuellen Aktivitätenräume. Über die unterschiedliche Besuchshäufigkeit der Standorte lassen sich somit Aussagen zur Stabilität und Flexibilität des räumlichen Verhaltens treffen.

Die folgenden Ausführungen sollen die Möglichkeiten aufzeigen, die der Thugau-Datensatz für diese Art von Untersuchungen bietet. Die stark beschreibenden Ergebnisse orientieren sich an analogen Arbeiten mit ähnlichen Paneldatensätzen wie *Mobidrive* oder der Borlänge-GPS-Studie (Schönfelder, 2003; Schönfelder und Axhausen, 2003a;b).

Aktivitätenräume

Der mikrogeografische Ansatz des „Aktivitätenraums“ beschreibt die Strukturen der tatsächlich beobachteten Zielwahlentscheidungen der Reisenden und zielt somit unter anderem auf die Darstellung des Gebiets ab, der die besuchten Standorte über einen ausreichend langen Zeitraum enthält.

Aktivitätenräume sind ausdrücklich Indikatoren des *beobachteten* oder *realisierten* Verhaltens. Das Konzept wurde zwar parallel zu einer Reihe verwandter Ansätze zur Beschreibung der individuellen Wahrnehmung, der Kenntnis und Nutzung von Raum in den 70er Jahren entwickelt (vgl. Diskussion in Golledge und Stimson, 1997), hebt sich aber von solchen wie dem Aktionsraum (Horton und Reynolds, 1971), awareness space (Brown und Moore, 1971) oder der Raum-Zeit-Prismen (Lenntorp, 1976) grundlegend ab. Solche Ansätze gehen lediglich auf die Möglichkeiten bzw. Potentiale des Reisens beispielsweise in Abhängigkeit der räumlichen Kenntnis, des Zugangs zu Mobilitätswerkzeugen oder des objektiven Angebots an Besuchs- / Aktivitätenebenen ein.

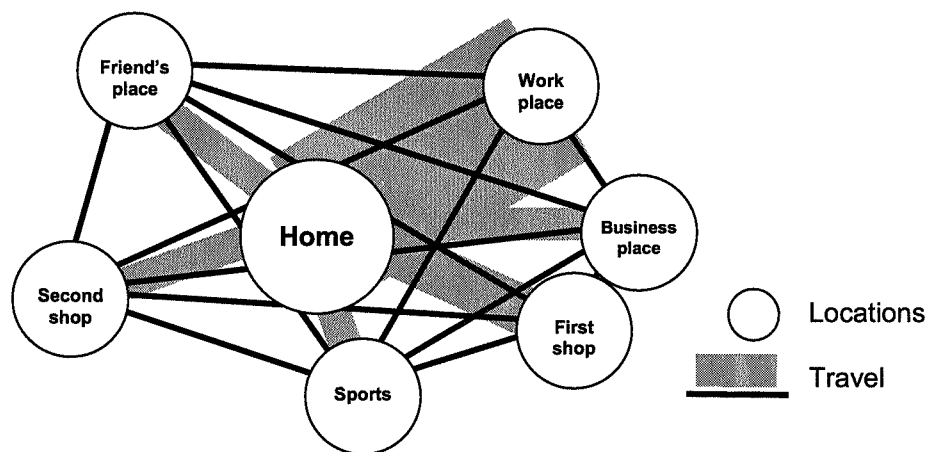
Aktivitätenräume definieren wir als zwei-dimensionale Form, die durch die räumliche Verteilung der Standorte aufgespannt wird, mit denen der Reisende (regelmässig) „in Kontakt steht“. Die Geometrie, Grösse und innere Struktur der Aktivitätenräume werden im Wesentlichen bestimmt durch:

- den Wohnstandort: Lage der Wohnung, Dauer des Wohnsitzes, Ausstattung des Wohnumfelds etc.

- regelmässige Aktivitäten wie Arbeit oder Schule
- der mit den „Zentren des Alltags“ verbundene Verkehrsaufwand

Die schematische Darstellung in Abbildung 26 zeigt beispielhaft einerseits die Hauptaktivitäten einer Person und andererseits die Nachfrageströme und deren Bedeutung zwischen den jeweiligen Standorten.

Abbildung 26 Schematische Darstellung räumlicher Mobilität



Verändert von Maier, Paesler, Ruppert and Schaffer (1977) 57

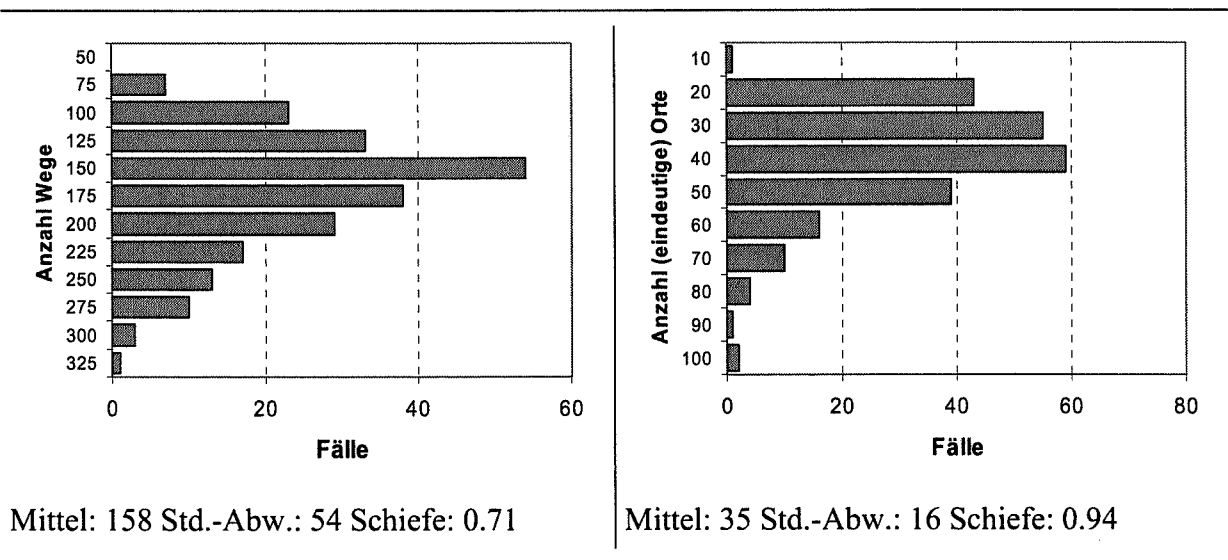
Neben einer flächenhaften Darstellung der Aktivitätenräume ist zunächst auch die Auflistung und Auszählung aller besuchten Standorte im Zeitverlauf interessant. Dies erlaubt unter anderem die Bestimmung des Verhältnisses zwischen der Zahl der zurückgelegten Wege und den eindeutigen Standorten, die Organisation der Alltagsaktivitäten in räumlichen Clustern oder die Stabilität des Standortrepertoires über den Erhebungsverlauf. Letzteres lässt sich mit dem Schlagwort „Innovation“ im räumlichen Verhalten umschreiben, d.h.: Welche Standorte werden über längere Zeiträume immer wieder besucht? Welche „neuen“ Orte kommen über die Berichtswochen hinzu?

Planerisch und politisch zielt die empirische Analyse der individuellen Aktivitätenräume auf die Strukturen der Zielwahlmodellierung hin. Können wir wirklich wie seit dem 19. Jahrhun-

dert davon ausgehen, dass die durch die Reisenden gewählten Standorte gleichmässig im Raum verteilt sind (Lill, 1889)? Dies ist nach wie vor in den meisten Verkehrsmodellen Grundlage des Zielwahlalgorithmus. Es stellt sich hier die Frage, ob nicht der Alternativen-satz der Zielwahl stärker den individuellen Routinen, persönlichen Präferenzen und der räumlichen Kenntnis angepasst werden muss. Die Ergebnisse der *Mobidrive*-Analysen haben beispielsweise gezeigt (Schönfelder, 2003), dass ein grosser Teil der räumlichen Mobilität stark "routinisiert" und auf wenige wichtige Standorte konzentriert ist, was bisher bei der Modellierung vernachlässigt wird. Dabei orientiert sich die Verkehrs- und Aktivitätennachfrage an den Zentren des Alltags, insbesondere der Wohnung.

Zwischen den Reisenden bestehen grosse Unterschiede beim Volumen ihrer Mobilität (Abbildung 27) und insbesondere auch beim Zielwahlverhalten – je nach persönlichen Aktivitätsbedürfnissen, Verpflichtungen und der Einbindung in das Berufsleben (siehe auch Analysen zur allgemeinen Variabilität innerhalb der Stichprobe in den vorangehenden Abschnitten).

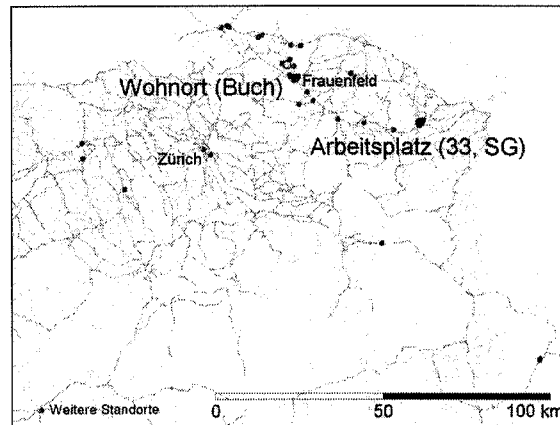
Abbildung 27 Anzahl der Wege und Standorte im Vergleich (N=230)



Beispielhaft werden in den zwei folgenden Abbildungen die besuchten Standorte zweier Personen aus der Thurgau-Erhebung dargestellt. In Abbildung 28 wird der Aktivitätenraum eines 45-jährigen Mannes gezeigt, der alleinstehend ist und in den 6 Wochen insgesamt 171 Wege berichtet hat. Seine zahlreichen Wegziele gehen deutlich über den Kanton Thurgau hinaus. So liegt sein Arbeitsplatz im Kanton St. Gallen, den er insgesamt 33 mal in den 42 Berichtstagen

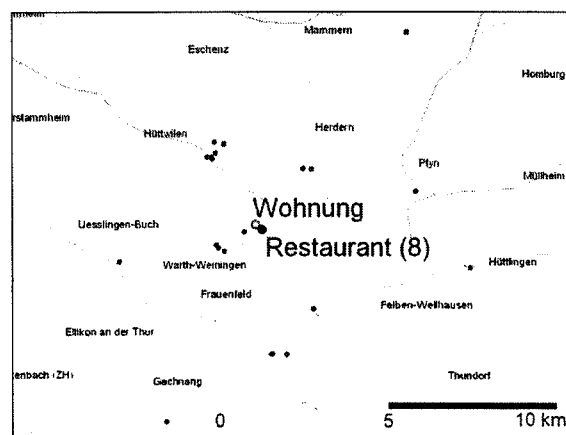
aufsucht. Darüber hinaus berichtet er aber u.a. auch Wege nach Zürich, in den Kanton Aargau und den Kanton Graubünden.

Abbildung 28 Verteilung im Raum: Beispiel 1: Mann, 45, Vollzeit, Alleinstehend, 171 Wege



Demgegenüber ist der Aktivitätenraum eines 71-jährigen, verheirateten Rentners deutlich lokaler ausgerichtet, wie in Abbildung 29 gezeigt wird. Insgesamt hat die Person nur 70 Wege berichtet, wobei ein Restaurant als zweitwichtigster Standort in unmittelbarer Nähe der Wohnung mit acht Mal am häufigsten besucht wurde.

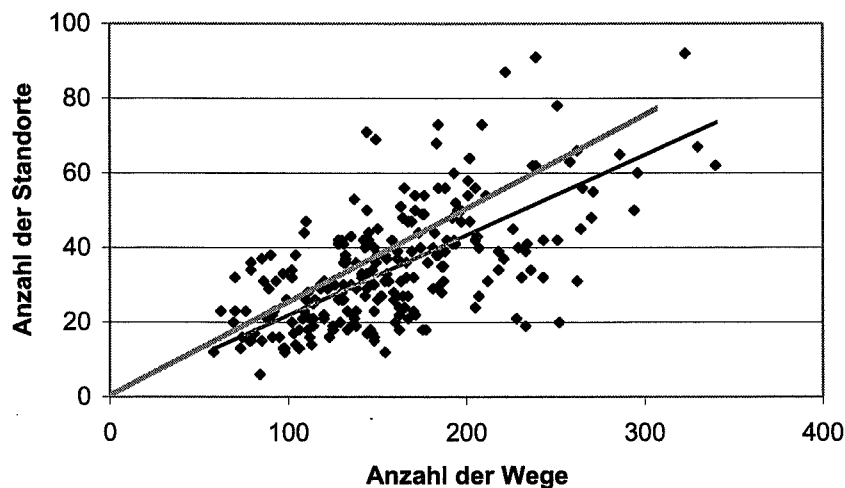
Abbildung 29 Verteilung im Raum: Beispiel 2: Mann, 71, Rentner, Verheiratet, 70 Wege



Wie angedeutet ist einer der Erklärungsansätze für die unterschiedlich disperse Verteilung der Standorte im Raum die schiere Nachfrage nach Mobilität. Im Allgemeinen lässt sich feststellen, dass die Anzahl der eindeutig besuchten Orte, also die Kombination aus Anschrift (Geocode) und Aktivitätszweck, eine Funktion der Wegenachfrage ist (Abbildung 30). Für den Thurgau ergibt sich wie für andere Paneldatensätze wie *Mobidrive* oder dem Uppsala House-

hold Travel Survey von 1971 ein relativ konstantes Verhältnis von etwa einem Ort zu vier bis fünf zurückgelegten Wegen (vgl. auch Schönfelder und Axhausen, 2004)

Abbildung 30 Verhältnis der Wege – Standorte* über den sechswöchigen Berichtszeitraum



* Punkte und schwarze Trendlinie: Alle Wege und Orte aller Befragten (Ratio=0.22; Std.-Abw.=0.37)
Graue Trendlinie (keine Punkte): nur Automobil-Wege/-Orte von regelmässigen Autofahrern (Ratio=0.25; Std.-Abw.=0.48)
Orte (alle): Mittel: 35
Standardabweichung: 16
Schiefe: 0.9

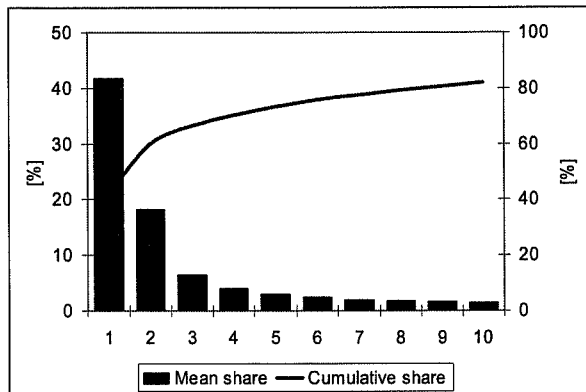
Konzentration der Mobilität in wenigen Standorten

Obwohl Reisende eine Reihe von Standorten nutzen, um ihren Aktivitäten nachzugehen, werden nicht alle gleich häufig frequentiert. Im Gegenteil bestimmt eine geringe Zahl von Orten, die regelmässig aufgesucht werden, das Alltagsverhalten. Aus einer planerischen, aber auch einer methodischen Sichtweise, z.B. was das Design von künftigen Panelerhebungen angeht, erscheint es interessant, wie viele Orte einen substantiellen Ausschnitt des Zielwahlverhaltens beschreiben.

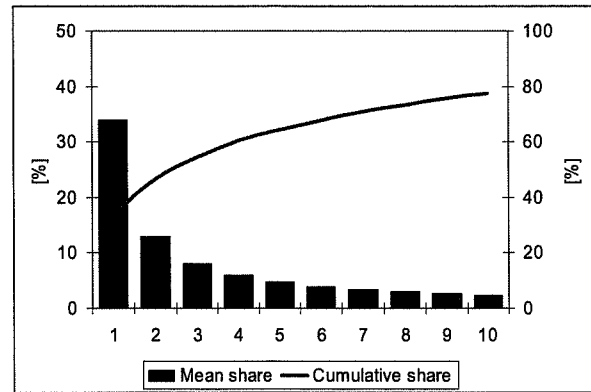
Abbildung 31 zeigt die mittleren Anteile der (Ausserhaus-)Wege zu den 10 wichtigsten/meist besuchten Orten. Der kumulative Anteil der Wege zeigt deutlich die Konzentration auf wenige Orte – aufaddiert entfallen auf die zehn wichtigsten Standorte im Schnitt schon etwa 80 Prozent der Mobilität. Berücksichtigt man, dass im Ganzen etwa 40 Prozent der Wege nach Hause führen (Thurgau: 37 Prozent, zum Vergleich: *Mobidrive*: 42 Prozent), so spricht dies für eine grosse Stabilität im Alltagsverhalten, wenn längere Zeiträume betrachtet werden.

Abbildung 31 Mittlerer Anteil der Wege zu den zehn wichtigsten/meist besuchten Orten im Berichtszeitraum (nur ausserhaus) – zum Vergleich: Mobidrive Hauptstudie

Thurgau (alle Wege)



Mobidrive (alle Wege)



Cluster von Standorten/Aktivitäten

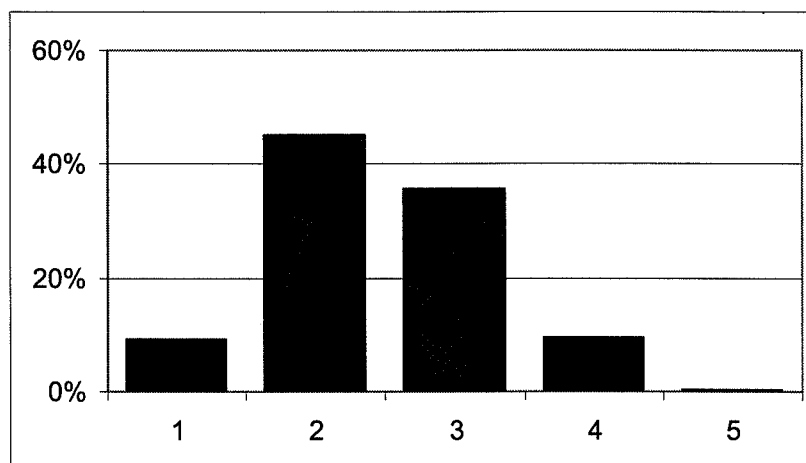
Ein weiterer interessanter Aspekt bei der Zielwahl ist die Frage, wie Reisende ihre Aktivitäten und deren Standorte räumlich „clustern“. Wiederkehrende Bedürfnisse und feste Verpflichtungen bestimmen in der Regel den Alltag und die Nachfrage nach Aktivitäten - damit bilden sich konsequenterweise Strategien heraus, um den Reiseaufwand zu minimieren. Dies geschieht beispielsweise durch die Verknüpfung von Einkaufsaktivitäten im Wohnumfeld oder der Nutzung von benachbarten Freizeitangeboten (Kino, Beiz etc.) in den Innenstädten. Damit reagieren die Reisenden natürlich auch auf das so organisierte Angebot an Gelegenheiten.

Abbildung 32 zeigt, dass fast alle Befragten der Erhebung eine Clusterung ihrer Standorte vornehmen. Geht man von einer groben Definition eines Aktivitätenclusters aus, d.h. in diesem Fall eine Gruppierung der Standorte in einem Umkreis von 1000 Metern Luftlinie, einen minimalen Anteil von 10 Prozent aller Wege, die in den Cluster führen, und mindestens drei

eindeutige Standorte (Adressen), so hat eine grosse Mehrzahl der Befragten zumindest ein solches Zentrum der Aktivitätennachfrage³.

Legt man dieselbe Definition eines Aktivitätenclusters zugrunde, wird klar, dass sich solche Cluster vorrangig rund um den Wohnstandort bilden (Tabelle 25). Dies unterstreicht nochmals die Bedeutung der Wohnung als Zentrum der Aktivitätenmuster. Etwa die Hälfte aller "Clusterzentren", also die wichtigste Kombination Kernaktivität/Standort im Sinne von grösster Besuchshäufigkeit, ist die Wohnung, wobei andere Kombinationen nur geringe Bedeutung haben. Geringfügig andere Ergebnisse ergeben sich für die Gruppe der Vollzeitbeschäftigten. Immerhin ist ein Viertel der Clusterzentren bei ihnen arbeitsbezogen. Trotzdem spricht wenig dafür, dass der Arbeitsplatz und dessen Umgebung eine wichtige Rolle für eine effiziente, weil distanzmindernde Kombination von Arbeit und den anderen Aktivitäten spielt.

Abbildung 32 Anzahl der räumlichen Cluster pro Person* (N=230)



* Cluster gegeben durch: Umkreis 1000m, mindestens 10% aller zurückgelegten Wege im Cluster, mindestens drei eindeutige Standorte/Aktivitäten im Cluster

³ Die Cluster wurden mittels einer *nearest centroid sorting cluster* Methode (Anderberg, 1973) generiert, die im SAS Softwarepaket implementiert ist.

Tabelle 25 Clusterzentren: Zwecke [%] – zum Vergleich: Mobidrive Hauptstudie

Wegzweck	Thurgau alle	Thurgau Vollzeit	Mobidrive alle	Mobidrive Vollzeit
Zu Haus	43	42	55	57
Freizeit	14	10	12	11
Arbeit	15	22	11	24
Schule	8	11	8	1
Täglicher Einkauf	9	5	6	4
Private Erledigungen	3	1	5	0
Grösserer Einkauf	0	1	1	1
Jemanden bringen/holen	4	4	1	1
Dienstlich	4	4	1	0
Anderes	0	0	0	1

Darstellung und Messung von Aktivitätenräumen: Geometrische Formen

Die Dispersion bzw. Konzentration der besuchten Standorte im Raum und damit die Grösse der Aktivitätenräume soll im Folgenden durch zwei Konzepte beschrieben werden, die in früheren Studien zur Visualisierung und Messung räumlicher Mobilität entwickelt worden sind (Schönfelder und Axhausen, 2003a; b). Grundprinzip der *Konfidenzellipsen* und der *Kernel Densities* ist die Transformation eines Punktmusters, d.h. des beobachteten Sets der Standorte für eine Person, in eine flächenhafte geometrische Form. Deren Grösse und Struktur kann zwischen den Reisenden oder für eine Person über die Zeitachse verglichen werden.

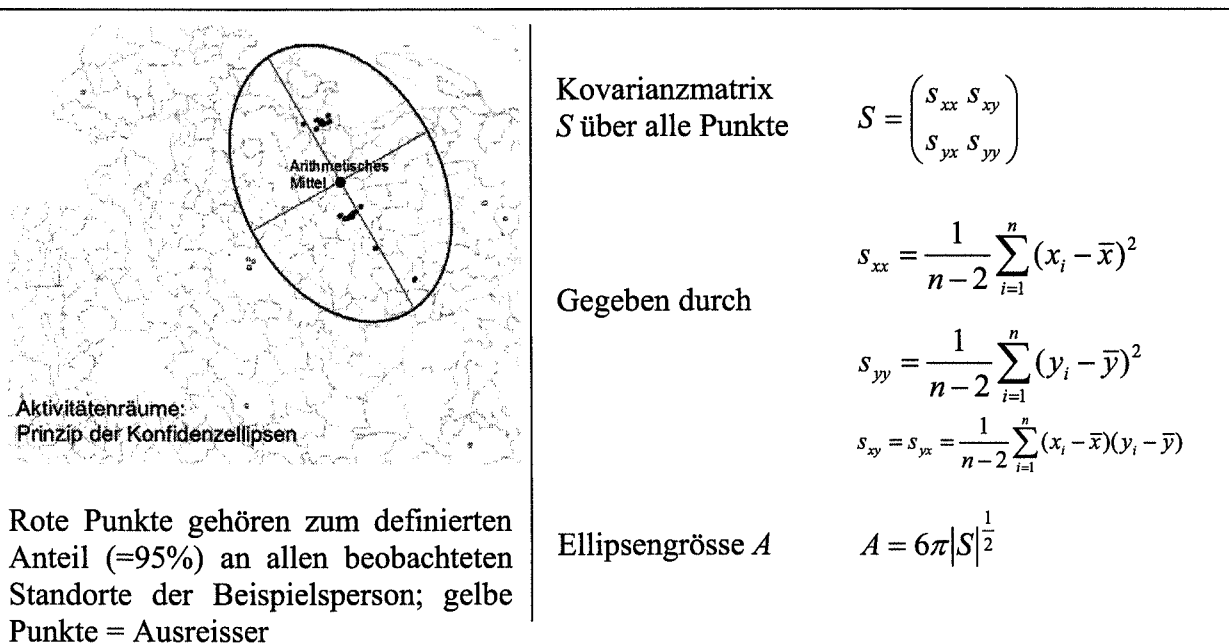
Konfidenzellipsen

Konfidenzellipsen sind eine explorative Methode zur Untersuchung des Verhältnisses zwischen zwei Variablen (bivariate Analyse). Sie werden analog zum Konfidenzintervall in univariaten Fällen häufig zum Hypothesentest oder zur Identifizierung von Ausreissern benutzt. Die Konfidenzellipsen können als die kleinstmögliche Fläche angesehen werden, in der ein definierter Anteil (z.B. 95%) aller Beobachtungen zu finden ist. Ähnliche Techniken zur Messung von Raumnutzung werden in der Habitatforschung in der Tierbiologie (Jennrich und

Turner, 1969; Southwood und Henderson, 2000) oder in den frühen UMOT-Studien (*Unified Mechanism of Travel*) zur Pendlermobilität (Zahavi, 1979; Beckmann, Golob und Zahavi, 1983a; b) verwendet.

Die mathematischen Grundlagen sind in Abbildung 33 gegeben. Dabei fungiert die Grösse der Ellipse als Mass für die Grösse des Aktivitätenraums. Die Orientierung (Ausrichtung) der Ellipse wird durch das Vorzeichen des Korrelationskoeffizienten für die Koordinaten x und y der Standorte bestimmt, die längere Achse durch die Regressionslinie (falls angezeigt).

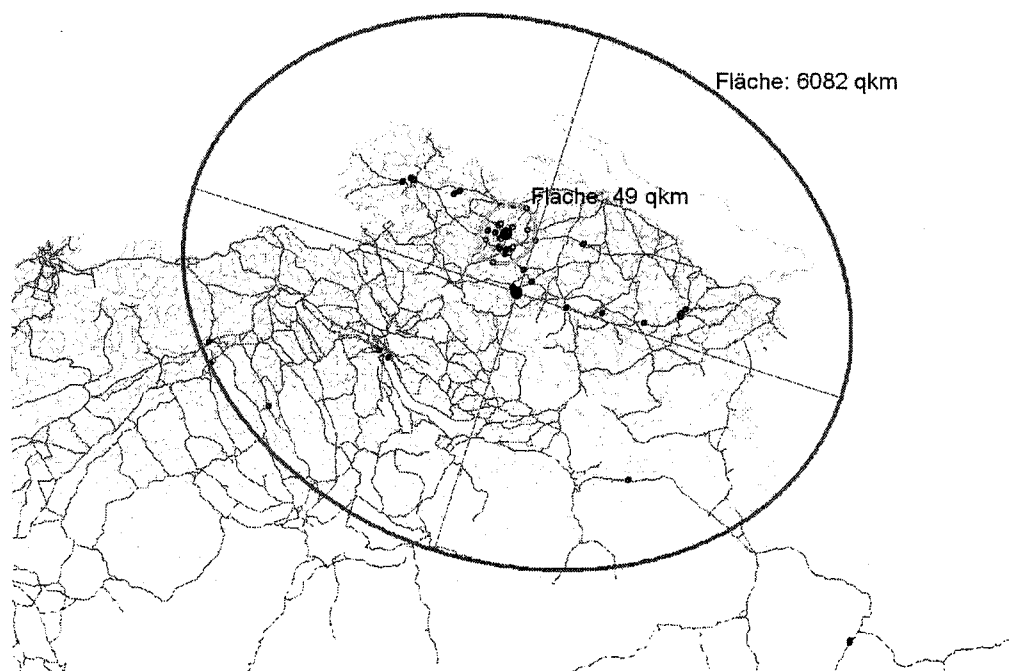
Abbildung 33 Konfidenzellipse – Anwendung als Mass für Aktivitätenräume und mathematische Grundlage



Für die dargestellten Grössen werden im Folgenden nicht die arithmetischen Mittelpunkte aller Standorte zur Berechnung der Kovarianzmatrix S herangezogen, sondern die Koordinate des jeweiligen Haushaltsstandorts. Dies soll einerseits die Bedeutung des Haushaltsstandorts als Lebens- und Mobilitätsmittelpunkt betonen und andererseits einen realen Standort anstatt eines künstlichen Mittelpunkts in die Berechnung einführen. Damit geht ein Teil mathematischer Konsequenz verloren, das Aktivitätenraum-Modell erhält jedoch einen grösseren Realitätsbezug. Weitere Modifikationen wie die Verschmelzung zweier Ellipsen basierend auf Wohnung und Arbeitsplatz als Mittelpunkte sind denkbar (vgl. Holzapfel, 1980).

Abbildung 34 zeigt die errechneten Konfidenzellipsen für die weiter oben dargestellten Standortverteilungen zweier Befragungsteilnehmer. Die Grössenunterschiede sind frappant mit etwa 1:120. Was dieses Beispiel sehr gut zeigt, ist einer der Nachteile des Konzepts, das aufgrund der unveränderlich vorgegebenen Geometrie einen weitaus grösseren Bereich abdeckt als durch die Reisenden gekannt oder genutzt (siehe dazu auch Diskussionen in Schönfelder und Axhausen, 2003a; b). Trotzdem wird die Dispersion der Standorte sehr gut deutlich. Das Konfidenzellipsen-Konzept ebenso wie die weiter unten beschriebenen *kernel densities* sind grobe Modelle von Aktivitätenräume und Zielwahl, die im wesentlichen für den Vergleich zwischen Personen oder für einzelne Personen über den Zeitverlauf geeignet sind.

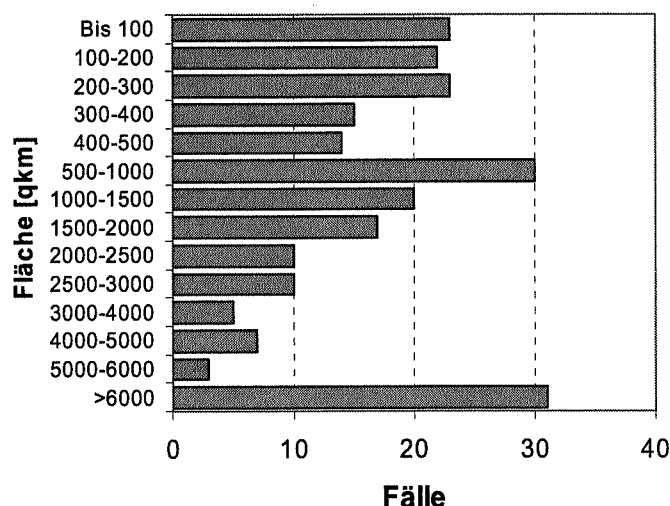
Abbildung 34 Konfidenzellipsen im Vergleich



Die Verteilung der Grössen der Ellipsen für die gesamte Stichprobe ist im Gegensatz zu der Anzahl der Wege und Standorte über den Berichtszeitraum (annähernd normalverteilt) eher uneinheitlich.

Die Ergebnisse zeigen eine linksschiefe Verteilung, wobei es aber einen relativ grossen Anteil an Ausreissern mit sehr grossen Aktivitätenräumen gibt (zu den möglichen Determinanten weiter unten).

Abbildung 35 Aktivitätenraum Grössenunterschiede, gemessen mit Konfidenzellipsen, N = 230



Mittel: 2542; Std.-Abw.: 5117; Schiefe: 6.2

Kerneldichten

Auch bei den Kerneldichten steht die Transformation eines Punktmusters in eine kontinuierliche, flächige Darstellung im Zentrum, allerdings werden hier (Besuchs-)Intensitäten in einem Raum berechnet (Abbildung 36) (vgl. Silverman, 1986 oder Fotheringham, Brunson und Charlton, 2000 sowie Schönfelder und Axhausen, 2003a; b für die Anwendung für Aktivitätenräume). Im Allgemeinen kann man die Methode als Glättungstechnik ansehen, bei der die beobachteten Orte innerhalb der betrachteten Region „generalisiert“ oder genauer „interpoliert“ werden. Die Interpolation führt dann zu einer Berechnung von Dichtewerten für jeden Punkt bzw. jede Zelle im Gesamttraum, für den so eine kontinuierliche Dichteoberfläche entsteht. In vielen Geographischen Informationssystemen (GIS) sind standardmässig Methoden zur Berechnung von Kerneldichten implementiert, wobei die Gesamtregion häufig in ein Ras-

ter mit vielen Zellen zerlegt wird (vgl. Mitchell, 1999). Die Zellen erhalten einen Dichtewert entsprechend der Berechnung.

Das eigentliche Mass für die Grösse des Aktivitätenraums ist hier einerseits definiert als Anzahl der Zellen im Gesamtraum, die einen bestimmten Dichte-Schwellenwert (z.B. >0) übersteigen (Abbildung 36), bzw. als Gesamtfläche, die diese Zellen abdecken. Andererseits kann die Gesamtsumme aller Dichtewerte (Gesamtvolumen) als Mass herangezogen werden. Alle Standorte gehen – wie auch bei den Konfidenzellipsen – mit der Besuchshäufigkeit in die Dichte-Berechnungen ein, was somit die Anzahl der Wege und damit den „Grad der Mobilität“ unmittelbar mitberücksichtigt.

Abbildung 36 Kernel-Dichten: Transformation eines Punktmusters in eine Dichtedarstellung und Prinzip der Grössenbestimmung der Aktivitätenräume

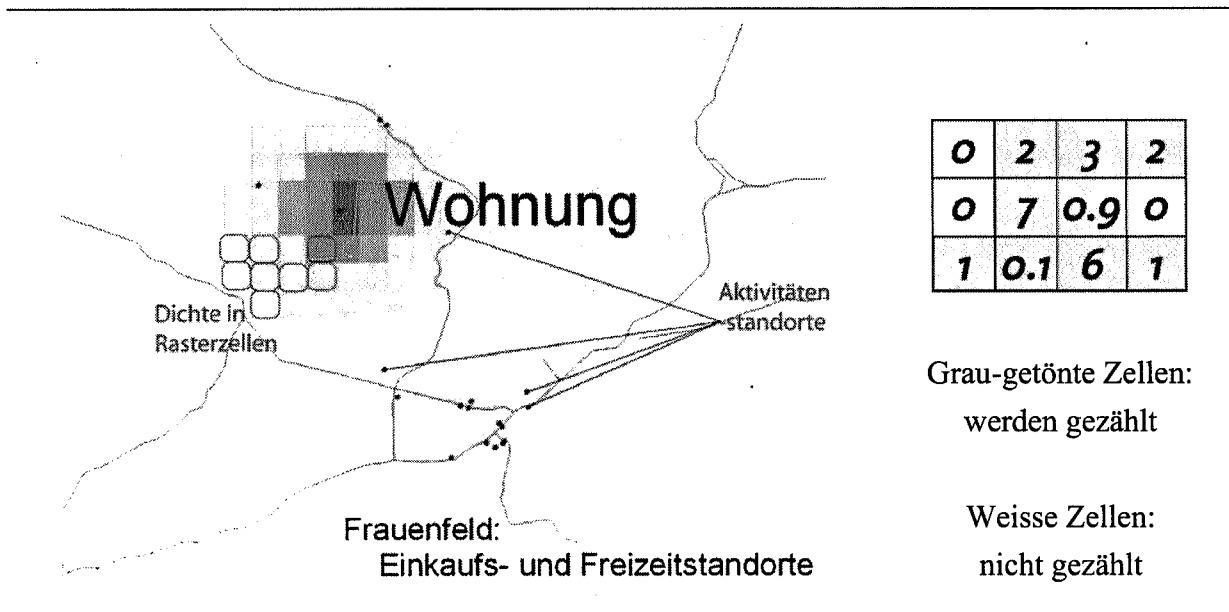
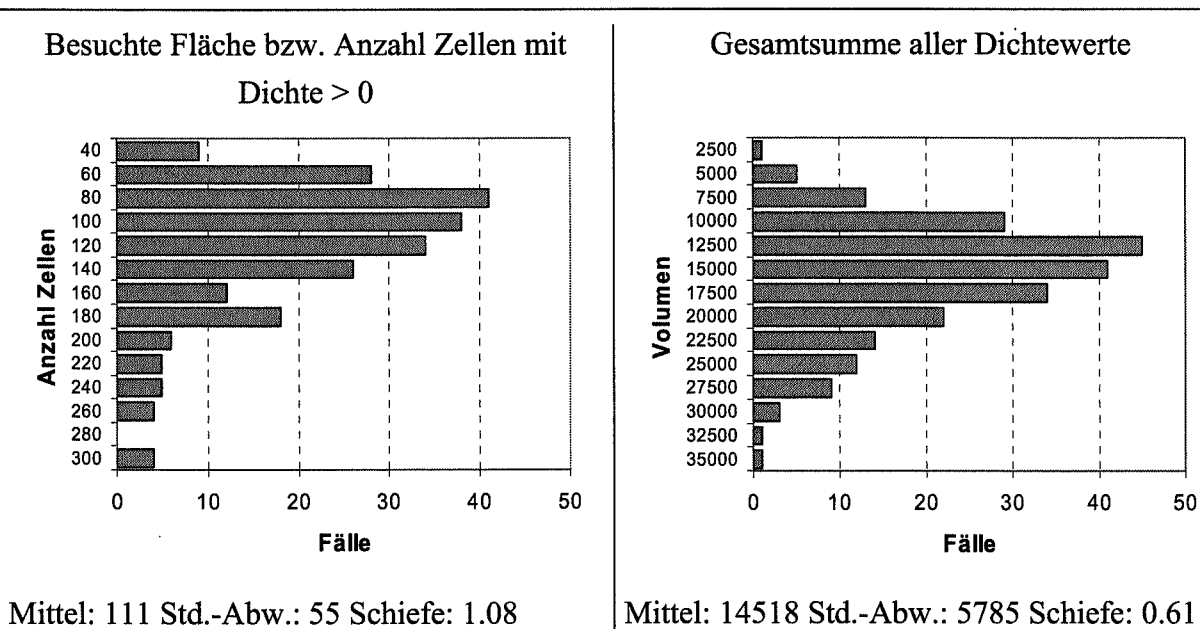


Abbildung 37 Aktivitätenraum-Grössenunterschiede, gemessen nach besuchter Fläche und Gesamtsumme aller Dichtewerte¹



¹ Zellgrösse: [1000*1000m]; (Such-)Radius: 2000m; Referenzgebiet: nur Kanton Thurgau; Skalierungsfaktor: 1000

Die Verteilung der Masszahlen folgt im Gegensatz zu den Ellipsen eher einer Normalverteilung wie bei der Anzahl der Wege und Standorte (siehe oben). Damit orientieren sich die Kerneldichten weitgehend an den Verteilungen der zugrunde liegenden Punktmuster und damit stark nach der Mobilitätsnachfrage. Ausreisser, also Standorte, die gegebenenfalls regelmässig weit entfernt vom eigentlichen Lebensmittelpunkt aufgesucht werden, haben somit einen weit kleineren Einfluss auf die Grössen als bei den Ellipsen.

Determinanten der Grösse

Eine Analyse der Determinanten der Grösse ergibt an dieser Stelle noch kein klares Bild, aber Trends sind trotzdem zu erkennen: Zunächst zeigt Tabelle 26 die Korrelationsstruktur zwischen den Aktivitätenraum-Masszahlen. Wie angedeutet, bestehen sichtbare Zusammenhänge zwischen den Massen selber und dem Mobilitätsvolumen. Die grösste Korrelation – mit einem Zusammenhang von fast 1:1 – besteht eindeutig zwischen der Summe der Kerneldichten

und der Anzahl der Wege. Ähnlich gross ist die Übereinstimmung zwischen der Anzahl der Zellen mit positiver Kerneldichte und der Anzahl der besuchten Standorte. Beides zeigt, dass die „Schwäche“ der beiden Indikatoren in ihrem direkten Zusammenhang mit dem dahinter liegenden Punktmuster besteht. Auf den ersten Blick erscheint dieses Ergebnis unbefriedigend. Die Frage steht im Raum, ob ein Indikator für die Grösse von individuellen Aktivitätsräumen nützlich ist, der allein den Zusammenhang zwischen den Strukturen räumlicher Mobilität und der schieren Menge der Wege anzeigt. Andererseits bestätigt dieses Ergebnis unsere Erwartungen – es zeigt, dass die Nutzung und die Kenntnis von Raum eine Funktion der Kontakthäufigkeit bzw. Aktivität der Reisenden ist.

Tabelle 26 Pearson Korrelationskoeffizienten: Mobilitätsvolumen und Grösse der Aktivitätsräume

	Anzahl der (eindeutigen) Standorte	Fläche 95% Konfidenzellipse	Anzahl der Zellen mit positiver Kerneldichte	„Volumen“ mit positiver Kerneldichte
Anzahl der Wege	0.6*	-0.1**	0.4*	0.9*
Anzahl der (eindeutigen) Standorte		0.2*	0.7*	0.5*
Fläche 95% Konfidenzellipse				-0.3*
Anzahl der Zellen mit positiver Kerneldichte				0.4*
N	230	230	230	230

Signifikanzniveau: * 0.05 (beidseitig); ** 0.1 (beidseitig)

Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse eines General Linear Models (GLM) gehen auf ausgewählte sozio-ökonomische Charakteristika der Reisenden ein. GLM kombinieren eine Varianzanalyse für kategoriale Variablen mit einer Regression für kontinuierliche (vgl. SAS

Institute, 1990). Die Signifikanzniveaus in Tabelle 27 implizieren, dass eine oder mehrere der Kategorien einer Variable signifikant unterschiedlich gegenüber der Stichprobe ist/sind.

Wieder sind die Resultate nicht durchgängig eindeutig, was die Determinanten der Grösse der Aktivitätenräume angeht. Der Level der Varianzaufklärung ist für die Konfidenzellipsen am geringsten, bei den Kerneldichten, insbesondere beim Volumen-Mass, ist sie sehr hoch, was wiederum an der starken Abhängigkeit von den Besuchshäufigkeiten und der Anzahl der Wege im allgemeinen liegt. Die F-Werte für die Kovariablen ‚Anzahl der besuchten Standorte‘ und ‚Anzahl der Wege‘ sind hier ausserordentlich hoch.

Tabelle 27 Zusammenfassung der GLM Ergebnisse nach Masszahl: Signifikanzniveaus (gewichtet nach mobilen Tagen)

Variable	Konfidenzellipse	Anzahl der Zellen mit positiver Kerneldichte	Summe der Kerneldichten („Volumen“)
Alter	**		
Vollzeitbeschäftigt			**
Einkommen pro HH-Mitglied	***		***
Hauptnutzer PW			
Dorf		***	
Hauptnutzer PW * Dorf			
Besitzt Zeitkarte		***	***
Männlich			**
Anzahl der besuchten Standorte	***	***	***
Anzahl der Wege	***		***
N	229	229	229
Adjusted R ²	0.24	0.64	0.91
* = significance level between 0.15 and 0.10			
** = significance level between 0.10 and 0.05			
*** = significance level below 0.05			

Für die anderen Kovariablen können Zusammenhänge analysiert werden, die jedoch wie angemerkt auf diesem Level der Analyse keine endgültige Einsicht in die Determinanten der Aktivitätenräume bringt. So legen Zeitkartenbesitzer tendenziell weniger Wege zurück, haben dementsprechend ein kleineres Repertoire an eindeutigen Standorten und kleinere Aktivitätenräume, was die Kerneldichten angeht. Das Pro-Kopf-Haushaltseinkommen wirkt sich in der Regression tendenziell positiv auf die Grösse der Konfidenzellipsen aus, dagegen leicht negativ auf die Summe der Kerneldichten.

An dieser Stelle bleibt festzuhalten, dass bei der Analyse der Determinanten der Grösse und der Struktur der Aktivitätenräume mehr Anstrengungen unternommen werden müssen, Zusammenhänge über den Grad der Mobilität der Befragten (Anzahl der Wege und Standorte) zu identifizieren. Die Untersuchung weiterer geeigneter Paneldatensätze (wie beispielsweise in Schönfelder und Axhausen, 2004) wird mehr Aufschluss darüber bringen.

6.3 Rhythmik der Aktivitätennachfrage

Zu den Gesichtspunkten, die aufgrund der ungenügenden Datenlage bis Ende der 90er Jahre wenig analysiert wurden, gehört die Regelmässigkeit bzw. die Rhythmik der Aktivitätennachfrage über längere Zeiträume. Als strukturelle Elemente von Rhythmen gelten im Allgemeinen deren Amplituden sowie Periodizität. Bezogen auf Aktivitätenmuster bedeutet dies, dass einerseits ein bzw. mehrere Attribute eines Wegs oder einer Aktivität (=Amplitude) und andererseits die Anordnung bzw. Länge der Zeitintervalle zwischen gleichartigen Mustern (=Periodizität) beschrieben werden sollen. Im Mittelpunkt dieser Untersuchung steht die Periodizität der Nachfrage, die mit einem geeigneten Ansatz modelliert werden soll.

Mit den *Mobidrive*-Daten wurden dahingehend verschiedene ökonometrische Untersuchungen angestellt (Schönfelder und Axhausen, 2000, 2001, Fraschini und Axhausen, 2001; Bhat, Srinivasan und Axhausen, 2003; Bhat, Frusti, Zhao, Schönfelder, Axhausen, 2004), die sich in Auswahl und Komplexität des Modellansatzes sowie in der Fragestellung unterscheiden. Schon auf der deskriptiven Ebene konnte gezeigt werden, dass die Aktivitätennachfrage sich erwartungsgemäss zwischen den Verkehrsteilnehmenden stark unterscheidet und sich für die einzelnen Individuen unterschiedliche Tages- und Wochenmuster herausbilden,

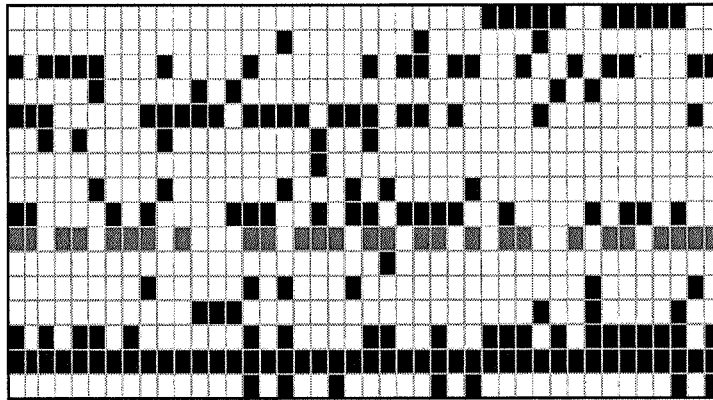
Abbildung 38 zeigt das Aktivitätenmuster von drei Teilnehmenden der Thurgau-Erhebung über die 42 Tage der Befragung. Jedes der schwarz markierten Kästchen zeigt an, dass die links aufgelistete Aktivität mindestens einmal am Berichtstag ausgeführt wurde. Deutlich sichtbar werden in dieser Darstellung einerseits Muster der Regelmässigkeit für viele obliga-

torische, aber auch vermeintlich nicht-bindende Aktivitätentypen wie aktiver Sport und andererseits die sporadische oder flexible Nachfrage nach Aktivitäten mit für den einzelnen geringerer Priorität bzw. geringerem Zwang (z.B. Begleitung oder Freunde Treffen). Zudem kann gezeigt werden, dass oft innerhalb des Haushalts gemeinsam Aktivitäten ausgeführt werden (oben: gemeinsame Aktivität Aktiver Sport - helle Schraffur), was an die tiefere Analyse und Modellierung des Verkehrsverhaltens besondere Ansprüche stellt (siehe dazu auch die Arbeiten zum Household Activity Scheduling, z.B. Doherty und Miller, 2000).

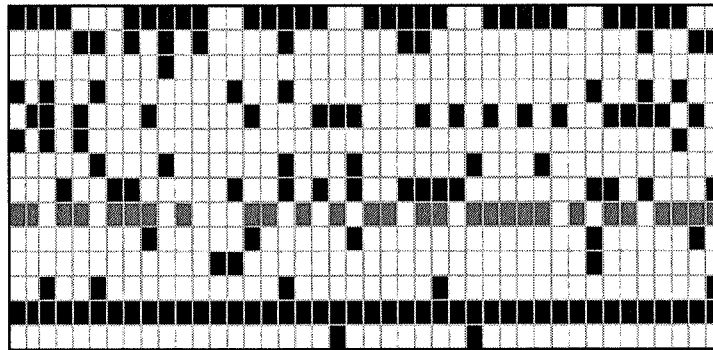
Abbildung 38 Beispiel Aktivitätennachfrage

2-Personen-Haushalt. Oben: Mann, 37, „Hausmann“; Unten: Frau: 35, berufstätig:

- Arbeit
- Beruflich
- Ausbildung/Schule
- Begleitung
- Einkauf täglich
- Einkauf Langfrist
- Private Erledigung
- Treffen Familie
- Vereinstreffen
- Sport aktiv
- Ausflug Natur
- Spaziergang
- Ausflug Kultur
- Ausgang, Kino etc.
- Nach Hause
- Sonstiges

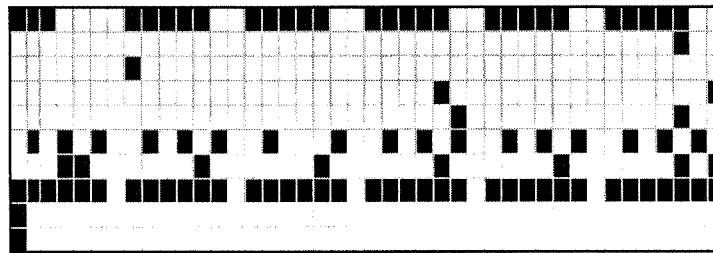


- Arbeit
- Ausbildung/Schule
- Weiterbildung (Freizeit)
- Begleitung
- Einkauf täglich
- Einkauf Langfrist
- Treffen Familie
- Vereinstreffen
- Sport aktiv
- Spaziergang
- Ausflug Kultur
- Ausgang, Kino etc.
- Nach Hause
- Sonstiges



Schüler, 17:

- Ausbildung/Schule
- Einkauf täglich
- Private Erledigung
- Treffen Freunde
- Vereinstreffen
- Sport aktiv
- Ausgang, Kino etc.
- Nach Hause
- Sonstiges
- Nebenjob (unengeltlich)



Survival Analysis

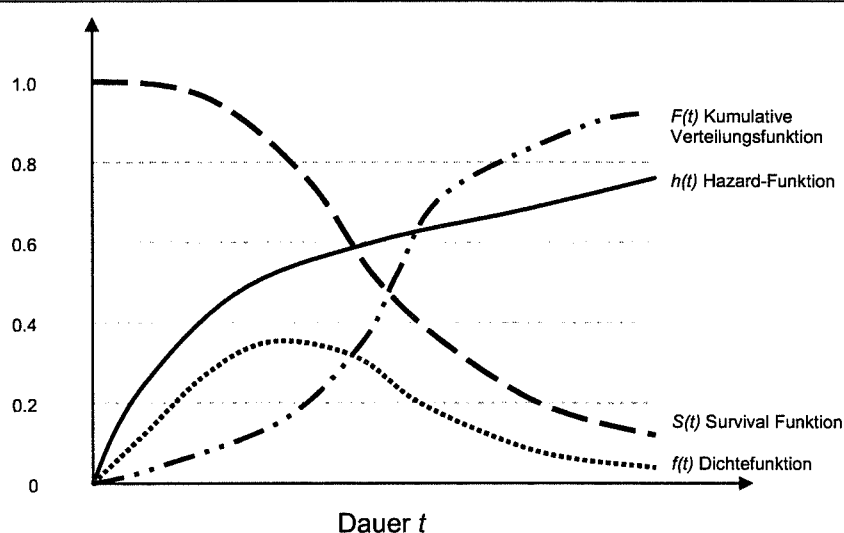
Als geeigneter Rahmen zur Modellierung der Zusammenhänge zwischen der Aufnahme einer Aktivität, der Dauer seit der Aufnahme bzw. Beendigung der letzten gleichartigen Tätigkeit und der Charakteristika von Reise und Reisenden bietet sich die Technik der *Survival Analysis* an (siehe Kalbfleisch und Prentice, 1980 sowie Hensher und Mannering, 1994 oder Bhat,

2000 für die Anwendung im Verkehrswesen). Survival analysis findet in anderen technischen und gesellschaftlichen Bereichen wie der Biometrie, dem Maschinenbau oder der Marktforschung schon länger Anwendung und wird überall dort eingesetzt, wo der Zeitpunkt des Eintritts eines bestimmten Ereignisses prognostiziert werden soll. Gegenüber herkömmlichen Anwendungen wie den linearen Regressionsmodellen hat Survival Analysis den Vorteil, dass Daten modelliert werden können, die ausschliesslich positiv vorliegen und/oder nur teilweise erfasst sind (sogenannte „zensierte Daten“) (Hosmer und Lemeshow, 1999). Beides trifft in der Regel für Dauerdaten zu.

Grundlegendes Prinzip der Survival Analysis ist, dass der Eintritt eines Ereignisses (wie die Aufnahme einer Aktivität) in einem bestimmten Zeitraum als Wahrscheinlichkeits- oder Risikofunktion (*hazard function*) definiert werden kann. Die *hazard function* beschreibt die Wahrscheinlichkeit bzw. genauer das unmittelbare Risiko, dass der Eintritt eines Ereignisses in einer Zeitspanne $(t, t+\Delta t)$ zu erwarten ist – vorausgesetzt, dass das Ereignis bis zum Zeitpunkt t nicht eingetreten ist. Damit kommen nur Ereignisse in Frage, die zur aktuellen Risikogruppe (*risk set*) gehören, d.h. die bis Beginn des Intervalls $t+\Delta t$ noch nicht beobachtet worden. Man spricht deswegen bei der hazard function von *bedingter Wahrscheinlichkeit*.

Eine gute Einführung in die Mathematik der Survival Analysis ist die Darstellung der hazard function anhand ihrer verwandten und korrespondierenden Funktionen Kumulative Verteilungsfunktion $F(t)$, Verteilungsfunktion $f(t)$ und Survival Funktion $S(t)$.

Abbildung 39 Survival Analysis: Funktionen



Quelle: Verändert nach Hensher und Mannering (1994) 67

Die kumulative Verteilungsfunktion $F(t)$ ist gegeben durch

$$F(t) = P[T < t] \quad (1)$$

Sie gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass die Aufnahme einer Aktivität vor oder genau an einem gewählten Zeitpunkt t liegt. Könnten der Wert von F für jeden Wert von t bestimmt werden, wüssten wir alles wesentliche über die Verteilung von T und damit über die allgemeine Verteilung der Intervalldauern der entsprechenden Rhythmen.

Üblicherweise steht in Anwendungen von Survival Analysis das Überleben von Prozessen über einen gegebenen Zeitpunkt hinaus im Mittelpunkt des Interesses. Die Survival Funktion $S(t)$ drückt gerade diese Wahrscheinlichkeit des „Überlebens“ über t hinaus aus. Die Funktion kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen, mit $S(0) = 1$. Die Form hat je nach Eigenschaft der beobachteten Prozesse verschiedenste Ausprägungen, ist aufgrund der beschriebenen Restriktionen in der Regel jedoch fallend.

$$S(t) = \Pr[T \geq t] = 1 - F(t) \quad (2)$$

Korrespondierend zur Survival Funktion ergibt sich die Wahrscheinlichkeitsdichte bzw. *Probability Density Function*. Als erste Ableitung der Kumulativen Verteilungsfunktion spielt sie bei der späteren Modellentwicklung eine wichtige Rolle, da Annahmen zur unbestimmten Verteilung von T wesentlichen Einfluss auf die auf die Schätzwerte für die Intervalldauern haben.

$$f(t) = dF(t) / dt = -dS(t) / dt = \lim_{dt \rightarrow 0} \frac{\Pr(t \leq T < t + dt)}{dt} \quad (3)$$

Die gängigste Darstellungsform für Verteilungen von Dauern ist die *hazard function* $h(t)$. Alle drei beschriebenen Funktionen können auf die Hazard-Funktion zurückgeführt werden. Wie oben schon beschrieben, schätzt sie das unmittelbare Risiko des Eintritts eines Ereignisses, ohne dass dieses vorher beobachtet wurde. Im Gegensatz zur *Probability Density Function* spricht man bei der hazard function von abhängiger (bedingter) Dichte, die sich aus der Restriktion zum *risk set* (s.o.) ergibt.

$$h(t) = f(t) / S(t) = \lim_{dt \rightarrow \infty} \frac{\Pr(t \leq T < t + dt | T \geq t)}{dt} \quad (4)$$

In Untersuchungen wie dieser, in der die Unterschiede der Nachfragestruktur zwischen Personen im Mittelpunkt stehen, stellt sich die Frage nach der Integration der persönlichen Eigenschaften des/der Reisenden in die Modellstruktur. Prinzipiell spricht man hier von *Proportional Hazard Models*. In den Proportional Hazards werden die zusätzlichen erklärenden Variablen als Funktion eines multi-dimensionalen Vektors definiert (X), die multiplikatorisch auf die zugrunde liegende Hazard-Funktion (*baseline hazard*) wirkt

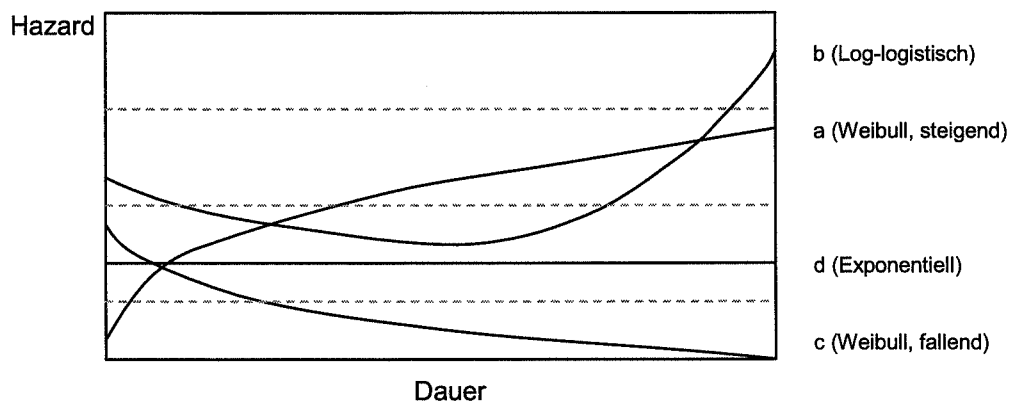
$$h(t|X) = h_0(t)g_0(X) = h_0(t)\exp(\beta X) \quad (5)$$

Die Eigenschaften der Hazardfunktion für die verschiedenen Individuen ändern sich somit analog zur Ausprägung der Kovariablen. Die Hazardrate eines Prozesses (eines Individuums) ist ein fester Anteil der Hazardrate aller anderen Prozesse. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass das Verhältnis der verschiedenen hazards eines Modells für bestimmte Sets von Kovariablen über die Zeit konstant bleibt ($\approx h_1/h_2$).

Der semi-parametrische Ansatz nach Han und Hausman (1990)

Der Verlauf der *hazard function* wird wesentlich dadurch beeinflusst, welche Verteilungsannahmen für die zugrunde liegenden Prozesse gemacht werden, die die Länge der Intervalle steuern (*baseline hazard*). Dabei kann die hazard function verschiedene Formen annehmen (Abbildung 40). Möglich sind unter anderem eine monoton-steigende (a), eine U-förmige (b), eine monoton-fallende (c) oder eine konstante Ausprägung (d). Bei monoton-ansteigenden Hazardraten (Weibullverteilung) kann man von Prozessen wie Entscheidungsfindungen ausgehen, deren Beendigung immer wahrscheinlicher wird, desto länger sie dauern. Prozesse, deren Beendigung mit fortschreitender Dauer unwahrscheinlicher wird, erzeugen eine monoton-fallende Hazardrate (ebenso Weibull). Eine konstante Ausprägung des Graphen (Exponentialverteilung) spiegelt dagegen Prozesse wieder, bei denen kein erkennbarer Zusammenhang zwischen dem Andauern und dem Abbruch des Vorgangs besteht. Letztlich sind auch Verläufe (wie bei b) vorstellbar, die keinen monotonen Charakter aufweisen (Log-logistische Verteilung).

Abbildung 40 Formen der hazard function entsprechend Verteilungsannahmen



Quelle: Nach Ettema *et al.* (1995) 102

Die gezeigten Verteilungen werden als *voll-parametrisch* bezeichnet, da sowohl die *baseline hazard* spezifiziert wird als auch die Möglichkeit besteht, die Effekte von Kovariablen auf die (Intervall-)Dauern zu analysieren. Alle Verteilungen sind prinzipiell geeignet, Dauerprozesse auch für die Strukturen der Aktivitätennachfrage zu beschreiben. Allerdings kann eine falsche Verteilungsannahme zu einer inkorrekten Schätzung der *baseline hazard* führen (Meyer, 1990). Zudem sind a-priori-Annahmen zum Verlauf von Dauerprozessen theoretisch in vielen Fällen schwer zu begründen. Beispielsweise ist es fraglich, ob der Verlauf des Bedürfnisaufbaus zwischen zwei gleichartigen Aktivitäten monoton steigend ist und damit einer Weibull-Verteilung nahe kommt. Möglich wäre ja, dass die Befriedigung des Bedürfnisses zwischenzeitlich durch andere Aktivitäten substituiert werden könnte, individuelle oder gemeinsame Planungen im Haushaltszusammenhang spontan abgeändert werden oder von aussen die Möglichkeit nicht mehr gegeben ist, die Aktivität durchzuführen.

Diesen Restriktionen wird seit den 70er Jahre mit der Entwicklung von so genannten *semi-parametrischen* Modellen begegnet (Prentice, 1976; Cox, 1972; Prentice and Goeckler, 1978; Meyer, 1987). Sie erlauben es, auf Verteilungsannahmen für den *hazard* zu verzichten, aber die Interaktionen von Kovariablen im Modell zu berücksichtigen. Der populäre Cox-Ansatz (Cox, 1972) wurde für die *Mobidrive*-Daten schon erfolgreich angewendet (Schönfelder und Axhausen, 2001).

Ein weiterer semi-parametrischer Ansatz soll Grundlage für die hier angestellte Analyse sein und im folgenden eingeführt werden. Han und Hausman (1990) formulieren ein flexibles proportionales Hazard-Modell (*ordered response model*), das konzeptionell eher der Gruppe der Entscheidungsmodelle zugeordnet wird. Die Dauern werden nicht wie berichtet kontinuierlich behandelt sondern kategorisiert. Die kontinuierlichen Intervalle t_i (z.B. 26 Stunden) werden in beliebig zu wählende k Kategorien umgewandelt, wobei die Klassengrenzen in dieser Anwendung auf einen Tag festgelegt werden ($t = 1, 2, 3, \text{etc.}$). Jede der Klassen sollte allerdings mindestens zweimal besetzt sein⁴.

Im Vergleich zum Cox-Ansatz hat das Modell den Vorteil, dass es für auch Samples mit vielen identischen Werten (*ties*) effizient angewendet werden kann und es Probleme mit unbeobachteter Heterogenität umgeht. Zudem haben die Klassengrößen keinen Einfluss auf die Parameter der Kovariablen, so dass die Klassifizierung der Stichprobengröße angepasst werden kann.

Generell basiert das Modell auf folgender Annahme:

$$y = \beta X_i + \varepsilon_i \quad (6)$$

$$\begin{aligned} y_i &= 0 && \text{if } y \leq i_0 \\ 1 &&& \text{if } i_0 < y \leq i_1 \\ 2 &&& \text{if } i_1 < y \leq i_2 \\ \dots &&& \\ J &&& \text{if } y > i_{j-1} \end{aligned}$$

Mit X_i multiplikatorischer Vektor mit Effekt auf Hazardrate (Eigenschaften der Aktivität und/oder Person)

$$\begin{aligned} \beta_i & \text{ Parameter} \\ \varepsilon_i & \text{ Schätzfehler} \end{aligned}$$

Zu den Elementen der Präferenzgleichung ist hinzuzufügen, dass von einem zeitkonstanten Charakter der Variablen X ausgegangen wird, d.h. dass im Zeitverlauf keine Änderung ihrer Ausprägung auftreten. Der Schätzfehler ε beschreibt unbeobachtete Einflüsse auf die Inter-

⁴ Es ist klar, dass eine Klassifizierung bzw. Diskretisierung der Zeitskala gegebenenfalls ein Widerspruch zu den kontinuierlichen Prozessen ist, die die Intervalle steuern – dies kann jedoch als Rundung der berichteten Dauern angesehen werden. Im speziellen Fall der Aktivitätennachfrage, bei der ohnehin die meisten ausserhäuslichen Aktivitäten nur einmal am Berichtstag ausgeführt werden, kann dies ohne grösseren Informationsverlust in Kauf genommen werden.

valdauern. Das semiparametrische Modell basiert auf der Annahme, dass seine Verteilung logistisch oder normal ist.

Han und Hausman beginnen ihre eigentliche Modelherleitung mit der *proportional hazard* Spezifikation von Prentice (1976):

$$h(t) = \lim_{dt \rightarrow \infty} \frac{\Pr(t \leq T < t + dt | T \geq t)}{dt} = h_0(t) \exp(\beta_i X) \quad (7)$$

Eine logarithmische Umformung dessen führt zu (integrierter hazard):

$$\log \int_0^{t_i} h_0(t) dt = X_i \beta + \varepsilon_i \quad (8)$$

Mit einer Extremwertverteilung für ε_i

$$F(\varepsilon_i) = \exp(-\exp(\varepsilon_i)) \quad (9)$$

Im weiteren wird definiert

$$\log \int_0^{t_i} h_0(t) dt = \delta_T \quad (10)$$

Mit $T=1, \dots, B$

was zu einer zu einer Eintrittswahrscheinlichkeit P in Periode t für Individuum i führt:

$$P[B_{i-1} < T_i < B_i] = \log \int_{\delta_{T-1}}^{\delta_T} \frac{-X_i \beta}{-X_i \beta} f(\varepsilon) d\varepsilon \quad (11)$$

Die Logarithmen der integrierten baseline hazards, δ_i , werden in den einzelnen Perioden als Konstanten behandelt und mit den (unbekannten) Parametern β_i geschätzt.

Die Log-likelihood function ergibt sich, wenn eine Indikatorvariable y_{it} definiert, mit den Ausprägungen

$$y_{it} = \begin{cases} 1 & \text{wenn } \varepsilon < -1; \\ 0 & \end{cases}$$

$$\log L = \sum_i \sum_T y_{iT} \log \int_{\delta_{T-1}}^{\delta_T} \frac{-X_i \beta}{-X_i \beta} f(\varepsilon) d\varepsilon \quad (12)$$

Die Verteilungssannahmen für den Schätzfehler ε bestimmen die Form des Modells. Geht man von einer Standardnormalverteilung aus, so ergibt sich eine ordered probit Form, bei einer Extremwertverteilung für ε dagegen ordered logit. Nur letztere erfüllt strikt die proportional hazard Spezifizierung aus (7) und (8). Bei der Ähnlichkeit der Verteilungen (Normal- und Extremwertverteilung unterscheiden sich in der Regel nur an den Rändern) erhält man jedoch auch mit dem ordered probit Modell eine gute Annäherung.

Schliesslich kann die *hazard rate* geschätzt werden mit

$$h(t) = \text{Prob}[t_j < t < t_j + 1] / \text{Prob}(t \geq t_j) \quad (13)$$

Diese wird mittels der prognostizierten Zellwahrscheinlichkeiten für das Hazardmodell an den Mittelwerten der unabhängigen Variablen berechnet. Diese Wahrscheinlichkeiten werden durch die Intervallbreite dividiert, falls Werte gegeben sind, die dies zulassen (Greene, 1998).

Daten und Ergebnisse

Die folgenden Analysen der rhythmischen Strukturen mittels des Han und Hausman-Ansatzes (Han und Hausman, 1990) beziehen sich auf eine Auswahl von Aktivitätszwecken. Analog zu *Mobidrive* wurden die Teilnehmenden der Thurgau-Erhebung gebeten, den Zweck von Freizeit- und sonstigen Aktivitäten explizit zu benennen. Damit ergibt sich die Möglichkeit, eine Kategorisierung der Zwecke vorzunehmen, die über die übliche Zahl von etwa 10 hinausgeht. Die Kategorisierung orientiert sich an der Skala des Forschungsprojekts City:mobil (Götz, Jahn und Schultz, 1997), die im Anhang D zu finden ist.

Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt auf Aktivitäten aus dem Bereich Freizeit und Versorgung. Überwiegend obligatorische Aktivitäten (vor allem Arbeit und Schule/Ausbildung) werden nicht berücksichtigt, da unterstellt werden kann, dass diese ohnehin starken Regelmässigkeiten auf der Tagesebene folgen. Damit soll jedoch nicht in Frage gestellt werden, dass wichtige und interessante Untersuchungen zur Variabilität und Stabilität der Pflichtakti-

vitäten angestellt werden können. Verwiesen sei hier beispielsweise auf die früheren Arbeiten zur Dynamik der Abfahrtszeiten bei Arbeitswegen von Mahmassani und anderen (z.B. Mahmassani und Chang, 1986).

Folgende Aktivitätszwecke gehen in die Analyse ein

- Kurzfristiger Einkauf
- Langfristiger Einkauf
- Private Erledigungen (Behörden, Ärzte etc.)
- Vereinstreffen
- Aktiver Sport
- Treffen von Familienmitgliedern
- Treffen von Bekannten und Freunden
- Spaziergang
- Ausgang (Kneipe, Disco, Restaurant etc.)
- Ausflug in die Natur

Wichtige Charakteristika der einzelnen Aktivitäten sind in Tabelle 28 beschrieben. Was deutlich wird ist, dass trotz der feinen Kategorisierung der Aktivitäten eine grosse Varianz bei den Kennwerten besteht, insbesondere bei den Aktivitätendauern. Von planerischem – und letztlich politischem Interesse – ist sicher auch der Modal-Split bzw. der Anteil des Automobils an den Wegen für die einzelnen Aktivitätenkategorien. Eine wirksame Angebotsplanung bzw. Nachfragesteuerung im Verkehr erfordert ohne Zweifel eine Wegzweck-orientierte Analyse und Prognose.

Tabelle 28 Kennwerte ausgewählter Aktivitäten (gesamte Stichprobe, ungewichtet)

Aktivität	N	Anteil Auto* [%]	Mittlere Distanz (Std.-Abw.) [km]	Mittlere Wegdauer (Std.-Abw.) [min.]	Mittlere Dauer (Std.-Abw.) [min]
Kurzfristiger Einkauf	2033	51	4 (9)	9 (13)	45 (148)
Langfristiger Einkauf	993	70	10 (16)	16 (21)	53 (113)
Private Erledigungen	2024	66	8 (16)	12 (22)	58 (161)
Vereinstreffen	845	62	7 (10)	11 (12)	137 (117)
Sport Aktiv	1144	50	7 (10)	21 (37)	178 (216)
Treffen Familie	1211	67	16 (35)	18 (66)	198 (232)
Treffen Freunde	522	65	14 (27)	15 (67)	212 (290)
Spaziergang	1189	16	4 (6)	48 (36)	492 (568)
Ausgang	1584	44	7 (22)	6 (91)	114 (141)
Ausflug Natur	720	33	26 (44)	92 (122)	294 (439)
<i>Zum Vergleich:</i>					
Arbeit	3702	62	15 (21)	20 (28)	312 (215)
Schule/Ausbildung	4476	34	7 (15)	15 (23)	161 (198)

* Fahrer und Mitfahrer

Einen ersten Einblick in die langfristige Nachfragestruktur bietet die Darstellung der Anteile der Intervalllängen zwischen den gleichartigen Aktivitäten für die einzelnen Personen (Tabelle 29). Es zeigt sich, dass viele Aktivitäten zweimal oder mehr am Tag durchgeführt werden (Intervalllänge = 0). Daneben ist für andere Zwecke kein eindeutig „akzentuiertes“ Muster der Aktivitätennachfrage zu erkennen – es deutet vieles darauf hin, dass vor allem für die Versorgungsaktivitäten ein Tages- bzw. Zweitagesrhythmus besteht mit allerdings eher flexiblem Grundmuster. Was zudem deutlich wird, ist der offensichtlich grosse Anteil der Wochenintervalle bei verschiedenen Freizeitaktivitäten wie Vereinstreffen oder Aktiver Sport.

Tabelle 29 Anteile der Intervalllängen zwischen zwei gleichartigen Aktivitäten der einzelnen Personen (gesamte Stichprobe, ungewichtet) [%]*

Aktivität	N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Kurzfristiger Einkauf	2033	14	14	10	7	5	3	3	4	1	1	0	0	0	0	1
Langfristiger Einkauf	993	18	6	5	4	4	3	3	4	1	2	1	1	1	1	1
Private Erledigung	2024	23	20	11	7	4	3	3	3	1	1	1	0	0	1	1
Vereinstreffen	845	7	8	8	6	4	4	3	8	1	0	1	0	0	0	1
Sport Aktiv	1144	9	12	8	6	5	2	2	7	1	1	1	0	0	0	1
Treffen Familie	1211	14	12	6	5	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1
Treffen Freunde	522	16	7	2	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Spaziergang	1189	20	21	6	3	3	2	2	3	1	1	0	0	1	0	1
Ausgang	1584	16	16	6	5	3	2	3	3	1	1	1	1	1	0	0
Ausflug Natur	720	29	13	5	2	2	2	2	3	1	0	0	1	1	0	0

* Längere Intervalle (>14) und fehlende Werte sind nicht dargestellt, d.h. als Summe ergibt nicht notwendigerweise 100

Die Nachfragestruktur soll nun mit der oben beschriebenen Modelltechnik abgebildet werden. Bevor auf die Einflüsse der Soziodemographie auf die Nachfragestruktur eingegangen wird, werden zunächst die empirischen Survival- und Hazardraten für die Intervalle der ausgewählten Aktivitäten dargestellt (Abbildung 41). Der Han und Hausman-Ansatz erlaubt es, das Modell auch ohne Kovariablen zu schätzen, sodass ein semiparametrisches Äquivalent zum sogenannten Kaplan-Meier-Schätzer (Kaplan und Meier, 1958) erzeugt wird, mit dem üblicherweise Visualisierungen erzeugt werden⁵.

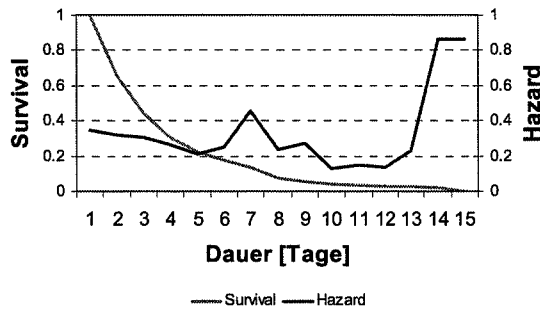
Die zeitliche Struktur der Nachfrage wird analog zu Tabelle 29 wiederum gut sichtbar. Interessant ist die Tatsache, dass fast alle gezeigten *hazards* ein lokales Maximum nach einer bzw. zwei Wochen besitzen. Allerdings deutet dies nur bedingt auf einen durchgängigen 7-Tage-Rhythmus hin, denn das Prinzip der Hazardrate berücksichtigt nicht die Gesamtzahl der schon eingetretenen bzw. nicht eingetretenen Ereignisse im Zeitverlauf, sondern errechnet

⁵ Der Kaplan-Meier-Schätzer ist ein einfacher Ansatz zur Berechnung der survival rates - und der korrespondierenden *hazards* - bei dem das Überleben von Prozessen bis zu beliebigen Punkten in eine Reihe von Schritten zerlegt wird. Die Schritte werden meist durch die gemessenen Zeiten selber definiert.

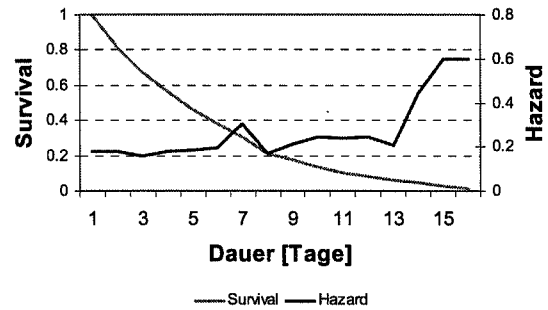
Wahrscheinlichkeiten basierend auf dem zur Verfügung stehenden Risk-Set. Dazu müssen also immer die Survivalraten mitbetrachtet werden, die genau dies anzeigen. Die relativ hohen Wahrscheinlichkeiten bei 7 Tagen beziehen sich beispielsweise bei den Einkaufsaktivitäten und dem Ausgang nur auf wenige Teilnehmende der Befragung (Survivalrate jeweils unter 0.2, d.h. nur 20% des gesamten Risksets), bei denen ein solcher Rhythmus der Aktivitäten-nachfrage zu beobachten war.

Abbildung 41 Empirische Survival und Hazard rates

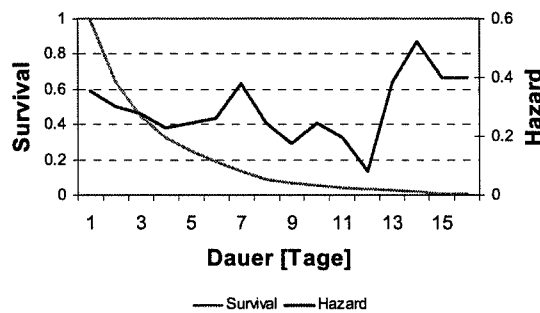
Kurzfristiger Einkauf



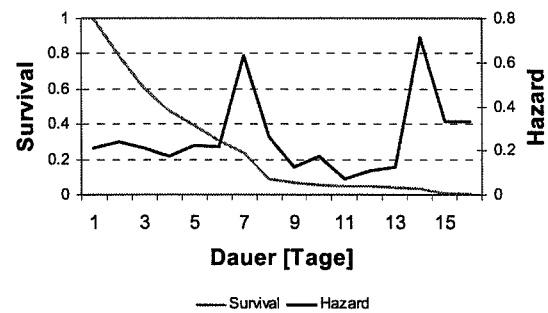
Langfristiger Einkauf



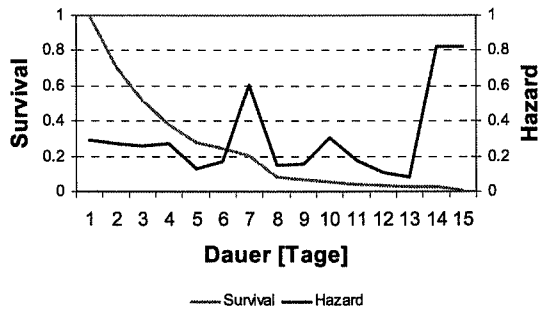
Private Erledigung



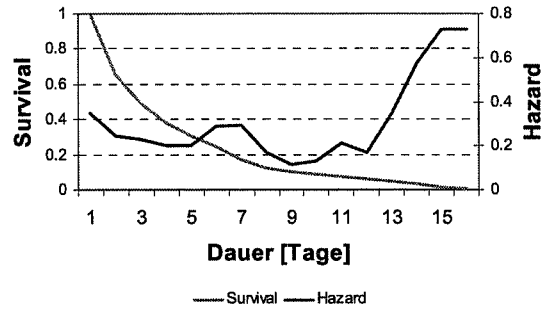
Vereinstreffen



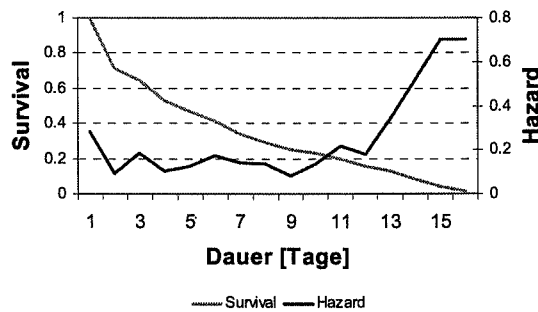
Aktiver Sport



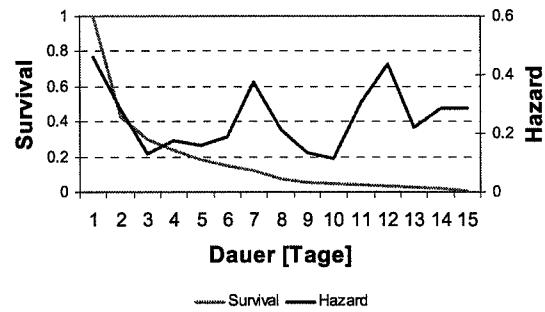
Treffen Familie



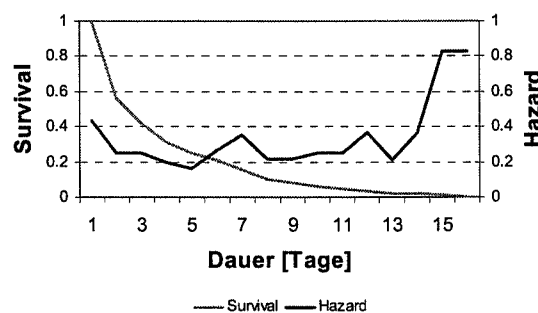
Treffen Freunde



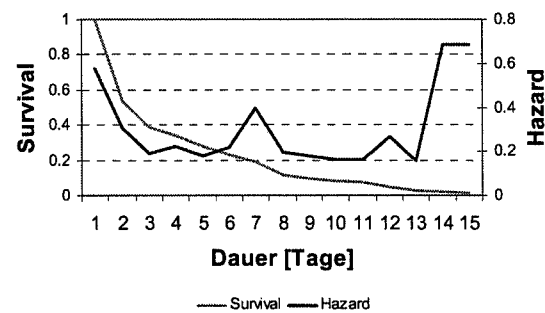
Spaziergang



Ausgang



Ausflug Natur



Als erklärende Variablen der Rhythmik gehen im folgenden verschiedene personen und haushaltsbezogene Charakteristika in die Modellschätzungen ein (Tabelle 30). Sie repräsentieren übliche Determinanten der Verkehrs- oder Aktivitätennachfrage und sind in ähnlicher Form auch bei den Analysen zu *Mobidrive* verwendet worden. Das Haushaltseinkommen bzw. das Pro-Kopfeinkommen und die Autoverfügbarkeit wurden sinnvoll imputiert (Modalwert der Gruppenzugehörigkeit nach von Haushaltsgrösse, Kinderzahl und Anzahl der Fahrzeuge).

Tabelle 30 Kovariablen für Modellschätzungen*

Aktivität	Median	Mittel	Std.-Abw.
Geschlecht	1	0.5	0.5
Alter	43	39.3	18.7
Alter quadriert	1849	1897	1467
Hauptautonutzer	1	0.7	0.5
Vereinsmitgliedschaft	1	0.5	0.5
Verheiratet bzw. in Partnerschaft lebend	1	0.6	0.5
Ist Mutter / Vater	0	0.2	0.4
Anzahl der Haushaltsmitglieder	3	3.2	1.6
Anzahl der Autos im Haushalt	2	2.0	1.5
Einkommen > 3000 CHF / HH-Mitglied	1	0.6	0.5
Arbeitszeit > 30 h	1	0.6	0.5
Lebt in Frauenfeld	0	0.4	0.5

* Kennwerte beziehen sich auf Gesamtstichprobe

Die beiden folgenden Tabellen zeigen Modellschätzungen mit der Statistiksoftware LIMDEP Version / NLOGIT 3.0 (Greene, 1998). Während Tabelle 31 exemplarisch die Koeffizienten für die Aktivität Kurzfristiger Einkauf wiedergibt, zeigt Tabelle 32 eine Übersicht über alle Aktivitätskategorien und deren signifikanten Kovariablen sowie die „Richtung“ des Einflusses auf die Intervalllängen.

Der Einfluss der Kovariablen für das Modell Kurzfristiger Einkauf liefert überwiegend plausible, intuitive Ergebnisse. Signifikant positiven Einfluss auf die Intervalllänge, d.h. in diesem Fall, dass weniger häufig bzw. weniger regelmässig eingekauft wird, haben die Variablen Geschlecht, Autoverfügbarkeit, Haushaltsgrösse und Vollzeitbeschäftigung. Signifikant negativ (d.h. häufigere / regelmässigere Aktivitätennachfrage) sind Vereinsmitgliedschaft, Eltern und hohes Einkommen. Damit wird deutlich, dass die Gruppe der männlichen, mobilen Vollzeitbeschäftigten sich weniger oft an der Versorgungsaktivität Einkauf beteiligen. Mütter dagegen zeigen erwartungsgemäss ein regelmässigeres Muster des Einkaufs. Ähnliche Ergebnisse

konnten für dieselbe Aktivitätenkategorie auch für *Mobidrive* mit einem semiparametrischen Cox-Modell (Cox, 1972) erzielt werden (Schönfelder und Axhausen, 2000).

Tabelle 31 Modell Kurzfristiger Einkauf

Kovariablen	Koeffizient	Standardfehler	t-Ratio	P
Geschlecht	0.41	0.11	3.68	0.00
Alter	-0.02	0.01	-1.76	0.08
Alter quadriert	0.00	0.00	1.43	0.15
Hauptautonutzer	0.45	0.16	2.88	0.00
Vereinsmitgliedschaft	-0.28	0.10	-2.74	0.01
Verheiratet bzw. in Partnerschaft lebend	0.082	0.13	0.64	0.52
Ist Mutter / Vater	-0.80	0.16	-4.86	1.15e-006
Anzahl der Haushaltsmitglieder	0.32	0.06	5.19	2.12e-007
Anzahl der Autos im Haushalt	-0.02	0.04	-0.39	0.69
Einkommen > 3000 CHF / HH-Mitglied	-0.30	0.11	-2.60	0.01
Arbeitszeit > 30 h	0.76	0.12	6.45	1.10e-010
Lebt in Frauenfeld	-0.08	0.11	-0.80	0.42
Iterationen	30			
N	1524			
LogLikelihood Constant	-2972			
LogLikelihood β	-2922			
Chisquared	99.9			
DF	11			
Prob. Chisquared	0.00			

Die Übersicht über die Schätzungen für alle ausgewählten Aktivitätenkategorien ergibt erwartungsgemäss ein weniger einheitliches Bild für die Einflüsse der Kovariablen. Die Charakteristika der unterschiedlichen Aktivitäten führen zu schwer vergleichbaren zeitlichen Nachfragestrukturen und sind durch die unterschiedlichsten Einflüsse bedingt, die die Kovariablen nur zum Teil abdecken. Zusammenfassend ist festzustellen, dass

- Vollzeitbeschäftigte und Personen mit uneingeschränkter Autoverfügbarkeit bei den Versorgungsaktivitäten (Einkauf und private Erledigungen) ein weniger rhythmisches Muster der Nachfrage zeigen,
- bei Mitgliedern grösserer Haushalte längere Intervalle zwischen gleichartigen Freizeitaktivitäten liegen und
- eine entgegengesetzte Tendenz für beide Punkte bei Haushalten mit höherem Einkommen zu beobachten ist.

Die Kovariablen „Alter quadriert“ und „Frauenfeld“ zeigen durchgehend keinen oder wenig signifikanten Einfluss.

Tabelle 32 Übersicht Kovariablen-Effekte* (- verkürzte, + verlängerte Intervalldauer)

Aktivität										
Kovariablen	Kurzfristiger Einkauf	Langfristiger Einkauf	Private Erledigung	Vereinstreffen **	Aktiver Sport	Treffen Familie	Treffen Freunde	Spaziergang	Ausgang	Ausflug Natur
Geschlecht	+								-	
Alter		+					+			+
Alter quadriert										
Hauptautonutzer	+		+			-		-	-	
Vereinsmitgliedschaft	+		-		+	-				
Verheiratet bzw. in Partnerschaft lebend	+	-		-	+					-
Ist Mutter / Vater		-			-					
Anzahl der Haushaltsmitglieder	-	-		+	+	+		+	+	
Anzahl der Autos im Haushalt	+					-				-
Einkommen > 3000 CHF / HH-Mitgl.	-	-	-			+			+	-
Arbeitszeit > 30 h	+	+	+							
Lebt in Frauenfeld								+	+	

* Signifikanz auf dem 0.05 Level; ** Modell insgesamt nicht statistisch signifikant

Die hier angewandte Methodik zur Analyse der Rhythmik des Verkehrsverhaltens ergänzt die Analyse der zeitlichen Aspekte basierend auf Längsschnittdaten sinnvoll. Es konnte einerseits gezeigt werden, dass die Datenstruktur des Datensatzes eine Untersuchung der Regelmässigkeiten der Aktivitäten nachfrage unterstützt und andererseits dass Effekte der Soziodemographie der Reisenden auf die Intervalllänge nachzuweisen sind.

Inhaltlich bleiben folgende Aspekte festzustellen:

- Die Aktivitäten lassen sich grob in Gruppen mit Tages- bzw. Zwei-Tages- sowie Wochenrhythmen und ohne fixe zeitliche Nachfragestrukturen einteilen (das zeigen auch die stärker typisierenden Studien von Bhat u.a. für *Mobidrive* (Bhat, Srinivasan und Axhausen, 2003; Bhat, Frusti, Zhao, Schönfelder, Axhausen, 2004))
- Die Soziodemographie der Verkehrsteilnehmenden ist offensichtlich nur eine Determinante innerhalb der Nachfragestruktur.
- Die Nachfragestruktur ist heterogen, d.h. es besteht kein einheitliches Bild der Effekte der ausgewählten Kovariablen. Die im letzten Abschnitt dargestellten Resultate weisen allerdings darauf hin, dass wichtige allgemeine Determinanten der Verkehrsnachfrage (Geschlecht, Beschäftigungsstatus und Automobilverfügbarkeit) auch bei der zeitlichen Struktur der Nachfrage eine wichtige Rolle spielen.

Der zuerst genannte Aspekt führt zurück auf die Frage, welche Erklärungsansätze hinter der Rhythmik der Aktivitätennachfrage stehen. Dabei ist sicher das Argument des Bedürfnisaufbaus, wie eingangs erläutert, eine Determinante – vor allem für die Versorgungsaktivität Einkauf. Daneben bestimmen jedoch Zwänge und (Selbst-)Verpflichtungen des Alltags stark die Routinen der Aktivitäten- und damit der Verkehrsnachfrage, sei es nun die Bindung vorgegebene Arbeitszeiten zu erfüllen oder die Selbstverpflichtung aktiv Sport in einem Club mit festen Trainingszeiten zu treiben.

Methodisch besteht Raum für weitere Vertiefungen der Analysen zur Nachfragestruktur. Im *Mobidrive*-Untersuchungsrahmen sind Verfeinerungen der Modellentwicklungen schon erfolgt (Bhat, Srinivasan und Axhausen, 2003; Bhat, Frusti, Zhao, Schönfelder, Axhausen, 2004), insbesondere mit Hinblick auf eine flexiblere Modellstruktur, der Berücksichtigung der Heterogenität innerhalb der Stichprobe und die Dynamik der zeitlichen Abfolge nach Nachfrageelementen.

Generell besitzt der vorgestellte Modellansatz Anknüpfungspunkte zu parallelen Entwicklungen in der aktivitäten-basierten Verkehrsforschung und der Modellpraxis der Verkehrsplanung. Insbesondere im Bereich der umfassenden Mikrosimulation des Aktivitätenwahl- und Zeitplanungsverhaltens von Personen und Haushalten (*scheduling*) können die Modellergebnisse einen Beitrag zur Verbesserung der erprobten Werkzeuge leisten.

7 Fazit und Ausblick

Im Rahmen des Projektes konnte ein neuer Längsschnittdatensatz erhoben werden, der damit ähnliche Erhebungen und Erkenntnisse aus dem Ausland ergänzt und erweitert. Die Befragten konnten dabei erfolgreich motiviert werden, an einer Verkehrsbefragung über 6 Wochen teilzunehmen. Auch nahm diese Motivation bei den Teilnehmern während der 6 Wochen nicht merklich ab, d.h. es war keine Ermüdung festzustellen. Mit fast 37'000 erfassten Wegen, was deutlich über einen Drittel der Wegezanzahl im Mikrozensus Verkehrsverhalten 2000 entspricht, wurde das quantitative Ziel der Befragung erreicht. Die methodische Weiterentwicklung und die erfolgreiche Demonstration der Durchführbarkeit einer Langzeitbefragung mit der Tagebuchtechnik lieferten wertvolle Hinweise für die Durchführung zukünftiger derartiger Befragungen.

Mit den erhobenen Daten und durchgeführten Analysen wird das Wissen und Verständnis von gewohnheitsmässigem Verkehrsverhalten bzw. der Aktivitätsausübung erweitert. Die Analysen zur Variabilität und Rhythmik aber auch zur Innovation haben deutlich gemacht, dass das Verkehrsverhalten im hohen Masse von Gewohnheiten und Routinen bestimmt wird. Trotzdem kommen aber auch ständig neue Wegeziele hinzu, die in geringem Masse auch anschliessend zu Routinen werden. Es konnte gezeigt werden, dass Effekte der Soziodemographie der Reisenden auf die Rhythmik und somit auf die zeitliche Struktur nachweisbar sind, auch wenn sie nur eine Determinante innerhalb der Nachfrage sind. Die Aktivitäten an sich können allgemein in Gruppen mit Tages- bzw. Zwei-Tages- sowie Wochenrhythmen und ohne fixe zeitliche Nachfragestrukturen eingeteilt werden.

Die Auswertungen, die im Rahmen dieses Projektes möglich waren, haben die Klassifikation und Segmentierung der Befragten nicht in den Vordergrund gerückt, da mit Schlich, 2004 eine aktuelle und umfassende Analyse dieser Fragestellung auf Grundlage eines vergleichbaren Datensatzes vorliegt. Die verschiedenen Ergebnisse und Modelle zeigen aber je nach Verhaltensaspekt immer wieder signifikante Unterschiede, wenn auch verschiedene Segmente. Zentral sind, wie immer, die lang- und mittelfristigen Bindungen, die eine Person durch Wohnstandort, Arbeitsplatz und Mobilitätswerkzeuge eingegangen ist. Die knappen Angaben zum Freundeskreis und den damit verbundenen Fahrleistungen deuten aber an, wie wichtig diese sozialen Verpflichtungen sind, die in weiteren Studien hinsichtlich ihrer Segmentierungskraft zu untersuchen wären. Die Grössenunterschiede der Aktivitätenräume, die eben-

falls als Selbstverpflichtung verstanden werden, weisen darauf hin, wie wichtig die biographische und soziale Dimension des Verhaltens ist.

Insgesamt ist die in diesem Projekt generierte Datengrundlage eine wichtige Grundvoraussetzung, um die komplexen Zusammenhänge von Verkehrsangebot, Aktivitätenplanung und Ausführung sowie Ziel-, Verkehrsmittel- und Routenwahl besser verstehen und modellieren zu können. Mit diesem Wissen ist es möglich, die Wirkungen von Massnahmen, besonders jene die auf die täglichen Routinen wirken, besser einschätzen zu können.

Die erhobenen Daten werden für vielschichtige weitere Analysen und Vergleiche in den fortlaufenden Arbeiten am IVT verwendet. Sie erlauben Analysen, die über die im Rahmen des Projektes gegebenen Möglichkeiten hinausgehen. So können die Daten zur komplexeren Verkehrsmittel- und Zielwahlmodellierung sowohl auf der Ebene des Weges wie auch der Reise verwendet werden (siehe Cirillo und Axhausen, 2004 oder Cirillo, Koppelman und Axhausen, 2004 für das methodische Vorgehen). Auch sind vertiefende Analysen zur Nachfragestruktur möglich, ähnlich wie sie für den *Mobidrive*-Datensatz bereits erfolgt sind (Bhat, Srinivasan und Axhausen, 2003; Bhat, Frusti, Zhao, Schönfelder, Axhausen, 2004). Da für jeden Weg auch der Planungshorizont bekannt ist, können die Daten des Weiteren zur Erstellung und Kalibrierung von Aktivitäten- und Zeitplanungsmodellen verwendet werden. Ein besonderes Interesse besteht dabei an Abstimmungsprozessen im Haushalt. Somit kann der erhobene Datensatz im Bereich der umfassenden Mikrosimulation von Personen und Haushalten einen Beitrag zur Verbesserung der Modelle leisten. Weitere Verwendung wird der Datensatz auch bei vertieften Analyse am IVT über den Wert der Zeit und speziell der Freizeit sowie den sozialen Netzen finden.

8 Dank

Gerne benennen wir die Mitglieder der Begleitkommission des SVI-Projekts „Untersuchung der Stabilität des Verkehrsverhaltens“ und bedanken uns für ihre Anregungen und Diskussionen: Dr. Georg Abay, Rapp Trans AG, Zürich (Präsident der Begleitgruppe); Dr. Michael Flamm, EPFL Lausanne; Dr. Ueli Haefeli, Interface – Institut für Politikstudien, Luzern; Prof. Rico Maggi, Università della Svizzera Italiana, Lugano; Dr. Anja Simma, Bundesamt für Raumentwicklung, Bern.

Ausserdem möchten wir uns bei Stefan Sandmeier für das Erstellen der Fragebögen und bei Horst Machguth für die Durchführung der Geokodierung sowie die Berechnung der Routenalternativen bedanken.

9 Literatur

- Anderberg, M.R. (1973) *Cluster Analysis for Applications*, Academic Press, New York.
- Axhausen, K.W., A. König, G. Abay, J.J. Bates and M. Bierlaire (2004) Swiss value of travel time savings, Vortrag, 2004 European Transport Conference, Strasbourg, October 2004.
- Axhausen, K. W., A. Zimmermann, S. Schönfelder, G. Rindsfuser und T. Haupt (2002). Observing the rhythms of daily life: A six-week travel diary, *Transportation*, **29** (2) 95-124.
- Axhausen, K.W. und M. Wigan (2001) Public use of travel surveys: The metadata perspective, Vortrag bei 2nd International Conference on Transport Survey Quality and Innovation, Krüger Park, August 2001.
- Beckmann, M.J., T.F. Golob und Y. Zahavi (1983a) Travel probability fields and urban spatial structure: 1. Theory, *Environment and Planning A*, **15** (5) 593-606.
- Beckmann, M.J., T.F. Golob und Y. Zahavi (1983b) Travel probability fields and urban spatial structure: 2. Empirical tests, *Environment and Planning A*, **15** (6) 727-738.
- Bhat, C. R., S. Srinivasan und K.W. Axhausen (2003) An analysis of multiple interactivity durations using a unifying multivariate hazard model, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **191**, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.
- Bhat, C.R. (2000) Duration Modeling, in D. A. Hensher und K.J. Button, *Handbook of Transport Modelling*, 91-111, Elsevier Science, Oxford..
- Bhat, C.R., T. Frusti, H. Zhao, S. Schönfelder und K.W. Axhausen (2004) Intershoppping duration: An analysis using multi-week data, *Transportation Research*, **38B** (1) 39-60.
- Brown, L.A. und E.G. Moore (1970) The intra-urban migration process: a perspective, *Geografiska Annaler*, **52B** (1) 1-13.
- Bundesamt für Raumentwicklung, Bundesamt für Statistik (2001) *Mobilität in der Schweiz, Ergebnisse des Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten*, Bern und Neuenburg.
- Chalasani, V.S., Ø. Engebretsen, J.M. Denstadli und K.W. Axhausen (2004) Precision of geocoded locations and network distance estimates, *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung*, **256**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Cox, D.R. (1972) Regression models and life tables, *Journal of the Royal Statistical Society*, **26B**, 186-220.

- Doherty, S.T. und E.J. Miller (2000) A computerised household activity scheduling survey, *Transportation*, **27** (1) 75-97.
- Ettema, D., A. Borgers und H. Timmermans (1995) Competing risk hazard model of activity choice, timing, sequencing, and duration, *Transportation Research Record*, **1493**, 101-109.
- Fotheringham, A.S., C. Brunsdon und M. Charlton (2000) *Quantitative Geography*, Sage, London.
- Fraschini, E. und K. W. Axhausen (2001) Day on day dependencies in travel: First results using ARIMA modelling, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **63**, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Stassen- und Eisenbahnbau (IVT), ETH, Zürich.
- Götz, K., T. Jahn und I. Schultz, (1997) Mobilitätsstile: Ein sozial-ökologischer Untersuchungsansatz, *Forschungsbericht Stadtverträgliche Mobilität*, **7**, Forschungsverbund City:mobil, Frankfurt am Main.
- Golledge, R.G. und R.J. Stimson (1997) *Spatial Behavior*, The Guilford Press, New York/London.
- Greene, W.H. (1998) *Limdep 7.0 User's Manual*, Econometric Software, Plainview.
- Hackney, J.K., Z. Oblozinska und K.W. Axhausen (2004) *Qualität des Verkehrsangebotes: mIV Endbericht*, Bericht an das Amt für Verkehr des Kantons Zürich, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **213**, Institut für Verkehrsplanung und Transportsystem, ETH, Zürich.
- Hägerstrand, T. (1970) What about people in regional science?, *Papers of the Regional Science Association*, **24** (1) 7-21.
- Han, A. und J.A. Hausman (1990) Flexible parametric estimation of duration and competing risk models, *Journal of Applied Econometrics*, **5** (1) 1-28.
- Hanson, S. und K.O. Burnett (1982) The analysis of travel as an example of complex human behaviour in spatially-constraint situation: Definition and measurement issues, *Transportation Research*, **16A** (2) 87-102.
- Holzapfel, H. (1980) Verkehrsbeziehungen in Städten, *Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau*, **5**, Technische Universität, Berlin.
- Horton, F. und D.R. Reynolds (1971) Effects of urban spatial structure on individual behaviour, *Economic Geography*, **47** (1) 36-48.
- Jennrich, R.I. und F.B. Turner (1969) Measurement of non-circular home range, *Journal of Theoretical Biology*, **22** (2) 227-237.

- Kaplan, E.L. und P. Meier (1958) Non-parametric estimation from incomplete observations, *Journal of the American Statistical Association*, **53** (Heft) 457-481.
- König, A. (2004) Bewertung der Verlässlichkeit: Experiment mit Schweizer Befragten, Dissertation, ETH Zürich, Zürich.
- König, A. (2000) Graphic description of travel behaviour using the multiweek Mobidrive travel diary. *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **50**, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Stassen- und Eisenbahnbau (IVT), ETH, Zürich.
- Lenntorp, B. (1976) Paths in space-time environment: A time geographic study of possibilities of individuals, *Lund Studies in Geography, Ser. B. Human Geography*, **44**, Department of Geography, The Royal University, Lund.
- Lill, E. (1889) Die Grundgesetze des Personenverkehrs, *Zeitschrift für Eisenbahnen und Dampfschiffahrt*, **2** (35) 697-725.
- Machguth H. und M. Löchl (2004) Geokodierung 6-Wochenbefragung Thurgau 2003, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **219**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Machguth, H., M. Löchl und M. Bürgle (2004) Berechnung von Routen- und Verkehrsmittelalternativen für den Datensatz Thurgau 2003, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **231**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Mahmassani, H.S. und Chang, G.L. (1986) Experiments with departure time choice Dynamics of urban commuters, *Transportation Research*, **20B** (4) 297-320
- Maier, J., R. Paesler, K. Ruppert und F. Schaffer (1977) *Sozialgeographie*, Westermann, Braunschweig.
- Mitchell, A. (1999) *The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 1: Geographic Patterns & Relationships*, ESRI Press, Redlands.
- Prentice, R.L. (1976) A generalization of the probit and logit models for dose response curves, *Biometrics*, **32** (4), 761-768.
- SAS Institute (1990) *SAS/STAT User's Guide, Fourth Edition*, Volume 2, SAS Institute, Cary.
- Schlich, R. (2004) Verhaltenshomogene Gruppen in Längsschnitterhebungen , Dissertation, ETH Zürich, Zürich.
- Schlich, R., A. König und K.W. Axhausen (2000) Stabilität und Variabilität im Verkehrsverhalten, *Strassenverkehrstechnik*, **44** (9) 431-440.
- Schlich, R., A. Simma und K.W. Axhausen (2003) Determinanten des Freizeitverkehrs: Modellierung und empirische Befunde, Forschungsauftrag SVI 2000/443, *Schriftenreihe*, **1071**, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern

- Schönfelder, S. (2003) Between routines and variety seeking: The characteristics of locational choice in daily travel, paper presented at the 10th International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerne, August 2003.
- Schönfelder, S. und K.W. Axhausen (2003a) On the variability of human activity spaces, in M. Koll-Schretzenmayr, M. Keiner und G. Nussbaumer (Hrsg.) *The Real and Virtual Worlds of Spatial Planning*, 237-262, Springer, Heidelberg.
- Schönfelder S. und K.W. Axhausen (2003b) Activity spaces: Measures of social exclusion? *Transportation Policy*, **10** (4) 273-286.
- Schönfelder, S. und K.W. Axhausen (2004) Structure and innovation of human activity spaces, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **258**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Silverman, B. W. (1986) *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*, Chapman and Hall, London.
- Southwood, T.R.E. und P.A. Henderson (2000) *Ecological Methods*, Blackwell Science, Oxford.
- Widmer, P. und K.W. Axhausen (2001) Aktivitäten-orientierte Personenverkehrsmodelle, Forschungsauftrag SVI 46/99, *Schriftenreihe*, **471**, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern.
- Zahavi, Y. (1979) The "UMOT" Project, *US Department of Transportation RSPA-DPB*, **20-79-3**, US Department of Transportation, Washington.
- Zimmermann, A., K. W. Axhausen, K. J. Beckmann, M. Düsterwald, E. Fraschini, T. Haupt, A. König, A. Kübel, G. Rindsfüser, R. Schlich, S. Schönfelder, A. Simma und T. Wehmeier (2001) *Mobidrive: Dynamik und Routinen im Verkehrsverhalten: Pilotstudie Rhythmik*, Bericht an das Bundesministerium für Forschung und Technologie, PTV AG, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (IVT), ETH Zürich und Institut für Stadtbauwesen, RWTH Aachen, Karlsruhe, Zürich und Aachen.

Anhang A: Fragebögen und Anschreiben

1. Ankündigungsbrief
2. Rekrutierungsformular und Zusatzfragebogen
3. Haushaltsfragebogen
4. Personenfragebogen
5. Wegetagebuch
6. Begleitbrief zum Wegetagebuch
7. Entschädigungsformular

1. Ankündigungsbrief



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

büro widmer

= Beratende Ingenieure für Verkehr, Umwelt, GIS
CH 8500 Frauenfeld
Fon +41(0)52 722 16 84
Fax +41(0)52 721 89 22
mail@buero-widmer.ch

«Vorname» «Name»
«Strasse»
«PLZ» «Ort»

Frauenfeld, 14. Juni 2004

Forschungsarbeit: Haushaltsbefragung zum Verkehrsverhalten

Sehr geehrte Damen und Herren

Diese vom Bund in Auftrag gegebene Forschungsarbeit hat zum Ziel, das Wissen über das alltägliche Verkehrsverhalten der Menschen zu erweitern, um noch bessere Grundlagen für eine Verkehrsplanung zu schaffen. Mit den in der Schweiz üblicherweise auf einen einzigen Stichtag begrenzten Verkehrserhebungen kennt man das Verkehrsverhalten der Menschen über den Verlauf eines Tages relativ gut. An sich selbst kann man jedoch feststellen, dass der Tagesablauf von Tag zu Tag, von Woche zu Woche Änderungen aufweist.

Deshalb führt die ETH Zürich zusammen mit dem büro widmer, Frauenfeld, im Auftrag des Bundesamtes für Strassen eine Befragung von zufällig ausgewählten Haushalten über einen Zeitraum von 6 Wochen durch. Ihr Haushalt wurde ebenfalls ausgewählt und wir gelangen mit der Bitte an Sie, bei unserer Befragung mitzumachen. Mit Hilfe von einfachen "Tagebüchern" sollen Sie Ihre Wege ausserhalb des Hauses aufzeichnen. Für Ihre Bemühungen werden Sie eine kleine Entschädigung erhalten.

Wir versichern Ihnen, dass ihre Angaben streng vertraulich behandelt werden und der Datenschutz vollständig gewährleistet sein wird.

Das büro widmer wird sie in den nächsten Tagen telefonisch kontaktieren und Sie anfragen, ob Sie zu einer Mitarbeit bereit sind. Sollten Sie auf keinen Fall an den Befragungen teilnehmen wollen, dann informieren Sie uns bitte telefonisch unter der Nummer 052 721 32 57 oder per e-mail (mail@buero-widmer.ch). Für allfällige Rückfragen stehen wir Ihnen gerne ebenfalls zur Verfügung.

Wir bitten Sie ganz herzlich um Ihre Unterstützung und bedanken uns im Voraus für Ihre Kooperation.

Freundliche Grüsse

Prof. K. Axhausen, ETHZ

2. Rekrutierungsformular und Zusatzfragebogen

HHNr.	«HHNrFf»	
Name, Vorname	«Name», «Vorname»	
Strasse, Nr.	«Strasse»	
PLZ, Ort	«PLZ», «Ort»	
Vorwahl, Rufnr.	«TelNr»	
Gebiet	<input type="checkbox"/> Frauenfeld <input type="checkbox"/> Seerücken	
Über Hotline abgesagt:	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja	→ Zusatzfragebogen
Anzahl Versuche:	Erreicht am:	
Telefonisch verweigert:	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja	→ Zusatzfragebogen
Haushaltsgrösse:	<input type="checkbox"/> Mehrpersonenhaushalt mit Kindern über 10 <input type="checkbox"/> 2 Personenhaushalt ohne Kinder <input type="checkbox"/> 1 Personenhaushalt <input type="checkbox"/> sonstige _____	→ Zusatzfragebogen
Berufstätigkeit:	<input type="checkbox"/> Ausbildung <input type="checkbox"/> Berufstätig <input type="checkbox"/> Ruhestand Pendler <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja	
Längere Abwesenheit geplant :	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja	→ Zusatzfragebogen
Zeitraum:	_____	
Persönlicher Besuchstermin:		
Datum:	Uhrzeit:	
Bemerkungen:		

Zusatzfragebogen

Haushaltsnr. «HNNrFf»

Wieviele Personen leben zur Zeit dauernd in Ihrem Haushalt ?	<input type="checkbox"/> Eine <input type="checkbox"/> Zwei <input type="checkbox"/> Drei <input type="checkbox"/> Vier	<input type="checkbox"/> Fünf <input type="checkbox"/> Sechs <input type="checkbox"/> Sieben <input type="checkbox"/> Acht und mehr
Wieviele davon sind unter 19 Jahre alt ?	<input type="checkbox"/> Null <input type="checkbox"/> Eine <input type="checkbox"/> Zwei	<input type="checkbox"/> Drei <input type="checkbox"/> Vier
Wieviele davon sind berufstätig ?	<input type="checkbox"/> Null <input type="checkbox"/> Eine <input type="checkbox"/> Zwei	<input type="checkbox"/> Drei <input type="checkbox"/> Vier
Wieviele davon haben einen Fahrausweis ?	<input type="checkbox"/> Null <input type="checkbox"/> Eine <input type="checkbox"/> Zwei	<input type="checkbox"/> Drei <input type="checkbox"/> Vier
Wieviele davon haben eine Monats- oder Jahreskarte des ÖV oder ein GA ?	<input type="checkbox"/> Null <input type="checkbox"/> Eine <input type="checkbox"/> Zwei	<input type="checkbox"/> Drei <input type="checkbox"/> Vier
Wieviele PW's besitzt Ihr Haushalt ?	<input type="checkbox"/> Null <input type="checkbox"/> Eine <input type="checkbox"/> Zwei <input type="checkbox"/> Drei oder mehr	
Wieviele km sind Sie in den letzten 12 Monaten persönlich mit dem PW oder Motorrad gefahren?	_____ km	
Wohnen Sie zur Miete?	<input type="checkbox"/> Mietwohnung <input type="checkbox"/> Eigenheim, Eigentumswohnung <input type="checkbox"/> sonstiges	
Und eine letzte Frage: Wie hoch ist grob das Monatseinkommen Ihres Haushalts?	<input type="checkbox"/> unter 2000.- Fr. <input type="checkbox"/> 2001 - 3000.- Fr. <input type="checkbox"/> 3001 - 4000.- Fr. <input type="checkbox"/> 4001 - 5000.- Fr.	<input type="checkbox"/> 5001 -7500.-Fr. <input type="checkbox"/> 7501-10000.-Fr. <input type="checkbox"/> 10001.- Fr. und mehr

3. Haushaltsfragebogen

Haushaltsfragebogen

Familienname:	_____
Haushaltsnr.:	_____
Wohnort:	_____

Teil I: Allgemeine Fragen Person

1 Wie alt sind Sie?

Geburtsjahr

2 Sind Sie verheiratet oder haben Sie einen festen Partner/in?

Ja Nein

3 Welcher Tätigkeit gehen Sie im Moment nach?

(Mehrfachantwort möglich)

<input type="checkbox"/> Schüler	-> weiter bei Frage 5
<input type="checkbox"/> Student	-> weiter bei Frage 5
<input type="checkbox"/> Lehrling	-> weiter bei Frage 5
<input type="checkbox"/> Berufstätiger	-> weiter bei Frage 4
<input type="checkbox"/> Hausfrau, -mann	-> weiter bei Frage 9
<input type="checkbox"/> Rentner/ -in	-> weiter bei Frage 9
<input type="checkbox"/> z. Zt. Arbeitslos	-> weiter bei Frage 9

4 Welchen Beruf üben bzw. übten Sie aus?

5 Wie viele Stunden gehen Sie pro Woche zur Ausbildung / Arbeit?

Anzahl Stunden

6 Was für Arbeitszeitenregelungen haben Sie an Ihrem Arbeits- / Ausbildungs-ort?

Gleitzeiten, freie Zeiteinteilung
 Feste Arbeitszeiten
 Kundenabhängige Arbeitszeiten
 Wechselnder Schichtbetrieb mit festen Arbeitszeiten
 Andere:

7 Wo ist Ihr Arbeitsplatz / Ausbildungsort (Ort / Postleitzahl)?

PLZ/Kanton

8 Haben Sie einen Parkplatz am Arbeitsort / Ausbildungsort zur Verfügung?

Ja Nein

Falls ja, ist er kostenlos oder gebührenpflichtig?

Gebühren/ Monat (CHF) Kostenlos

9 Gehen Sie einer Nebenbeschäftigung nach?

Ja Nein

Weiter bei Frage 12

10 Besitzen Sie zusätzlich noch weitere Wohn- oder Aufenthaltsmöglichkeiten?

(Mehrfachantwort möglich)

<input type="checkbox"/> Ferienwohnung
<input type="checkbox"/> Ferienhaus
<input type="checkbox"/> Wochenendwohnung
<input type="checkbox"/> Wochenendhaus
<input type="checkbox"/> Dauercampingplatz*
<input type="checkbox"/> Schrebergarten*
<input type="checkbox"/> Boot*

* Interviewer: Nur Frage stellen. * Nicht vorlesen.

11 Welche der folgenden Einrichtungen können Sie zu Fuß innerhalb von 10 Minuten erreichen?

<input type="checkbox"/> Schule
<input type="checkbox"/> Kindergarten
<input type="checkbox"/> Arzt
<input type="checkbox"/> Bank
<input type="checkbox"/> Post
<input type="checkbox"/> Supermarkt/Laden für täglichen Bedarf
<input type="checkbox"/> Haltestellen von Bus
<input type="checkbox"/> Bahnhöfe
<input type="checkbox"/> engere "Verwandte/Freunde"

Interviewer: Namen der Haltestelle, des Bahnhofs erfassen

12a Für Mieter: Wie viel kostet Sie Ihre Wohnung pro Monat (Mietzins inkl. Nebenkosten)?

<input type="text"/>	SFR pro Monat
----------------------	---------------

12b Für Hausbesitzer: Wie viel kostet Sie Ihr Haus pro Monat (Eigenmietwert oder Hypothekenzins)?

<input type="text"/>	SFR pro Monat
----------------------	---------------

13 Wie hoch ist das gesamte Brutto-Einkommen Ihres Haushaltes?

<input type="checkbox"/> unter 2.000 SFR
<input type="checkbox"/> 2.001 bis 3000 SFR
<input type="checkbox"/> 3.001 bis 4.000 SFR
<input type="checkbox"/> 4.001 bis 5.000 SFR
<input type="checkbox"/> 5.001 bis 7.500 SFR
<input type="checkbox"/> 7.501 bis 10.000 SFR
<input type="checkbox"/> 10.001 SFR und mehr

16 Sind Sie Mitglied in einer CarSharing Organisation?

Ja Nein

17 Steht Ihnen ein Auto zur Verfügung?

Ja Nein

18 In welcher Form steht Ihnen das Auto zur Verfügung?

Ich besitze mein eigenes Auto
 Jemand in meinem Haushalt besitzt ein Auto
 Ein Freund/ eine Freundin oder jemand aus der Verwandtschaft besitzt ein Auto
 Ich besitze Zugang zu einem Dienstauto, welches ich privat nutzen darf
 Ich besitze Zugang zu einem Dienstauto, welches ich nicht privat nutzen darf
 Ich nutze die Möglichkeit des CarSharings
 Ich nutze die Möglichkeiten von anderen Transportangeboten z.B. für Behinderte (Spitex, Tixi, etc)
 Andere Formen der PW-Verfügbarkeit

19 Wie weit ist es zu Ihrer Garage oder Ihrem Hauptparkplatz zu Hause (Minuten oder Meterangabe)?

Anzahl Minuten Anzahl Meter

20 Besitzen Sie persönlich ein Abonnement oder eine Vergünstigung für den öffentlichen Verkehr?

Generalabonnement	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
Halbtax	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
Gleis 7	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
Jahres/Monatskarte Bahn/Bus (z.B. Ostwind)	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
Jahres/Monatskarte Stadtbus Frauenfeld	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
Mehrfahrtenkarte (regelmässig)	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
Streckenabbo	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein
Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein

21 Geben Sie bitte den Namen des Ortes oder der Orte an, an dem Sie aufgewachsen sind !

1.	(PLZ/Kanton)
2.	(PLZ/Kanton)
3.	(PLZ/Kanton)

22 Seit wann wohnen Sie im Thurgau ?

23 Seit wann wohnen Sie an Ihrem jetzigen Wohnort?

Seit:

24 Seit wann wohnen Sie in Ihrer jetzigen Wohnung / Haus?

Seit:

25 Könnten Sie uns in diesem Zusammenhang jeweils für den ersten April jeden Jahres seit 1993 sagen, wo sie gewohnt und gearbeitet haben?

Interviewer-Anweisung: Nach Möglichkeit die genaue Postleitzahl des Wohnortes und des Arbeitsplatzes erfragen; ansonsten den Namen des Ortes angeben (bei grösseren Städten den jeweiligen Stadtkreis mit eintragen).

Stand Ihnen zu diesem Zeitpunkt ein Auto (gemeint ist ein Personenwagen) zum Selbstfahren zur Verfügung? Haben Sie zu diesem Zeitpunkt eines der folgenden ÖV-Abonnemente (Generalabonnement, Halbtax-Abo, lokale Jahres- oder Monatskarte) besessen?

25	PLZ (Name) des Wohnortes	PLZ (Name) des Arbeitsplatzes	PW-Verfügbarkeit				ÖV-Abonnement-Besitz			
			Immer	Häufig	Seiten	Nie	GA	Halbtax	Monatskarte	Jahreskarte
1.4.1993										
1.4.1994										
1.4.1995										
1.4.1996										
1.4.1997										
1.4.1998										
1.4.1999										
1.4.2000										
1.4.2001										
1.4.2002										

26 Wie oft sind Sie seit 1993 umgezogen?

Seit:

Teil II: Wohnort von Freunden und Verwandten

In der Freizeit verbringt man seine Zeit meistens mit Freunden oder der Familie. Wo man sich dann trifft, hängt deshalb auch damit zusammen, wo Freunde und Familie wohnen. Nennen Sie uns deshalb bitte den Wohnort ihrer Eltern, Geschwister und – falls vorhanden – Kinder, die nicht im gleichen Haushalt wohnen.

Verwandte 1:

Art der Verwandtschaft (Ehepartner, Eltern, Geschwister, Kinder)

Wohnort der Person	PLZ (Kanton)

Wie oft treffen Sie diese Person?

<input type="checkbox"/> Täglich <input type="checkbox"/> mehrmals wöchentlich <input type="checkbox"/> einmal wöchentlich <input type="checkbox"/> mehrmals im Monat <input type="checkbox"/> einmal im Monat <input type="checkbox"/> Mehrmals pro Jahr <input type="checkbox"/> Einmal im Jahr oder seltener

Wo treffen Sie die Person?

<input type="checkbox"/> Zu Hause	%
<input type="checkbox"/> Bei dieser Person zu Hause	%
<input type="checkbox"/> Neutraler Ort	%

Verwandte 2:

Art der Verwandtschaft (Ehepartner, Eltern, Geschwister, Kinder)

Wohnort der Person	PLZ

Wie oft treffen Sie diese Person?

<input type="checkbox"/> Täglich <input type="checkbox"/> mehrmals wöchentlich <input type="checkbox"/> einmal wöchentlich <input type="checkbox"/> mehrmals im Monat <input type="checkbox"/> einmal im Monat <input type="checkbox"/> Mehrmals pro Jahr <input type="checkbox"/> Einmal im Jahr oder seltener

Wo treffen Sie die Person?

<input type="checkbox"/> Zu Hause	%
<input type="checkbox"/> Bei dieser Person zu Hause	%
<input type="checkbox"/> Neutraler Ort	%

Verwandte 3:

Art der Verwandtschaft
(Ehepartner, Eltern, Geschwister, Kinder)

--

Wohnort der Person	PLZ

Wie oft treffen Sie diese Person?

<input type="checkbox"/> Täglich <input type="checkbox"/> mehrmals wöchentlich <input type="checkbox"/> einmal wöchentlich <input type="checkbox"/> mehrmals im Monat <input type="checkbox"/> einmal im Monat <input type="checkbox"/> Mehrmals pro Jahr <input type="checkbox"/> Einmal im Jahr oder seltener

Wo treffen Sie die Person?

<input type="checkbox"/> Zu Hause		%
<input type="checkbox"/> Bei dieser Person zu Hause		%
<input type="checkbox"/> Neutraler Ort		%

Verwandte 4:

Art der Verwandtschaft
(Ehepartner, Eltern, Geschwister, Kinder)

--

Wohnort der Person	PLZ

Wie oft treffen Sie diese Person?

<input type="checkbox"/> Täglich <input type="checkbox"/> mehrmals wöchentlich <input type="checkbox"/> einmal wöchentlich <input type="checkbox"/> mehrmals im Monat <input type="checkbox"/> einmal im Monat <input type="checkbox"/> Mehrmals pro Jahr <input type="checkbox"/> Einmal im Jahr oder seltener

Wo treffen Sie die Person?

<input type="checkbox"/> Zu Hause		%
<input type="checkbox"/> Bei dieser Person zu Hause		%
<input type="checkbox"/> Neutraler Ort		%

Ausserdem möchten wir Sie bitten, uns den Wohnort von bis zu 5 Personen anzugeben, die sie häufig oder in regelmässigen Abständen in ihrer Freizeit sehen und die nicht im gleichen Haushalt wohnen.

Person 1

Art der Beziehung (Freunde, Bekannte)

Wohnort der Person	PLZ (Kanton)
_____	_____

Wie oft treffen Sie diese Person?

<input type="checkbox"/> Täglich <input type="checkbox"/> mehrmals wöchentlich <input type="checkbox"/> einmal wöchentlich <input type="checkbox"/> mehrmals im Monat <input type="checkbox"/> einmal im Monat <input type="checkbox"/> Mehrmals pro Jahr <input type="checkbox"/> Einmal im Jahr oder seltener

Wo treffen Sie die Person?

<input type="checkbox"/> Zu Hause	%
<input type="checkbox"/> Bei dieser Person zu Hause	%
<input type="checkbox"/> Neutraler Ort	%

Person 2

Art der Beziehung (Freunde, Bekannte)

Wohnort der Person	PLZ
_____	_____

Wie oft treffen Sie diese Person?

<input type="checkbox"/> Täglich <input type="checkbox"/> mehrmals wöchentlich <input type="checkbox"/> einmal wöchentlich <input type="checkbox"/> mehrmals im Monat <input type="checkbox"/> einmal im Monat <input type="checkbox"/> Mehrmals pro Jahr <input type="checkbox"/> Einmal im Jahr oder seltener

Wo treffen Sie die Person?

<input type="checkbox"/> Zu Hause	%
<input type="checkbox"/> Bei dieser Person zu Hause	%
<input type="checkbox"/> Neutraler Ort	%

Person 3

Art der Beziehung
(Freunde, Bekannte)

--

Wohnort der Person	PLZ

Wie oft treffen Sie diese Person?

<input type="checkbox"/> Täglich
<input type="checkbox"/> mehrmals wöchentlich
<input type="checkbox"/> einmal wöchentlich
<input type="checkbox"/> mehrmals im Monat
<input type="checkbox"/> einmal im Monat
<input type="checkbox"/> Mehrmals pro Jahr
<input type="checkbox"/> Einmal im Jahr oder seltener

Wo treffen Sie die Person?

<input type="checkbox"/> Zu Hause		%
<input type="checkbox"/> Bei dieser Person zu Hause		%
<input type="checkbox"/> Neutraler Ort		%

Person 4

Art der Beziehung
(Freunde, Bekannte)

--

Wohnort der Person	PLZ

Wie oft treffen Sie diese Person?

<input type="checkbox"/> Täglich
<input type="checkbox"/> mehrmals wöchentlich
<input type="checkbox"/> einmal wöchentlich
<input type="checkbox"/> mehrmals im Monat
<input type="checkbox"/> einmal im Monat
<input type="checkbox"/> Mehrmals pro Jahr
<input type="checkbox"/> Einmal im Jahr oder seltener

Wo treffen Sie die Person?

<input type="checkbox"/> Zu Hause		%
<input type="checkbox"/> Bei dieser Person zu Hause		%
<input type="checkbox"/> Neutraler Ort		%

Person 5

<p>Art der Beziehung (Freunde, Bekannte)</p>
<div style="border: 1px solid black; height: 30px;"></div>

<p>Wohnort der Person</p>	<p>PLZ</p>
<div style="border: 1px solid black; height: 30px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; height: 30px;"></div>

Wie oft treffen Sie diese Person?

<input type="checkbox"/> Täglich
<input type="checkbox"/> mehrmals wöchentlich
<input type="checkbox"/> einmal wöchentlich
<input type="checkbox"/> mehrmals im Monat
<input type="checkbox"/> einmal im Monat
<input type="checkbox"/> Mehrmals pro Jahr
<input type="checkbox"/> Einmal im Jahr oder seltener

Wo treffen Sie die Person?

<input type="checkbox"/> Zu Hause	%
<input type="checkbox"/> Bei dieser Person zu Hause	%
<input type="checkbox"/> Neutraler Ort	%

5. Wegetagebuch

IVT Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

büro widmer
Beratende Ingenieure für Verkehr, Umwelt, GIS

Wegetagebuch für

Wochenheft für die Wochen vom

1	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>
6	<input type="text"/>

Bitte senden Sie das ausgefüllte Wochenheft nach Ablauf der angegebenen Woche umgehend zurück. Verwenden Sie dazu die beigefügten Rückumschläge.

Ziel und Zweck von Wegen

Sie werden gebeten, für jeden Weg genau einen Zweck anzugeben. Dabei gelten die folgenden Zuordnungen. Sollten Sie keine passende Kategorie finden, dann tragen Sie den entsprechenden Wegezweck bitte handschriftlich in der Kategorie «Sonstiges» ein.

→ **Einkauf (tägliches Bedarf)**

Zum Beispiel:

- Lebensmittel, Getränke
- Hygieneartikel
- Putz-/Reinigungsmittel
- Zigaretten, Zigarren, Tabak
- Zeitungen, Zeitschriften
- Medikamente

oder ähnliches

→ **Einkauf (langfristiger Bedarf)**

Zum Beispiel:

- Kleidung, Schuhe
- technische Geräte
- Möbel, Einrichtung, Dekoration
- Sportartikel, Fahrräder
- Bau-/Heimwerker-/Gartenbedarf
- Geschirr
- CD's, Bücher, Schreibwaren

oder ähnliches

→ **Jemanden abholen/wegbringen**

Zum Beispiel:

- Bahnhof, Flughafen
- Kindergarten, Schule
- Arzt, Krankenhaus
- Sport- oder Einkaufsstätte

oder ähnliches

→ **Ausbildung/Beruf**

Zum Beispiel:

- Arbeitsstelle
- Ausbildungsstätte (Schule, Universität etc.)

→ **Erledigung/Dienstleistung**

Zum Beispiel:

- Behörden, Ämter
- Post, Briefkasten
- Friseur, Kosmetik
- Arzt, Massage, Krankengymnastik, Optiker
- Reparaturdienste
- Schumacher, Schneider, Textilreinigung
- Autowerkstatt
- Tankstelle
- Reisebüro
- Fotograf

oder ähnliches

→ **Freizeit**

Zum Beispiel:

- private Treffen oder Besuche
- Kino, Theater, Konzert, Museum
- Restaurant, Café, Kneipe, Biergarten
- eigene sportliche Tätigkeit
- Schwimmbad
- Besuch von Sportveranstaltung
- Spaziergang, Hund ausführen
- Gartengrundstück, Schrebergarten
- Park, Zoo, Erholungsgebiet
- Ausflüge, Radtouren, Fahrten ins Grüne
- Messen, Ausstellungen, Jahrmärkte
- Kirchgang
- Krankenbesuche

oder ähnliches

Haben Sie das Haus nicht verlassen?

Auch bei Ihnen kommt es sicherlich vor, dass Sie an manchen Tagen das Haus, in dem Sie wohnen, gar nicht verlassen. Sollte dies auch in der aktuellen Woche der Fall sein, dann kreuzen Sie bitte in der folgenden Liste den beziehungsweise die entsprechenden Wochentage an. Geben Sie bitte jeweils den **Grund für Ihr Zuhausebleiben** an.

- Montag _____
- Dienstag _____
- Mittwoch _____
- Donnerstag _____
- Freitag _____
- Samstag _____
- Sonntag _____

4

An welchem **WOCHENTAG** haben Sie diesen Weg unternommen?

Um wieviel Uhr haben Sie diesen Weg **begonnen**?

Zu welchem **Ziel** bzw. mit welchem **Zweck** haben Sie diesen Weg unternommen? Bitte geben Sie genau **einen** Grund an.

Mit welchem **Verkehrsmittel** bzw. mit welchen Verkehrsmitteln sind Sie zu Ihrem Ziel gelangt? Wieviel **Zeit** haben Sie dafür jeweils gebraucht (in Stunden und Minuten, ohne Wartezeiten)?

Bitte geben Sie die **Zieladresse** so genau wie möglich (mit Strasse, Hausnummer, Postleitzahl und Ort) an.

Waren Sie schon einmal dort?

Wieviele Haushaltsmitglieder und/oder andere Personen haben Sie auf diesem Weg und bei dieser Aktivität **begleitet**?

Wann haben Sie diese Aktivität **geplant**?

Um wieviel Uhr sind Sie **angekommen**?

Bitte schätzen Sie die **Distanz** des Weges möglichst genau

Mo Di Mi Do Fr Sa So

Beginn (Uhrzeit)

Jmd. bringen/abholen

Erledigung/Dienstleistung

Dienstlich/geschäftlich

Zur Schule/Ausbildung

Zur Arbeit

Einkauf

täglicher Bedarf

langfristiger Bedarf

Freizeit, und zwar

Sonstiges, und zwar

Nach Hause

h min

Zu Fuss

Fahrrad

Mofa, Motorrad

Pkw als Fahrer

Pkw als Mitfahrer

Bus, Tram, Car

Eisenbahn

Andere

Distanz Fussweg von Haltestelle/Parkplatz zum Ziel

Meter

Strasse und Hausnummer

PLZ und Ort

Noch nie

Ein bis drei mal

Häufiger

Weg Aktivität

Haushaltsmitglieder

Andere Personen

Hund

Ein oder mehrere Tage vorher

Im Laufe des Tages

Spontan/gerade eben

Routine/nach Hause

Ankunft (Uhrzeit)

km m

Weitere Wege bitte auf der nächsten Seite eintragen!

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So																											
Beginn (Uhrzeit)																																	
<input type="radio"/> Jmd. bringen/abholen <input type="radio"/> Erledigung/Dienstleistung <input type="radio"/> Dienstlich/geschäftlich <input type="radio"/> Zur Schule/Ausbildung <input type="radio"/> Zur Arbeit <input type="radio"/> Einkauf <input type="radio"/> täglicher Bedarf <input type="radio"/> langfristiger Bedarf <input type="radio"/> Freizeit, und zwar <input type="text"/> <input type="radio"/> Sonstiges, und zwar <input type="text"/> <input type="radio"/> Nach Hause																																	
<table border="0"> <tr> <td></td><td>h</td><td>min</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Zu Fuss</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Fahrrad</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Mofa, Motorrad</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Pkw als Fahrer</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Pkw als Mitfahrer</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Bus, Tram, Car</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Eisenbahn</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Andere</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> </table>								h	min	<input type="radio"/> Zu Fuss	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Fahrrad	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Mofa, Motorrad	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Pkw als Fahrer	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Pkw als Mitfahrer	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Bus, Tram, Car	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Eisenbahn	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Andere	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	h	min																															
<input type="radio"/> Zu Fuss	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Fahrrad	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Mofa, Motorrad	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Pkw als Fahrer	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Pkw als Mitfahrer	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Bus, Tram, Car	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Eisenbahn	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Andere	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
Distanz Fussweg von Haltestelle/Parkplatz zum Ziel ↓ <input type="text"/> Meter																																	
Strasse und Hausnummer																																	
PLZ und Ort																																	
<input type="radio"/> Noch nie <input type="radio"/> Ein bis drei mal <input type="radio"/> Häufiger																																	
<table border="0"> <tr> <td>Weg</td><td>Aktivität</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> Haushaltsmitglieder</td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> Andere Personen</td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Hund</td><td><input type="radio"/></td> </tr> </table>							Weg	Aktivität	<input type="text"/> Haushaltsmitglieder	<input type="text"/>	<input type="text"/> Andere Personen	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Hund	<input type="radio"/>																			
Weg	Aktivität																																
<input type="text"/> Haushaltsmitglieder	<input type="text"/>																																
<input type="text"/> Andere Personen	<input type="text"/>																																
<input type="radio"/> Hund	<input type="radio"/>																																
<input type="radio"/> Ein oder mehrere Tage vorher <input type="radio"/> Im Laufe des Tages <input type="radio"/> Spontan/gerade eben <input type="radio"/> Routine/nach Hause																																	
Ankunft (Uhrzeit)																																	
<input type="text"/> km <input type="text"/> m																																	

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So																											
Beginn (Uhrzeit)																																	
<input type="radio"/> Jmd. bringen/abholen <input type="radio"/> Erledigung/Dienstleistung <input type="radio"/> Dienstlich/geschäftlich <input type="radio"/> Zur Schule/Ausbildung <input type="radio"/> Zur Arbeit <input type="radio"/> Einkauf <input type="radio"/> täglicher Bedarf <input type="radio"/> langfristiger Bedarf <input type="radio"/> Freizeit, und zwar <input type="text"/> <input type="radio"/> Sonstiges, und zwar <input type="text"/> <input type="radio"/> Nach Hause																																	
<table border="0"> <tr> <td></td><td>h</td><td>min</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Zu Fuss</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Fahrrad</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Mofa, Motorrad</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Pkw als Fahrer</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Pkw als Mitfahrer</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Bus, Tram, Car</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Eisenbahn</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Andere</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> </table>								h	min	<input type="radio"/> Zu Fuss	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Fahrrad	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Mofa, Motorrad	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Pkw als Fahrer	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Pkw als Mitfahrer	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Bus, Tram, Car	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Eisenbahn	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Andere	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	h	min																															
<input type="radio"/> Zu Fuss	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Fahrrad	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Mofa, Motorrad	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Pkw als Fahrer	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Pkw als Mitfahrer	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Bus, Tram, Car	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Eisenbahn	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Andere	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
Distanz Fussweg von Haltestelle/Parkplatz zum Ziel ↓ <input type="text"/> Meter																																	
Strasse und Hausnummer																																	
PLZ und Ort																																	
<input type="radio"/> Noch nie <input type="radio"/> Ein bis drei mal <input type="radio"/> Häufiger																																	
<table border="0"> <tr> <td>Weg</td><td>Aktivität</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> Haushaltsmitglieder</td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> Andere Personen</td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Hund</td><td><input type="radio"/></td> </tr> </table>							Weg	Aktivität	<input type="text"/> Haushaltsmitglieder	<input type="text"/>	<input type="text"/> Andere Personen	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Hund	<input type="radio"/>																			
Weg	Aktivität																																
<input type="text"/> Haushaltsmitglieder	<input type="text"/>																																
<input type="text"/> Andere Personen	<input type="text"/>																																
<input type="radio"/> Hund	<input type="radio"/>																																
<input type="radio"/> Ein oder mehrere Tage vorher <input type="radio"/> Im Laufe des Tages <input type="radio"/> Spontan/gerade eben <input type="radio"/> Routine/nach Hause																																	
Ankunft (Uhrzeit)																																	
<input type="text"/> km <input type="text"/> m																																	

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So																											
Beginn (Uhrzeit)																																	
<input type="radio"/> Jmd. bringen/abholen <input type="radio"/> Erledigung/Dienstleistung <input type="radio"/> Dienstlich/geschäftlich <input type="radio"/> Zur Schule/Ausbildung <input type="radio"/> Zur Arbeit <input type="radio"/> Einkauf <input type="radio"/> täglicher Bedarf <input type="radio"/> langfristiger Bedarf <input type="radio"/> Freizeit, und zwar <input type="text"/> <input type="radio"/> Sonstiges, und zwar <input type="text"/> <input type="radio"/> Nach Hause																																	
<table border="0"> <tr> <td></td><td>h</td><td>min</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Zu Fuss</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Fahrrad</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Mofa, Motorrad</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Pkw als Fahrer</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Pkw als Mitfahrer</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Bus, Tram, Car</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Eisenbahn</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Andere</td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td> </tr> </table>								h	min	<input type="radio"/> Zu Fuss	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Fahrrad	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Mofa, Motorrad	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Pkw als Fahrer	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Pkw als Mitfahrer	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Bus, Tram, Car	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Eisenbahn	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Andere	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	h	min																															
<input type="radio"/> Zu Fuss	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Fahrrad	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Mofa, Motorrad	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Pkw als Fahrer	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Pkw als Mitfahrer	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Bus, Tram, Car	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Eisenbahn	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
<input type="radio"/> Andere	<input type="text"/>	<input type="text"/>																															
Distanz Fussweg von Haltestelle/Parkplatz zum Ziel ↓ <input type="text"/> Meter																																	
Strasse und Hausnummer																																	
PLZ und Ort																																	
<input type="radio"/> Noch nie <input type="radio"/> Ein bis drei mal <input type="radio"/> Häufiger																																	
<table border="0"> <tr> <td>Weg</td><td>Aktivität</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> Haushaltsmitglieder</td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="text"/> Andere Personen</td><td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Hund</td><td><input type="radio"/></td> </tr> </table>							Weg	Aktivität	<input type="text"/> Haushaltsmitglieder	<input type="text"/>	<input type="text"/> Andere Personen	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Hund	<input type="radio"/>																			
Weg	Aktivität																																
<input type="text"/> Haushaltsmitglieder	<input type="text"/>																																
<input type="text"/> Andere Personen	<input type="text"/>																																
<input type="radio"/> Hund	<input type="radio"/>																																
<input type="radio"/> Ein oder mehrere Tage vorher <input type="radio"/> Im Laufe des Tages <input type="radio"/> Spontan/gerade eben <input type="radio"/> Routine/nach Hause																																	
Ankunft (Uhrzeit)																																	
<input type="text"/> km <input type="text"/> m																																	

TAG
ZEIT
ZIEL UND ZWECK
VERKEHRSMITTEL
ZIEL
HÄUFIGKEIT
BEGLEITUNG
PLANUNG
ZEIT/DISTANZ

6. Begleitbrief zum Wegetagebuch

büro widmer
Beratende Ingenieure
Bahnhofplatz 76
8500 Frauenfeld

«Name» «Vorname»
«Strasse»
«PLZ» «Ort»

Frauenfeld, 04. Dezember 2003

Wegetagbuch 3

Sehr geehrte

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an unserer Studie.

Wir haben Ihnen nun das Wegetagebuch für die 3. Woche beigelegt. Bitte schicken Sie uns das ausgefüllte Wegetagebuch so schnell wie möglich (bis spätestens am 16. Dezember) mit dem beigelegten Rückantwortcouvert zurück. Herzlichen Dank.

Sollten Sie Fragen haben, zögern Sie bitte nicht, mich zu kontaktieren:

Tel.: 052 721 32 57

Email: susanne.farner@buero-widmer.ch

Mit freundlichen Grüßen

Susanne Farner, büro widmer

7. Entschädigungsformular

Entschädigung

Damit wir Ihnen die versprochene Entschädigung für Ihre Bemühungen zukommen lassen können, bitten wir Sie, uns dieses Blatt ausgefüllt mit dem nächsten Wegetagebuch zukommen zu lassen.

Sie können mir diese Angaben auch per email oder telefonisch mitteilen.

ute.stadelmann@buero-widmer.ch
052 721 32 57 (Direktwahl) oder 052 722 16 84

Ausbezahlt wird die Entschädigung NACHDEM wir Ihr letztes Wegetagebuch verarbeitet haben.

Vielen herzlichen Dank für die Teilnahme an dieser Studie!

Mit freundlichen Grüssen

Ute Stadelmann, büro widmer

Name*: _____

Bankverbindung:

Name der Bank:

Adresse der Bank:

Clearing Nummer:

Kontonummer:

* bei Familien/ Paaren bitte nur den Namen des Kontoinhabers angeben, auf dessen Konto der Gesamtbetrag überwiesen werden soll.

Anhang B: Archivierung der Daten

Allgemeiner Zugang (ohne Downloadberechtigung)

http://www.ivt.ethz.ch/vpl/publications/ethtda/index_EN

bzw. <http://129.132.96.89/webview/index.jsp>

login: guest

password: ethtda

Downloadberechtigung

Login und password werden bei berechtigtem Interesse von Herrn Chalasani verteilt:

Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT)

ETH Hönggerberg

Saikumar Chalasani

+ 41 1 633 33 40

chalasani@ivt.baug.ethz.ch

Anhang C: Gewichtung der Daten

Tabelle 33: Anzahl Personen Thurgau 2003 absolut (Anzahl Personen Mikrozensus Thurgau 2000 absolut)

Hauhaltstyp	Führerschein- besitz	Haushaltsbruttoeinkommen		
		≤ 4000 CHF	4001-10000 CHF	> 10000 CHF
Einpersonen-HH	Ja	8 (19)	19 (27)	3 (1)
Mehrpersonen-HH	Ja	3 (27)	89 (170)	41 (29)
Einpersonen-HH	Nein	1 (13)	2 (10)	.
Mehrpersonen-HH	Nein	1 (17)	41 (52)	22 (6)

Tabelle 34 Gewichtungsfaktoren (Anpassung an Mikrozensus 2000, Ausschnitt TG)

Hauhaltstyp	Führerschein- besitz	Haushaltsbruttoeinkommen		
		≤ 4000 CHF	4001-10000 CHF	> 10000 CHF
Einpersonen-HH	Ja	0.965	0.532	0.089
Mehrpersonen-HH	Ja	6.211	1.310	0.454
Einpersonen-HH	Nein	5.324	2.396	.
Mehrpersonen-HH	Nein	10.116	0.831	0.169

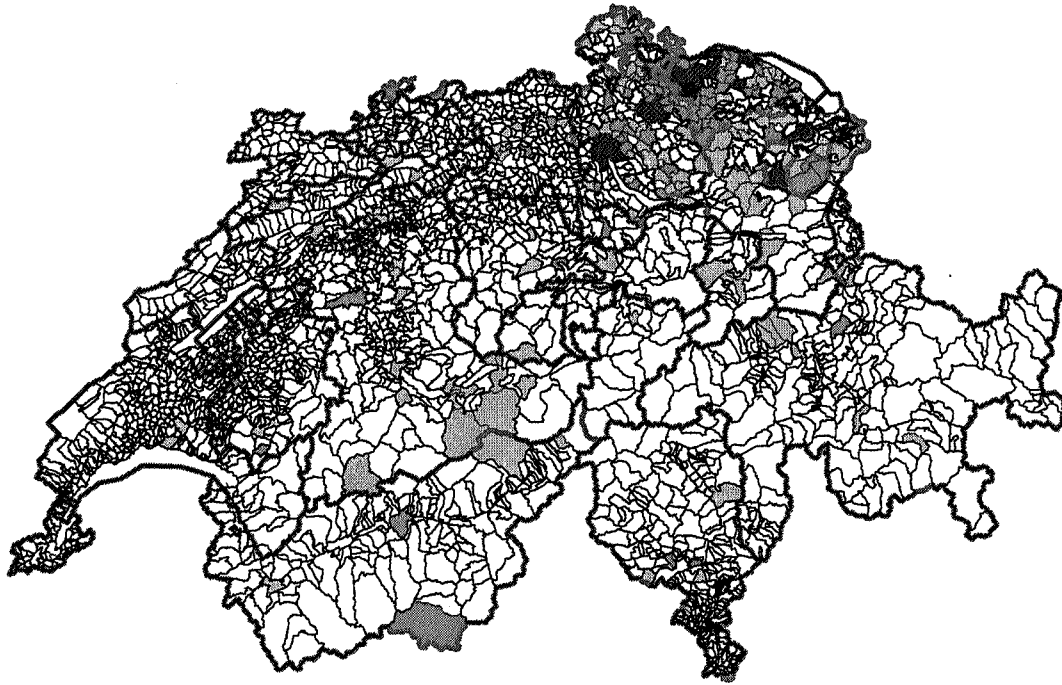
Anhang D: Kategorisierung von Freizeitzielen im Forschungsprojekt City:mobil

Tabelle 35 Kategorisierungsliste der Freizeitaktivitäten in City:mobil

Code	Beschreibung
1	Arbeit
2	Beruflich
3	Ausbildung/Schule
4	Weiterbildung (Freizeit)
5	Begleitung
6	Einkauf täglich
7	Einkauf Langfrist
8	Einkaufsbummel
9	Private Erledigung
10	Treffen Familie
11	Treffen Freunde
12	Vereinstreffen
13	Arzt, Therapie
14	Autowerkstatt etc.
15	Sport aktiv
16	Ausflug Natur
17	Spaziergang
18	Kurzurlaub
19	Garten/Wochenendhaus
20	Ausflug Kultur
21	Ausgang, Kino etc.
22	Nach Hause
23	Sonstiges
24	Friedhof
25	Nebenbeschäftigung (unentgeltlich)

Anhang E: Arbeitsberichte

- Teil 1: “Geokodierung 6-Wochenbefragung Thurgau 2003“
- Teil 2: “Berechnung von Routen- und Verkehrsmittelalternativen für den Datensatz Thurgau 2003“
- Teil 3: “Precision of geocoded locations and network distance estimates”
- Teil 4: “Fatigue in long-duration travel diary surveys”



Geokodierung 6-Wochenbefragung Thurgau 2003

Horst Machguth

Michael Löchl

Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung 219

December 2004

 Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme
Institute for Transport Planning and Systems

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung 219

Geokodierung 6-Wochenbefragung Thurgau 2003

Michael Löchl
IVT / ETH Zürich
ETH Hönggerberg
CH-8093 Zürich

Telefon: +41-1-633 62 58
Telefax: +41-1-633-10-57
loechl@ivt.baug.ethz.ch

Dezember 2004

Kurzfassung

In der vorliegenden Arbeit wird das Vorgehen und die Erfahrungen bei der Geokodierung einer Verkehrserhebung im Kanton Thurgau beschrieben.

Im Herbst und Winter 2003 wurden 99 Haushalte über 6 Wochen zu ihrem Verkehrsverhalten befragt. Jedes Haushaltsmitglied hat dazu alle unternommenen Wege festgehalten, inkl. der Wegeziele. Mit Hilfe von Datenbank-Funktionalitäten wurden dabei den in der Erhebung angegebenen Wegezieladressen in der Schweiz und im Ausland Geodaten zugewiesen und die Koordinaten übertragen. Je nach Datenqualität konnte das *matching* automatisch oder durch verschiedene manuelle Schritte erfolgen. Entsprechend wurde ein *Rating* der Qualität der Geokodierung erstellt.

Rund 99% der Ziele konnten aufgrund der vergleichsweise guten Qualität der Eingangsdaten geokodiert werden.

Schlagworte

Geokodierung; Verkehrsverhalten, Stabilität, 6-Wochen-Tagebuch, Thurgau

Zitierungsvorschlag

Machguth H. und M. Löchl (2004) Geokodierung 6-Wochenbefragung Thurgau 2003, *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung*, **219**, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich

Working paper Transport and Spatial Planning 219

Geocoding 6-weeks travel diary Thurgau 2003

Michael Löchl
IVT / ETH Zürich
ETH Hönggerberg
CH-8093 Zürich

Telefon: +41-1-633 62 58
Telefax: +41-1-633-10-57
loechl@ivt.baug.ethz.ch

Dezember 2004

Abstract

This paper describes the procedure and the experiences from the geocoding task of a transport survey in canton Thurgau.

In autumn and fall 2003, 99 households were surveyed concerning their travel behaviour for 6 weeks. Every household member recorded every single trip, incl. the trip destinations. With the use of database functionality, the stated trip destinations in Switzerland and abroad were assigned to geodata and referring coordinates. Depending on data quality, the matching could have been performed automatically or through manual steps. Accordingly, a rating of the quality of geocoding has been compiled.

Around 99% of the trip destinations were geocoded successfully due to the good quality of input data.

Keywords

Geocoding, travel behaviour, stability, 6-week travel diary, Thurgau

Preferred citation style

Machguth H. und M. Löchl (2004) Geokodierung 6-Wochenbefragung Thurgau 2003, *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung*, **219**, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich

1 Einleitung

Im Rahmen des vom Schweizer Verband der Ingenieure geförderten Projektes ‚Untersuchung der Stabilität des Verkehrsverhaltens‘ (SVI 2002/002) wurde im Herbst und Winter 2003 eine schriftliche Verkehrsbefragung von Personen im Kanton Thurgau vorgenommen. Dabei wurden die Personen aus 99 Haushalten über jeweils 6 Wochen zu ihren Verkehrswegen in Fragebögen befragt und die Wegzieladressen von ihnen festgehalten. Die knapp 37000 Wege konzentrieren sich auf die Heimat der Befragten im Thurgau und angrenzende Gebiete in der Schweiz und Deutschland, doch wurden auch Wege nach Frankreich, Österreich und Slowenien unternommen.

Die angegebenen Wegzieladressen wurden geokodiert. Darunter ist hier die Zuweisung der Landeskoordinaten der Schweiz für jeden Zielpunkt zu verstehen.

Im Kapitel 2 wird ein Überblick über die verwendeten Daten gegeben. Kapitel 3 zeigt das grundsätzliche Vorgehen der Geokodierung, Kapitel 4 die entsprechenden Resultate. Kapitel 5 geht auf die zu berücksichtigenden Restriktionen bzw. den möglichen Fehlerquellen ein, woraus in Kapitel 6 Empfehlungen für weitere Geokodierungsarbeiten abgeleitet werden.

2 Grundlagen

2.1 Umfang der zu geokodierenden Daten

Die vorliegenden Daten aus der Umfrage Thurgau gliedern sich folgendermassen:

- Befragte Personen: 231
- Anzahl Ziele (Wege): 36824
- Anzahl unterschiedliche Ziele: 4849

Die Menge der zu geokodierenden Ziele reduziert sich durch Mehrfachnennungen um 86 % von 36824 auf 4849. Im vorliegenden Bericht beziehen sich hingegen alle Angaben und Analysen immer auf die Gesamtanzahl der 36824 Wege (Wegpunkte).

2.2 Datengrundlagen Punktdaten

Die Ziele werden basierend auf vorhandenen Punktdaten bzw. –koordinaten geokodiert. Diese wurden entnommen aus Gebäudedaten, Strassendaten, Bahnhofdaten und Postleitzahl-Daten.

Gebäudepunkte

Die Gebäudedaten bestehen aus den Gebäudekoordinaten des Schweizer Gebäuderegisters des Bundesamtes für Statistik. Für jedes Gebäude liegen die Variablen PLZ, Ortsname, Strassenbezeichnung und Hausnummer vor.

Strassenpunkte

Das gelegentliche Fehlen von Hausnummern bei den Zielangaben der Wege lies in vielen Fällen nur eine Geokodierung auf der Ebene der Strasse zu. Die Koordinaten der Strassen wurde auf der Basis der Gebäudedaten erstellt (siehe Kapitel 3.2.1).

Bahnhofpunkte

Die genaue Adresse von Bahnhöfen ist meist nicht bekannt. Entsprechend häufig findet sich als Zielangabe anstelle einer Strassenanschrift nur der Eintrag „Bahnhof“ oder „Bahnhof SBB“ sowie der Ortsname bzw. die Postleitzahl. Solche Einträge können am einfachsten unter Verwendung einer Datei mit den Koordinaten der Bahnhöfe referenziert werden.

Die verwendete Datei mit den Bahnhofdaten wurde im Rahmen der Geokodierung Mikrozensus erstellt (Jermann, 2003). Dabei wurde als Grundlage der Bahnhofsdatensatz des ARE verwendet, welches wiederum im Jahr 2000 aus der Datendank fester Anlagen (DfA) der SBB abgeleitet wurde. Dieser Datensatz stellt eine konsistente Punktdatenbasis der Bahnhöfe dar. Die Angaben zu den Koordinaten sind hier teilweise Zentimetergenau und wurden für die Georeferenzierung auf ganze Meter aufgerundet. Gemäss Jermann (2002) beziehen sich die Koordinaten auf den Schnittpunkt der Gebäudeachse des Aufnahmegebäudes mit der Achse von Gleis 1 oder auf eine zentrale Unterführung.

Postleitzahl-Punkte

Die Postleitzahl-Daten bestehen aus einem schweizweiten Poststellenfile MicroPost der Firma MicroGIS (St. Sulpice, VD). Das Poststellenfile MicroPost weist eine konsistente, flächendeckende PLZ-Angabe mit genauer Poststellenlage auf. Sie unterscheidet auch Untersektionen von PLZ-Regionen (Bsp. Lausanne 25), hingegen fehlen firmen- oder behördenspezifische Postleitzahlen. (Bsp 8092 für ETH Zentrum). Das Fehlen solcher Postleitzahlen ist nicht von Bedeutung weil die Befragten firmen- oder behördenspezifische Postleitzahlen nie angegeben haben. Das Poststellenfile erforderte keine Anpassungsarbeiten (vgl. Jermann, 2003).

2.3 Hilfsmittel

Gestützt auf die Erfahrungen aus der Geokodierung Mikrozensus (Jermann, 2003) wurde die Geokodierung mit der Datenbank Microsoft Access® durchgeführt. Vorherige Versuche bei der Geokodierung mit GIS-Software – es wurden ArcInfo, ArcView, ArcGIS (alle ESRI) und MapInfo (MapInfo Corporation) beigezogen – hatte keinen Erfolg, da bei diesen Produkten nur US-typische Adressformate und US-typische Strassentypen und -abkürzungen erkannt wurden.

3 Vorgehen

Die vorgenommenen Arbeiten können in vier Schritte zusammengefasst werden:

1. Aufbereiten der zu referenzierenden Ziele und unterteilen in verschiedene Wege-Dateien
2. Sammeln und Aufbereiten der Punktdaten
3. Geokodierung der Ziele durch Zuweisung von Koordinaten aus den Punktdaten
4. Zusammenfügen der Wege-Dateien und Auswertung

3.1 Aufbereiten der Ziele

Die 36824 Ziele wurden aus technischen Gründen in zwei Dateien unterteilt: „Wegziele innerhalb der Schweiz“ und „Wegziele Ausland“. Die Einträge in den Wege-Dateien wurden auf die Punktdaten abgestimmt. Originaleinträge wurden nie verändert, sondern es wurden zusätzliche neue Spalten mit allfälligen angepassten Einträgen erstellt. Auf das Ersetzen von Umlauten konnte weitgehend verzichtet werden, weil sowohl die Wege-Dateien als auch die Gebäudedaten mit Umlauten in Access importiert werden konnten.

3.1.1 Anpassungsarbeiten

In den Rohdaten enthalten die Zieladressen in einer Spalte sowohl Strassennamen als auch Hausnummer. In Excel wurden diese beiden getrennt, auf zwei Spalten verteilt und anschliessend wieder nach Access importiert.

In einem zweiten Schritt wurden die Einträge in eine konsistente Form gebracht. So wurden beispielsweise alle Strassen abgekürzt mit „Str.“, „Rue“ immer mit „R.“ und „Avenue“ mit „Av.“ sowie „Gottlieb Kellerstr.“ umgeformt zu „Gottlieb-Keller-Str.“ etc.; siehe Tabelle 1.

Tabelle 1 Beispiele Austauschform bei unterschiedlicher Schreibweise

Ausprägung im Punktfile	Ausprägung in der Wege-Datei	Vereinheitlichung
Bahnhofstr.	Bahnhofstrasse	Bahnhofstr.
Av. des Pâquis	Avenue des Paquis	Av. des Paquis
Georg-Krämer-Strasse	Georg Kraemer Strasse	Georg-Kraemer-Strasse
Via San Gottardo	Via S. Gottardo	Via San Gottardo

Weiterhin lagen Adressen mit falscher Strassen- oder Namensbezeichnung vor. Diese Adressen mussten dann meist manuell auf eine entsprechende Austauschform gebracht werden, wie beispielhaft in der folgenden Tabelle 2 zu sehen ist.

Tabelle 2 Beispiele Austauschform bei unterschiedlicher Bezeichnung

Ausprägung im Punktfile	Ausprägung in der Wege-Datei	Austauschform
Route des Charoubiers	Rue des Charoubiers	Route des Charoubiers
Adlergasse	Adlergässli	Adlergasse
Chemin des écoles	Ch. de l'école	Chemin des écoles
Brühlstr.	Brüelstr.	Brühlstr.

3.2 Sammeln und Aufbereiten der Punktdaten

Zur Vorbereitung der Punktdaten war nur ein geringer Aufwand nötig, da die Postleitzahlen-Datei sowie die Bahnhoftsdatei in benötigter Form vorlagen (betreffend der Aufbereitung dieser beiden Tabellen sei auf Jermann, 2003 verwiesen). Es mussten lediglich die Einträge in den Wegedateien auf die Form der Einträge in den Punktdaten-Dateien abgestimmt werden.

3.2.1 Erstellen einer Strassen - Datei

Bei einer ganzen Reihe von Einträgen in der Wegedatei fehlen Strassennummern. Solche Einträge können entsprechend nur auf der Ebene Strasse geokodiert werden. Eine Datei mit entsprechenden Koordinaten für die Strassen existiert nicht und musste daher auf der Basis der Gebäudedaten erstellt werden. Die Zuweisung von Koordination auf der Ebene Strasse bleibt problematisch. Die Genauigkeit der Geokodierung variiert mit der Länge der Strasse. Der mittlere Fehler hängt aber weiter von der Kurvigkeit der Strasse ab.

Zunächst wurde in Access eine Strassendatei erstellt. Jeder Strasse wurden die Koordinaten des Medians der Hausnummern zugeteilt. In einigen Fällen fehlen auch in der Gebäudedatei Hausnummern. Diese Einträge wurden ignoriert solange für dieselbe Strasse Einträge mit Hausnummern vorlagen. Sobald jedoch für eine Strasse nur Einträge ohne Hausnummern vorlagen, wurden der Strasse die Koordinaten eines von Access automatisch ausgewählten Eintrags zugewiesen. Dabei handelt es sich nicht um einen nach Hausnummer oder Koordinaten minimalen oder maximalen Eintrag. Von 826 Strassen, die für das Strassen-genaue Matching verwendet wurden, war dies bei 71 der Fall. Es handelt sich meistens um kleine Stras-

sen, durchschnittlich verfügt jede der 71 Strassen über vier Gebäude. Es wurde eine Tabelle der 71 auf beliebige Gebäude gematchten Strassen erzeugt.

Die Zuweisung einer mittleren X- und Y-Koordinate ist nicht sinnvoll, da diese mittleren Koordinaten einer Strasse in den meisten Fällen nicht mit dem Verlauf der Strasse zusammenfallen.

3.3 Geokodierung Ziele

Die Zieldateien wurden basierend auf den vier Punktdaten-Dateien geokodiert. Dabei wurde folgendermassen vorgegangen:

Tabelle 3 Strukturierung der Geokodierung

Ziele ...

... liegen vor als

... werden geokodiert über

In der Form:

PLZ + Ortschaft + Str. + HNr.

Gebäudepunkte:

- genaue Adresse, oder wenn nicht möglich
- nächstliegende H-Nr.

PLZ + Ortschaft + Str.

Strassenpunkte: Koordinaten der Median – Hausnummer; sonst zufällige ausgewähltes Gebäude

PLZ + Ortschaft

Koordinaten des zugehörigen Postamts

PLZ + Ortschaft + „Bahnhof“

Bahnhofskordinaten

Deutsches Ausland

Häusernummern attribuiert auf dem NavTech-Strassennetz

Sonstiges Ausland

Gemeindemittelpunkte

Die grundsätzliche Methodik der Georeferenzierung in Microsoft Access kann an folgendem Beispiel schematisch erläutert werden.

Wenn folgende Bedingungen in der Punktdatensatz und in der Wegedatensatz erfüllt sind:

[Punktdatensatz].[Ortschaft] = [Wegedatensatz].[Ortschaft] AND
 [Punktdatensatz].[Strasse] = [Wegedatensatz].[Strasse] AND
 [Punktdatensatz].[Hausnummer] = [Wegedatensatz].[Hausnummer]

...dann werden die Koordinaten des Eintrages aus der Punktdatensatz in den entsprechenden Eintrag in der Wegedatensatz übertragen.

3.3.1 Matching

Das Vergleichen zweier Tabellen und das Zuweisen von Koordinaten von einer in die andere Tabelle nach oben aufgezeigtem Beispiel wird *matching* genannt.

Das *matching* erfolgt in drei Stufen. Als erste Stufe wird mit allen Einträgen ein automatisierter Abgleich durchgeführt, bei dem die Übereinstimmung von Wegedatensatz und Punktdaten über die Datenbankfunktionen geprüft wird (vgl. Tabelle 4). Wo ein erster Durchlauf keine Übereinstimmung findet, wird über mehrere automatische Zwischenschritte versucht, möglichst viele Zuordnungen zu nahe gelegenen Alternativpunkte zu finden. Zu diesem Zweck wird die Hausnummer in folgender Reihenfolge verändert: +2, -2, +1, -1, +4, -4, +3, -3. Nach jeder Veränderung wird erneut versucht noch ausstehende Einträge abzugleichen.

Tabelle 4 Ablauf der automatischen Geokodierung

Ziele ...

Übereinstimmung in den Feldern	Priorität
PLZ + Ortschaft + Str. + Hnr.	1
Ortschaft + Str. + Hnr.	2
PLZ + Str. + Hnr.	3

Unabhängig davon, ob die Georeferenzierung mit unveränderter oder mit einer veränderten Hausnummer erfolgte, wurde die in Tabelle 4 aufgezeigte Reihenfolge eingehalten. Prioritär werden Einträge gesucht, die auf allen vier Feldern übereinstimmen. Für die verbleibenden Einträge wird zuerst die PLZ-Information fallengelassen.

Danach folgt eine zweite, halbautomatische Stufe. Dabei werden die verbleibenden Ziele in der Wegedatei manuell mit der Punktedatei verglichen. Es werden dort ähnliche Einträge gesucht, die den Einträgen in der Wegedatei entsprechen könnten. Beispielsweise wird der Eintrag „Oberdorf“ durch „Oberdorfstr.“ ersetzt, falls in der entsprechenden Gemeinde keine Strasse mit der Bezeichnung „Oberdorf“ existiert, hingegen eine „Oberdorfstr.“ vorhanden ist. Die korrigierten Einträge werden dann automatisch geprüft. Weil die Zuweisung nicht so sicher ist wie beim vollautomatischen *matching* erhalten sie jedoch ein anderes *Rating* (siehe folgender Abschnitt).

Der dritte Schritt ist manuell. Die verbleibenden Ziele werden manuell über die Software „Telinfo“ von der Firma „Swisscom Directories“ Anschriften zugewiesen. Diese Software stellt ein Telefonbuch der Schweiz mit integrierter Schweizerkarte zur Verfügung. Die meisten Einträge der Telefonbuchs sind georeferenziert und können per Knopfdruck in der Karte des Programms angezeigt werden. Zwar wird nur die Lokalität und nicht deren Koordinaten angezeigt, das Programm zeigt jedoch die Koordinaten für jeden Punkt an dem sich der Mauszeiger befindet an. Die durch Eingabe von Ortschaft, Strassenname und Hausnummer ermittelten Koordinaten werden manuell in die Wegedatei übernommen. Die Genauigkeit dieses Verfahrens wurde an einigen Beispielen überprüft. Die ermittelten Koordinaten lagen in keinem Fall weiter als 30 m vom effektiven Punkt entfernt. Beispiele für dieses Vorgehen, räumlich dargestellt auf der Telinfo-Karte, finden sich im Anhang.

Einträge, die manuell nicht geokodiert werden konnten, wurden in zwei Klassen unterteilt:

- **Plausible Einträge:** In diese Klasse fallen, z.B. auch alle Einträge bei denen nur die Ortschaft aufgeführt ist. Bei diesen Einträgen ist keine weitere Überprüfung der Plausibilität möglich.
- **Fragwürdige Einträge:** Beispiele hierfür sind „Weinfeld - Hafenstr. 50d“ (Weinfeld verfügt über keine Hafenstrasse), „Winterthur - Rigi-Kulm“ (die Rigi liegt in der Innerschweiz), „Frauenfelden - Frauenfelderstr.“ (nur in seltenen Fällen benennt eine Gemeinde Strassen auf ihrem Gebiet nach sich selber, in Frauenfeld existiert keine Frauenfelderstrasse) Genauere Erläuterungen zur Bestimmung fragwürdiger Einträge finden sich in Kapitel 5.2.

Allen plausiblen Einträgen wurden abschliessend die Koordinaten der Postleitzahl-Punkte zugewiesen. Den fragwürdigen Einträgen wurden keine Koordinaten zugewiesen.

Einträge innerhalb von Deutschland wurden extern mit Hilfe des mit Hausnummern attribuierten Navtech-Strassennetzes geokodiert. Die Geokodierung wurde dabei mit einem *Rating* versehen, welches in das *Rating* gemäss Tabelle 5 übertragen wurde.

3.3.2 Bewertung der Genauigkeit (*Rating*)

Jedem georeferenzierten Eintrag wird ein *Rating* zugewiesen, welches Auskunft über die Qualität der Zuordnung gibt (siehe Tabelle 5). Beispiele zum *Rating* auf Karten räumlich dargestellt finden sich im Anhang.

Tabelle 5 Bewertung der Genauigkeit (*Rating*)

Klasse	Genauigkeit	Beschreibung
A1	Gebäude	Automatisch referenziert; Ort, Str, Hnr übereinstimmend
A2	Gebäude	Gebäude - Automatisch referenziert; Ort, Str übereinstimmend, Hnr +-2
A3	Gebäude	Gebäude - Automatisch referenziert; Ort, Str übereinstimmend, Hnr +-4
AS	Strasse	Automatisch referenziert; Ort, Str übereinstimmend
B	Bahnhof	Bahnhof – Automatisch referenziert über Bahnhof-File, Genauigkeit vergleichbar A1
C1	Gebäude	wie A1, jedoch referenziert nach vorgängiger manueller Korrektur
C2	Gebäude	wie A2, jedoch referenziert nach vorgängiger manueller Korrektur
CS	Strasse	wie AS, jedoch referenziert nach vorgängiger manueller Korrektur
M1	100 m Radius	Manuell referenziert über „Telinfo“, Unsicherheit kleiner 100 m
M2	500 m Radius	Manuell referenziert über „Telinfo“, Unsicherheit kleiner 500 m
M3	1000 m Radius	Manuell referenziert über „Telinfo“, Unsicherheit kleiner 1000 m
O	Gemeinde	Gemeindemittelpunkt – Automatisch referenziert; Ort übereinstimmend
?		Fragwürdiger Eintrag, wahrscheinlich fehlerhaft (Ortschaften verwechselt, ...)
...-ptv		Eintrag in Deutschland welcher von der Firma PTV geokodiert wurde

4 Ergebnisse

4.1 Übersicht

Nach Abschluss der Arbeiten konnten die in Tabelle 6 und 8 dargestellten *matching*-Quoten erzielt werden („Unsicherheit kleiner 100 m“ bedeutet, dass der effektive Punkt maximal 100 m vom gewählten Punkt entfernt ist):

Tabelle 6 Schlussbilanz der Geokodierung

Klasse	Wege im			Alle	
	Thurgau	Schweiz	Ausland	Anzahl	Anteil
Wege	31180	5325	316	36824	100 %
Unsicherheit kleiner 100 m (AS, CS ausgeschlossen)	80.0%	62%	54%	28382	77.1%
Unsicherheit kleiner 500 m (AS, CS eingeschlossen)	96.8%	85%	54%	34900	94.8%
Georeferenziert	99.3%	98%	94%	36504	99.1%
Nicht georeferenziert	0.7%	2%	6%	321	0.9%

Tabelle 7 Gegenüberstellung der Unsicherheit bei Start- und Zielpunkt aller Wege (Total 36'824)

Unsicherh. Ziel \ Unsicherh. Start	100 m	500 m	1000 m	Ortschaft	Fragwürdig
100 m	22207	4921	42	984	236
500 m	4942	1181	10	326	52
1000 m	40	9	4	6	
Ortschaft	958	352	3	215	15
Fragwürdig	237	51		15	18

Tabelle 8 Gegenüberstellung von Unsicherheit bei Start- und Zielpunkt aller Wege in % des Total

Unsicherh. Ziel / Unsicherh. Start	100 m	500 m	1000 m	Ortschaft	Fragwürdig
100 m	60.3	13.4	0.1	2.7	0.6
500 m	13.4	3.2	0.0	0.9	0.1
1000 m	0.1	0.0	0.0	0.0	
Ortschaft	2.6	1.0	0.0	0.6	0.0
Fragwürdig	0.6	0.1		0.0	0.0

Tabelle 9 und Tabelle 10 im Anhang zeigen die Qualität von Start und Endpunkt aufgeschlüsselt nach allen möglichen Rating-Kombinationen.

4.2 Überprüfung der Resultate

Zur Prüfung der Plausibilität der Geokodierung wurde eine Qualitätskontrolle vorgenommen. Die Menge der automatisch zugeordneten Einträge ist zu gross, als dass jeder Eintrag überprüft werden könnte. In einem Nachgang wurden alle Einträge der Wegedatei mit den Postleitzahl-Punkten ortsgenau geokodiert und die Luftdistanz zwischen effektiver Zuordnung und diesem Kontrollmatching berechnet. Das Mass der Luftdistanz erlaubte eine Einschätzung der Plausibilität des effektiven Matchings. Dieses Verfahren ermöglicht es einen Teil der groben Fehler aufzufinden. Dennoch können auch fehlerhafte Zuordnungen mit grossen Abweichungen nicht vollständig ausgeschlossen werden.

In diesem Kontrollschritt konnten auf insgesamt 36824 Einträge etwa zehn fehlerhafte Geokodierungen in den Wegedateien eruiert werden. Alle Einträge mit einer Abweichung von grösser als 2 km wurden nachkontrolliert. Abweichungen von bis zu 120 km kommen vor. Sie sind bedingt durch falsche Postleitzahlen bei Gemeindenamen, die in der Schweiz mehrfach vorkommen (Siehe Kapitel 5.2). In diesen Fällen ergibt die ortsgenau geocodierte falsche Resultate.

5 Mögliche Fehlerquellen

Das Hantieren mit grossen Datenmengen birgt immer die Gefahr der Scheingenauigkeit der Resultate. Deshalb soll im Anschluss an die Ergebnisdarstellungen nochmals auf die Qualität der Ausgangsdaten und des Verfahrens eingegangen werden.

Die Restriktionen der Geokodierung ergeben sich vor allem aus:

- der Qualität der Punktdaten und
- der Qualität der Umfrage-Daten.

5.1 Qualität der Punktdaten

Problematisch sind die fehlenden Ortsnamen bei den Gebäudepunkten in den ländlichen Gebieten des Kantons Thurgau. Der Thurgau weist allgemein eine sehr dezentrale und zergliederte Siedlungsstruktur auf. Zahlreiche Gemeinden (Bsp. Hinterneunforn) bestehen nur aus Weilern, die ohne ein klar ausgeprägtes Zentrum über eine grosse Fläche verstreut liegen.

Aufgrund der geringen Grösse vieler Weiler, kann alleine über den Weilernamen eine sehr genaue Geokodierung erfolgen. Weil aber die Ortsnamen im Punktdatenfile des Kantons Thurgau bzw. im Gebäuderegister des Schweizer Bundesamtes für Statistik fehlen, war für Einträge ohne Strassenbezeichnung nur eine automatische Geokodierung über die Postleitzahl möglich. Eine solche ist in Anbetracht der grossen Gemeindeflächen mit einer entsprechenden Ungenauigkeit verbunden.

Es kann zu Fehlern kommen, wenn in verschiedenen Weilern dieselbe Strasse existiert. Ein Beispiel einer durch Zufall entdeckten falschen Georeferenzierung ist folgender Eintrag:

„8556 - Engwang - Dorfstr. 2“.

Die automatische Georeferenzierung hat dem Eintrag die Koordinaten für „8556 – Illhart - Dorfstr. 2“ zugewiesen. Korrekt wären die Koordinaten der Dorfstrasse in Engwang. Derartige Fehler können nicht ausgeschlossen werden solange zum Georeferenzieren ein Datensatz ohne Ortsnamen verwendet wird.

5.2 Qualität der Umfrage-Daten

Die Rohdaten scheinen eine allgemein gute Qualität aufzuweisen. Es wurden im Verlauf des der Arbeiten jedoch einige typische Fehlerquellen entdeckt, die nachfolgend exemplarisch aufgelistet werden. Die meisten dieser Fehler wurden während des manuellen Arbeitsschrittes bemerkt und korrigiert. Es ist aber bei bestimmten Konstellationen möglich (vor allem bei weit verbreiteten Strassenamen wie „Dorfstrasse“ oder „Hauptstrasse“), dass Einträge automatisch falsch zugeordnet wurden. Derartige Fehler sind grundsätzlich schwer aufzuspüren.

Falsche Postleitzahlen

Aus einigen Einträgen wurde ersichtlich, dass bei einem Teil der Umfragedaten nachträglich fehlende Postleitzahlen zugewiesen wurden. Ein Teil dieser Zuweisungen ist falsch. Es betrifft dies vor allem Ortschaften, deren Namen in der Schweiz nicht einmalig ist. Beispielsweise erhielt „Nussbaumen TG“ die PLZ von „Nussbaumen AG“. Es kann angenommen werden, dass diese Fehler nicht stark ins Gewicht fallen. Derartige Einträge sind kaum automatisch zugeordnet worden, weil sich nur selten eine zusätzliche Übereinstimmung beim Strassenamen finden lässt. Die meisten dieser Einträge wurden spätestens beim manuellen Arbeitsschritt entdeckt. Ein Beispiel:

5646 - Abtwil - Gaiserwaldstr.

5646 ist die PLZ von Abtwil, AG, die Gaiserwaldstrasse befindet sich jedoch in 9030 Abtwil, SG. Der Eintrag wurde auf „9030 – Abtwil SG – Gaiserwaldstrasse“ geokodiert (Rating: CS). Gemäss „Telinfo“ gibt es in der Schweiz nur eine Gaiserwaldstrasse, es kann also von einer sehr sicheren Zuweisung ausgegangen werden.

Vermischte Zielangaben

Eine zweite mögliche Fehlerquelle in den Umfrage-Daten sind falsche Angaben seitens der befragten Personen. Bei vielen Einträgen gewinnt man den Eindruck, zwei Ziele seien von den befragten Personen zu einem Ziel vermischt worden:

8180 - Nussbaumen – Hüttwilerstr. 5

8180 ist die PLZ von Bülach, welches einige Dutzend Kilometer von 8537 Nussbaumen, TG entfernt ist. Korrekt wäre: „8537 - Nussbaumen - Hüttwilerstr. 5“. Der Eintrag wurde als

fragwürdig (Rating: ?) eingestuft. Es ist möglich, dass die Person in Wirklichkeit von Bülach nach Nussbaumen, TG gefahren ist, beim Ausfüllen des Fragebogens dann aber die beiden Wegpunkte „8180 Bülach“ und „8537 Nussbaumen, TG“ vermischt hat. Ein weiteres Beispiel:

8570 – Weinfeld – Hafenstr. 50d

„8570 – Weinfeld“ liegt nicht am Bodensee und verfügt demzufolge auch über keine Hafenstrasse. Hingegen existiert im Gebäudekataster ein Eintrag „8280 Kreuzlingen Hafenstrasse 50d“. Der Eintrag wurde dennoch als fragwürdig bewertet (Rating: ?). Es ist möglich, dass zwei Ziele miteinander vermischt wurden. Die ursprüngliche Fehlerursache des folgenden Beispiels lässt sich nicht mehr genau eruieren:

3981 - Brig - Furkastr. 5

Die PLZ von Brig ist 3900. 3981 ist die PLZ von „Geschinen“ (ca. 30 km talaufwärts von Brig). In beiden Gemeinden existiert eine Furkastrasse. Der Eintrag wurde als fragwürdig (Rating ?) bewertet. Eine Georeferenzierung wäre allenfalls unter Einbezug der Wegekette möglich.

Benachbarte Gemeinden

Sehr häufig sind fehlerhafte Einträge aufgrund der Verwechslung benachbarter Gemeinden. (Die Einträge dieser Klasse lassen sich in vielen Fällen nicht einwandfrei von Einträgen unterscheiden bei denen wahrscheinlich Ziele vermischt wurden.) Nachfolgendes Beispiel wurde mit dem *Rating* M1 taxiert:

8500 - Frauenfeld - Hinterhorben.

Hinterhorben existiert in der Schweiz gemäss „Telfo“ nur einmal in „8524 – Buch bei Frauenfeld“. Weil „Buch bei Frauenfeld“ direkt an „Frauenfeld“ grenzt, wurde angenommen, dass der Eintrag sich auf „Buch bei Frauenfeld“ bezieht.

Ungenauere Ortsangaben

Eine grosse Gruppe stellen die Einträge mit ungenauer Ortsangabe dar. Viele Befragte gaben anstelle einer Strassenbezeichnung einen Bereich wie „Altstadt“ oder „Waldstück Herzen-

holz“ an. In solchen Fällen wurde versucht die räumliche Ausdehnung dieses Bereiches abzuschätzen und ein entsprechendes *Rating* (M1, M2 oder M3) zuzuweisen. Ein Beispiel ist der Eintrag:

8260 – Stein am Rhein – Altstadt

Abbildung 1 zeigt die Situation und das gewählte *Rating*. Die Ausdehnung der Altstadt von Stein am Rhein ist nur unwesentlich grösser als ein Kreis mit 100 m Radius. Daher wurde der Eintrag auf einen Punkt im Zentrum der Altstadt geokodiert und mit dem *Rating* M1 bewertet. Siehe auch die weiteren Beispiele im Anhang (Abbildung 2 bis Abbildung 4)

5.3 Subjektivität des manuellen Arbeitsschritts

Manuelle Geokodierung ist subjektiv. Zuerst muss die Glaubwürdigkeit des Eintrages abgeschätzt werden und in einem zweiten Schritt muss visuell bestimmt werden, welche Genauigkeit vorliegt. In einigen Fällen ist bekannt, welches Objekt gemeint ist, subjektiv ist aber die Abschätzung der Ausdehnung des Objekts. Ein Beispiel hierfür ist der oben vorgestellte Eintrag „Stein am Rhein – Altstadt“. In anderen Fällen ist bereits die Wahl des Objekts problematisch. Lautet die Strassenbezeichnung „Oberdorf“, es existieren aber nur „Oberdorfstrasse“ und „Im Oberdorf“, dann wurde ein Mittelpunkt der beiden Strassen gewählt. Auf diesen Punkt wurde der Eintrag geokodiert. Für die Wahl des *Ratings* wurde die entstandene Unsicherheit in Metern abgeschätzt.

6 Empfehlungen

Bei der Bearbeitung des Projektes wurden Erkenntnisse gewonnen, die an dieser Stelle als Empfehlungen für weitere Geokodierungs-Arbeiten aufgeführt werden sollen. Für eine Besprechung von Erfahrungen, die im Zusammenhang mit einer deutlich aufwendigeren Geocodierung gewonnen wurden, sei auf Jermann (2003) verwiesen.

Das Adress-Geokodierung stellte sich unabhängig von der Qualität der Punktdaten als mühsamer Arbeitsschritt heraus. Die Harmonisierung der Wegebezeichnungen, Umlaute und Sonderzeichen ist umständlich. Ebenfalls viel Zeit wurde beansprucht um Rechtschreibung der Daten zu korrigieren (Oberstrasse statt Oberstrasse, Reinstr. anstelle Rheinstr. usw.)

Zeitersparnisse können sich ergeben, wenn mit einem Programm gearbeitet würde, das Buchstabenähnlichkeiten erkennen kann¹. Access ist dazu nicht fähig und kann nur exakt übereinstimmende Einträge verknüpfen. Andererseits birgt die automatische Erkennung von Ähnlichkeiten auch Gefahren. In sehr vielen Dörfern und Städten gibt es Strassen deren Namen sich sehr ähnlich sind (Beispielsweise „Im Unterdorf“ und „Unterdorfweg“).

7 Literatur

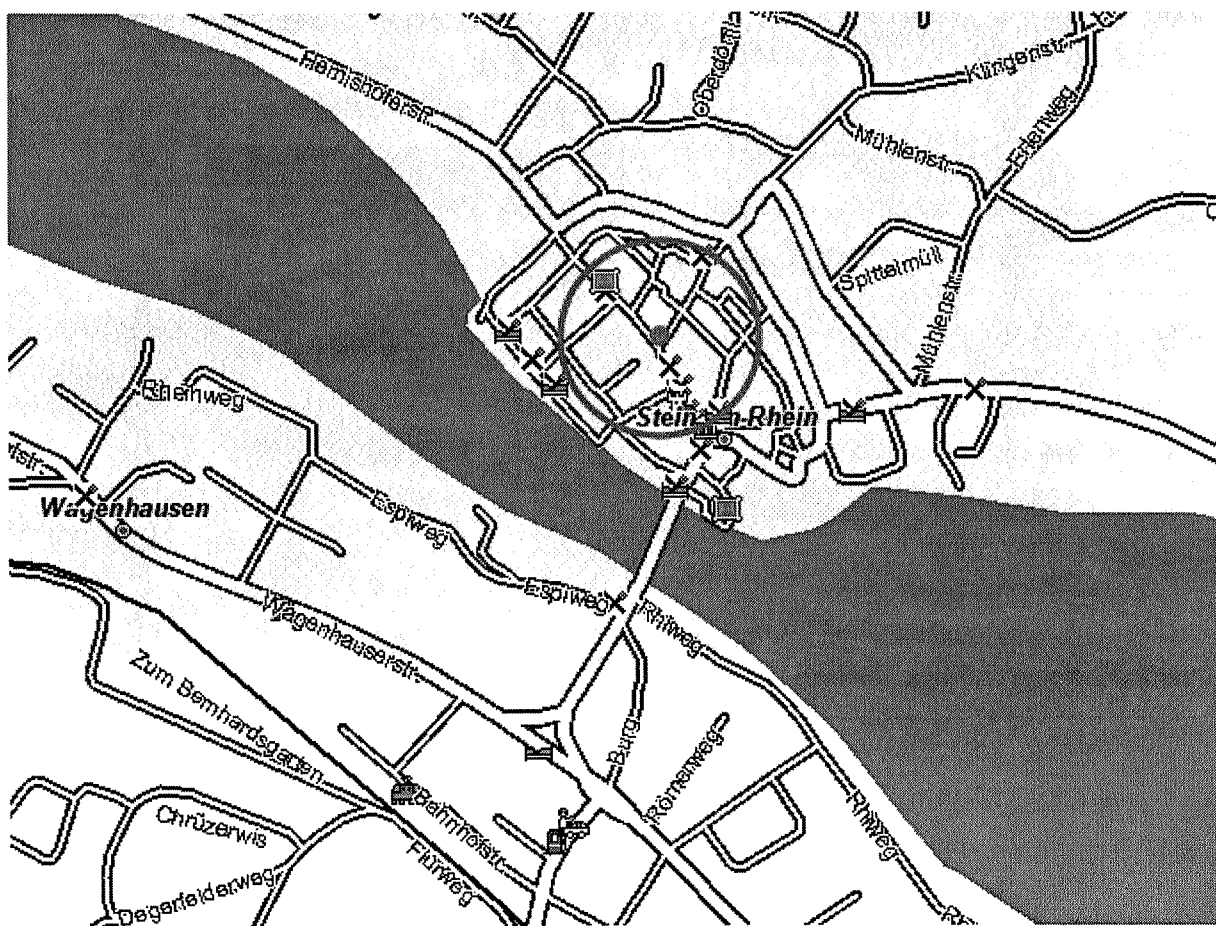
Jermann J. (2002) *GIS-gestützte Modellierung von Anmarschwegen auf Haltestellen des öffentlichen Verkehrs*, Diplomarbeit UNIGIS MAS, Institut für Geographie und angewandte Geoinformatik, Universität Salzburg, Salzburg.

Jermann J. (2003) *Geokodierung Mikrozensus 2000*, Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung, 177, IVT, ETH Zürich, Zürich.

¹ Als Beispiel kann hier die als Fachschale des Statistikprogramms SAS konzipierte Software DataFlux genannt werden (www.dataflux.com).

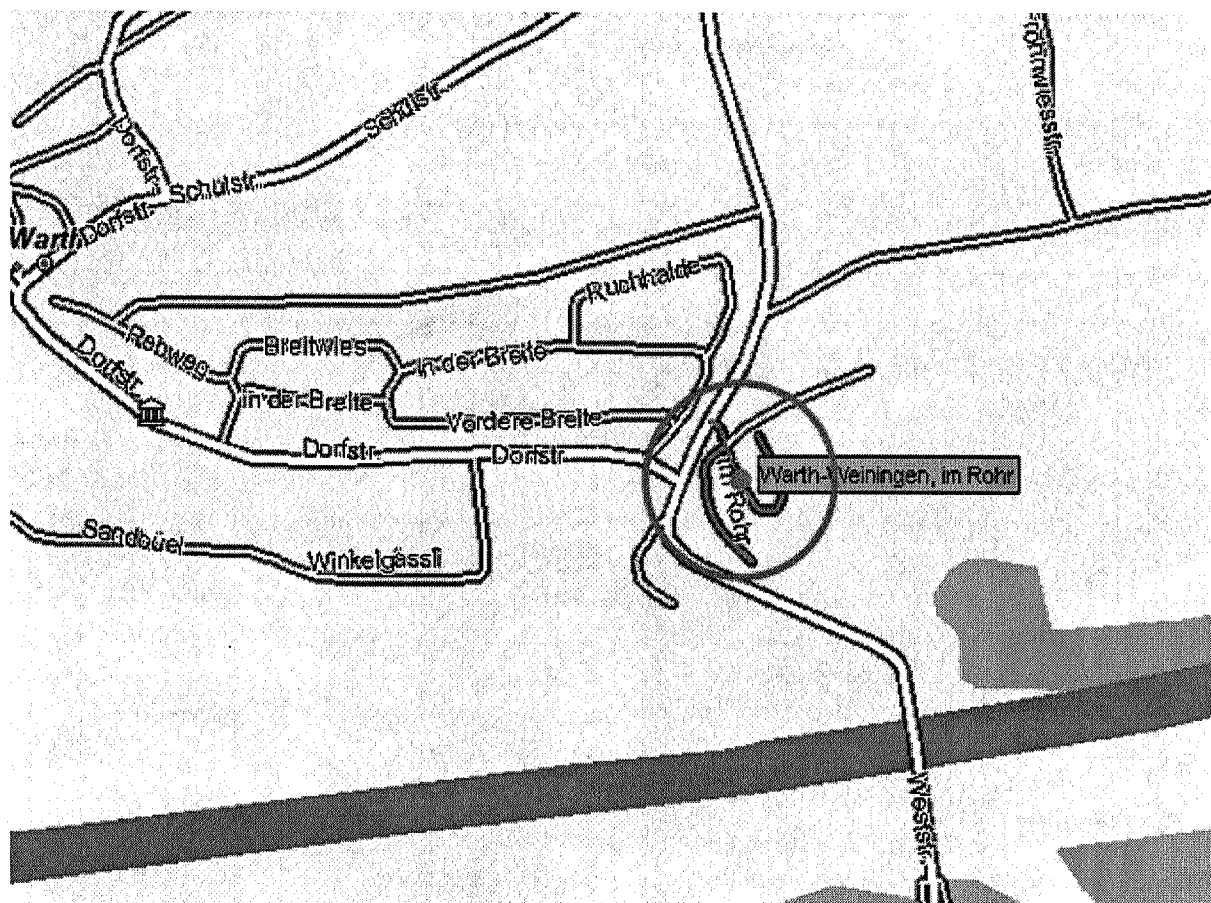
Appendix A Beispiele zur Genauigkeit der manuellen Geokodierung

Abbildung 1 Beispiel für *Rating M1*, Kreisradius 100m: „Stein am Rhein – Altstadt“



Quelle Kartengrundlage: Telinfo

Abbildung 2 Beispiel für *Rating* M1, Kreisradius 100m: Warth-Weinigen - Im Rohr



Quelle Kartengrundlage: Telinfo

Abbildung 3 Beispiel für *Rating M2*, Kreisradius 500m: Hüttwiler See

Das Wegziel „Hüttwiler See“ wurde häufiger genannt. In vielen Fällen kann angenommen werden, dass die Befragten sich im Strandbad Hüttwilersee aufgehalten haben. Die genaue Position des Strandbades konnte über „Telinfo“ ermittelt werden und der Eintrag wurde auf diesen Punkt geokodiert. Trotzdem wurde der Eintrag mit einer Unsicherheit von 500 m bewertet. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Personen sich an einem anderen Punkt des Sees aufgehalten haben

Quelle Kartengrundlage: Telinfo

Abbildung 4 Beispiel *Rating M2*, Kreisradius 500m: Verbier – Route de Verbier

Im Falle der Route de Verbier, wurde ein Punkt in der Mitte der Strasse gewählt und die Unsicherheit über die Länge der Strasse bestimmt.

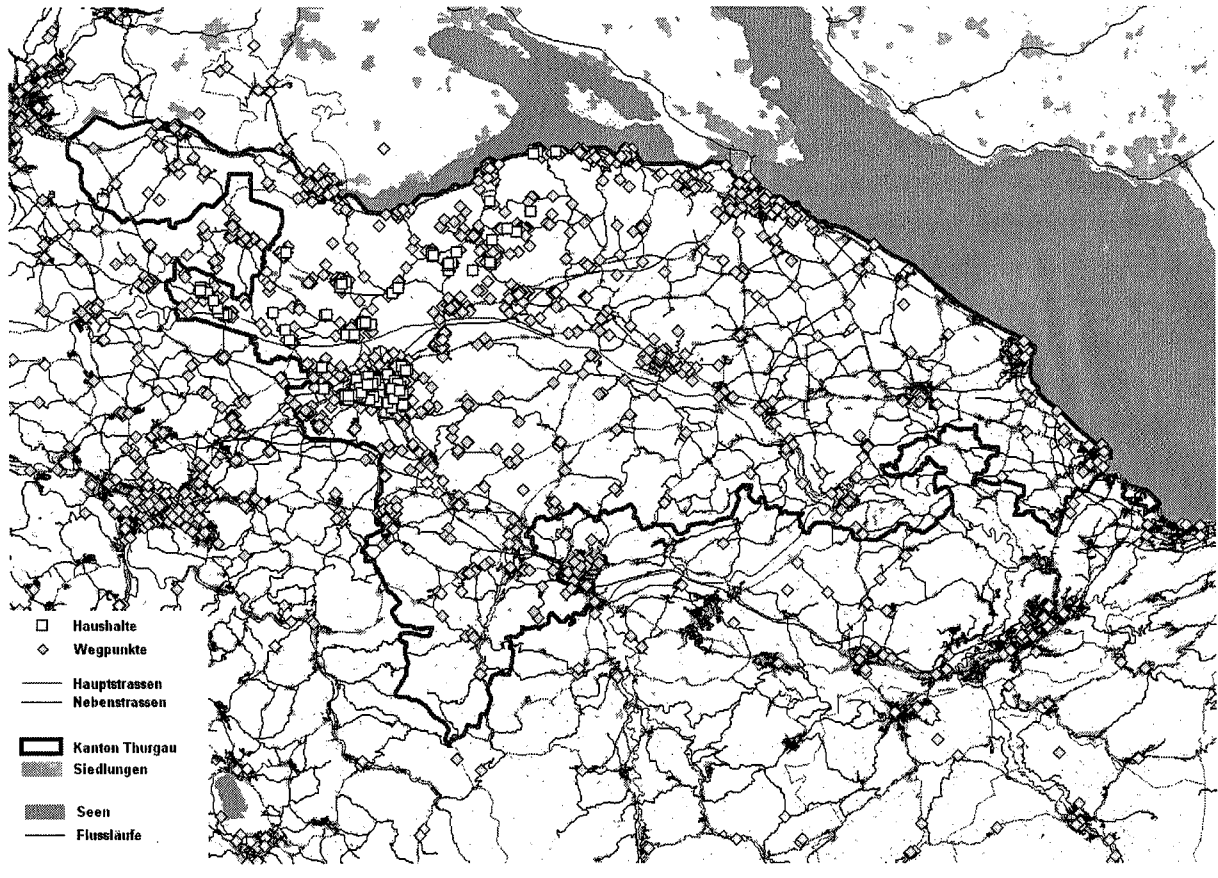
Quelle Kartengrundlage: Telinfo

Tabelle 9 Rating von Start- und Endpunkt. Anzahl Einträge pro Kombination. Total 36'824

	Ziel Rating	?	A1	A1-ptv	A2	A3	AS	B	C1	C2	CS	M1	M1-ptv	M2	M3	M3-ptv	O	O-ptv
	Start Rating																	
?		18	106		36	75	48	4	2	1	2	12		1			15	
A1		104	12194	54	2111	263	2885	323	376	82	342	647	11	357	27	3	723	4
A1-ptv			65	43	7	3	11	1				11	6			1	5	1
A2		32	2118	5	749	130	631	54	86	7	51	174		73	3		128	
A3		80	245	5	116	69	68	19	32	24	7	9		33	2		39	
AS		40	2819	15	707	77	676	69	73	65	57	176		151	5	2	249	
B		4	323	2	44	18	65	26	8		13	23		28			17	
C1		6	384	2	74	30	63	9	24	1	9	22		6	1		21	
C2			78		10	15	67	1			4	3		5			2	
CS		4	367		47	5	46	7	6	2	8	9		11	1		30	
M1		9	673	11	152	10	176	22	27	3	8	158		16	5		38	1
M1-ptv			8	6			2				1	1					2	3
M2		8	363		58	22	163	27	4		9	24		60	2		46	1
M3			27		4	1	6		1		1	3		1	2		5	
M3-ptv			1	1		1	1						1			2	1	
O		15	730	7	123	29	275	11	11		32	36	2	44	3		213	
O-ptv			2	3								1	3	1				2

Tabelle 10 Rating von Start- und Endpunkt. Anteil jeder Kombination in % am Total

	Ziel Rating	?	A1	A1-ptv	A2	A3	AS	B	C1	C2	CS	M1	M1-ptv	M2	M3	M3-ptv	O	O-ptv
Start Rating																		
?		0.0	0.3		0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	
A1		0.3	33.1	0.1	5.7	0.7	7.8	0.9	1.0	0.2	0.9	1.8	0.0	1.0	0.1	0.0	2.0	0.0
A1-ptv			0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0				0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
A2		0.1	5.8	0.0	2.0	0.4	1.7	0.1	0.2	0.0	0.1	0.5		0.2	0.0		0.3	
A3		0.2	0.7	0.0	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0		0.1	0.0		0.1	
AS		0.1	7.7	0.0	1.9	0.2	1.8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5		0.4	0.0	0.0	0.7	
B		0.0	0.9	0.0	0.1	0.0	0.2	0.1	0.0		0.0	0.1		0.1			0.0	
C1		0.0	1.0	0.0	0.2	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1		0.0	0.0		0.1	
C2			0.2		0.0	0.0	0.2	0.0			0.0	0.0		0.0			0.0	
CS		0.0	1.0		0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0		0.1	
M1		0.0	1.8	0.0	0.4	0.0	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.4		0.0	0.0		0.1	0.0
M1-ptv			0.0	0.0			0.0				0.0	0.0					0.0	0.0
M2		0.0	1.0		0.2	0.1	0.4	0.1	0.0		0.0	0.1		0.2	0.0		0.1	0.0
M3			0.1		0.0	0.0	0.0		0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	
M3-ptv			0.0	0.0		0.0	0.0						0.0		0.0		0.0	
O		0.0	2.0	0.0	0.3	0.1	0.7	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1		0.1	0.0		0.6	
O-ptv			0.0	0.0								0.0		0.0			0.0	0.0



Berechnung von Routen- und Verkehrsmittelalternativen für den Datensatz „Thurgau 2003“

Horst Machguth

Michael Löchl

Michaela Bürgle

Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung 231

Juni 2004

Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung

Berechnung von Routen- und Verkehrsmittelalternativen für den Datensatz „Thurgau 2003“

Michael Löchl
IVT
ETH Zürich
CH - 8093 Zürich

Michaela Bürgle
IVT
ETH Zürich
CH - 8093 Zürich

Telefon: +41-1-633 62 58
Telefax: +41-1-633-10-57
loechl@ivt.baug.ethz.ch

Telefon: +41-1-633 45 43
Telefax: +41-1-633-10-57
buergle@nsl.ethz.ch

November 2004

Kurzfassung

In dem vorliegenden Arbeitsbericht wird das Vorgehen und die Erfahrungen bei der Routen- und Verkehrsmittelalternativenberechnung in Vorbereitung auf tiefer gehende Analysen zur Routen- und Verkehrsmittelwahl mit den Daten aus einer Verkehrserhebung im Kanton Thurgau beschrieben.

Im Herbst und Winter 2003 wurden 99 Haushalte über 6 Wochen zu ihrem Verkehrsverhalten befragt. Jedes Haushaltsmitglied hat dazu alle unternommenen Wege festgehalten, inkl. der Wegeziele. Am IVT wurden alternative ÖV-Verbindungen mit den Zu- und Abgangswegen von den Haltestellen berechnet. Im Kanton Thurgau besteht ausserdem ein Rufbussystem. Es wurden diejenigen Wege herausgefiltert, welche die Befragten mit dem Rufbus hätten zurücklegen können. Weiter wurden Distanz und Zeitdauer möglicher Autowege bestimmt. Für jeden der über 36000 geokodierten Wege aus der Umfrage wurden maximal 25 alternative ÖV-Verbindungen, zwei Verbindungen mit dem Auto (zeitschnellste und wegekürzeste) sowie eine Rufbus-Verbindung ermittelt.

Schlagworte

Routing, Routenalternativen, Verkehrsmittel, Thurgau 2003, HAFAS, Stabilität, Rufbus

Zitierungsvorschlag

Machguth, H., M. Löchl und M. Bürgle (2003) Berechnung von Routen- und Verkehrsmittelalternativen für den Datensatz „Thurgau 2003“, *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung*, 231, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich, Zürich.

Working paper Transport and Spatial Planning

Calculation of route and transport mode alternatives for the survey "Thurgau 2003"

Michael Löchl
IVT
ETH Zürich
CH - 8093 Zürich

Michaela Bürgle
IVT
ETH Zürich
CH - 8093 Zürich

Telefon: +41-1-633 62 58
Telefax: +41-1-633-10-57
loechl@ivt.baug.ethz.ch

Telefon: +41-1-633 45 43
Telefax: +41-1-633-10-57
buergle@nsl.ethz.ch

November 2004

Abstract

This working paper describes the procedure and experiences with the calculation of route and transport mode alternatives in preparation for later in-depth analysis of route and mode choice with the data of a survey from canton Thurgau/ Switzerland.

In autumn and fall 2003, 99 households were surveyed concerning their travel behaviour for 6 weeks. Every household member recorded every single trip, incl. the trip destinations. Alternative public transport routes were calculated at IVT including the walk to and from the public transport stops. In addition, there is a call-a-bus system in canton Thurgau. All trips were filtered for which respondents could have used this system. Moreover, distance and duration of possible car trips were determined. For each of the more than 36000 geocoded trips of the survey up to 25 public transport route alternatives, two route alternatives by car (time fastest and distance shortest) as well as one call-a-bus connection have been determined.

Keywords

Routing, route alternatives, transport mode, Thurgau 2003, HAFAS, stability, call-a-bus

Preferred citation style

Machguth, H., Löchl, M. and Bürgle, M. (2003) Calculation of route and transport mode alternatives for the survey „Thurgau 2003“, *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung*, 231, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.

1 Einleitung

Im Rahmen des vom Schweizer Verband der Ingenieure geförderten Projektes „Untersuchung der Stabilität des Verkehrsverhaltens“ (SVI 2002/002) wurde im Herbst und Winter 2003 eine schriftliche Verkehrsbefragung von Personen im Kanton Thurgau vorgenommen. Dabei wurden die Mitglieder von 99 Haushalten über jeweils 6 Wochen zu ihren Verkehrswegen in Fragebögen befragt und die Wegzieladressen von ihnen festgehalten. Die knapp 37000 Wege konzentrieren sich auf die Heimat der Befragten im Thurgau und angrenzende Gebiete in der Schweiz und Deutschland, doch wurden auch Wege nach Frankreich, Österreich und Slowenien unternommen. 99 % aller Wegpunkte konnten geokodiert werden (Machguth und Löchl, 2004)

Auf Basis der geokodierten Punkte wurden mit Hilfe eines GIS (MapInfo) die fünf nächstgelegenen Haltestellen des öffentlichen Verkehrs bestimmt. Zwischen diesen Haltestellen wurden in einer automatisierten Fahrplanabfrage die Verbindungen berechnet. Der Fahrplanoutput wurde dann mit einem Java-Programm den ursprünglichen Wegen zugeordnet. Anschließend wurden im GIS mit Hilfe eines Routing-Programmes (RouteView¹) die zeitschnellste sowie die streckenkürzeste Autoverbindung berechnet. Das im Kanton Thurgau vorhandene Rufbus-Netz (PubliCar) wurde ebenfalls berücksichtigt. Zuerst wurden die Wege ausgewählt, für welche der Rufbus als Alternative in Frage kommt. Ebenfalls berücksichtigt wurden die Zonen in denen der Rufbus nur von oder zu bestimmten Haltestellen verkehrt. Die verschiedenen Alternativen wurden untereinander verglichen.

¹ Das Programm RouteView wurde entwickelt von Infotech Enterprises, siehe auch www.routeviewpro.com

2 Grundlagen

2.1 Umfang der Umfrage Thurgau

Die vorliegenden Daten aus der Umfrage Thurgau gliedern sich folgendermassen:

- Anzahl Wege: 36824
- Anzahl unterschiedliche Ziele: 4849
- Befragte Personen: 231
- Anzahl Haushalte: 99
- Berichtszeitraum: 6 Wochen

Für die Verwendung im Rahmen dieser Arbeit sind nicht alle Datensätze geeignet. Grundsätzlich wurde nicht mit der totalen Menge der Wege gearbeitet, sondern mit den 36184 vollständig (Start- und Zielpunkt geokodiert) geokodierten Wegen.

2.2 Rufbus Thurgau-Schaffhausen (PubliCar)

Für grosse Bereiche des Kantons Thurgau existiert ein Rufbus-System (vgl. Abbildung 1). Bei Fahrplanberechnungen kann der Rufbus aber nicht berücksichtigt werden, die Berechnungen verlieren dadurch an Aussagekraft. Nachfolgend wird der Rufbus für den Thurgau und sein Bedienungsgebiet beschrieben. Die entsprechende Berücksichtigung des Rufbus bei der Routenalternativenberechnung ist in Kapitel 3.7 beschrieben.

Der Rufbus im Kanton Thurgau – genannt PubliCar – wird von der Schweizer Post betrieben. Der Kleinbus bringt Fahrgäste auf Bestellung von Haustür zu Haustür. In grösseren Gemeinden wird kein Transport von Haustür zu Haustür angeboten, sondern die Fahrgäste können zwischen einer Anzahl vorgegebener Haltestellen wählen.² Der Fahrpreis wird nach Streckenlänge berechnet und entspricht dem Tarif den man für dieselbe Streckenlänge im regulären Postauto zu bezahlen hätte. Zusätzlich wird pro Fahrt ein Zuschlag von 3 Franken erhoben.

² Diese Beschränkung wurde gemäss telefonischer Auskunft von PubliCar eingeführt um das lokale Taxigewerbe nicht zu stark zu konkurrenzieren.

Alle Abonnemente des öffentlichen Verkehrs sind auf dem PubliCar-Netz uneingeschränkt gültig, der Zuschlag von 3 Franken muss jedoch von jedem Passagier entrichtet werden. PubliCar kann von Montag bis Freitag zwischen 6:15 Uhr und 19:15 Uhr, sowie am Sonntag zwischen 8:30 Uhr und 19:15 Uhr telefonisch angefordert werden. Dabei verfügt PubliCar nur über eine beschränkte Zahl an Fahrzeugen, daher kann es insbesondere in Stosszeiten und bei kurzfristiger Reservation zu Wartezeiten kommen. Je früher der Bus reserviert wird, desto kürzer fällt die Wartezeit aus.³ Um eine optimale Auslastung der Fahrzeuge zu erzielen, wird stets versucht mehrere Beförderungsaufträge zu kombinieren. Die elektronische Fahrtenplanung von PubliCar versucht, die Aufträge so zu kombinieren, dass für den einzelnen Passagier Fahrzeiten gemäss Tabelle 1 resultieren. Die theoretischen Fahrzeiten im Privatauto werden von PubliCar in einem Routing-Programm berechnet.

Tabelle 1 Grundlagen der Fahrzeitplanung Publicar

Theoretische Fahrzeit Privatauto:	bis 7 Min.	7 bis 10 Min.	über 10 Min.
Fahrzeit Publicar:	12 Min.	17 Min.	Faktor 1,5 (max. 2)

Quelle: Telefonische Auskunft von Herrn Beat Vetter, Leiter PubliCar Thurgau.

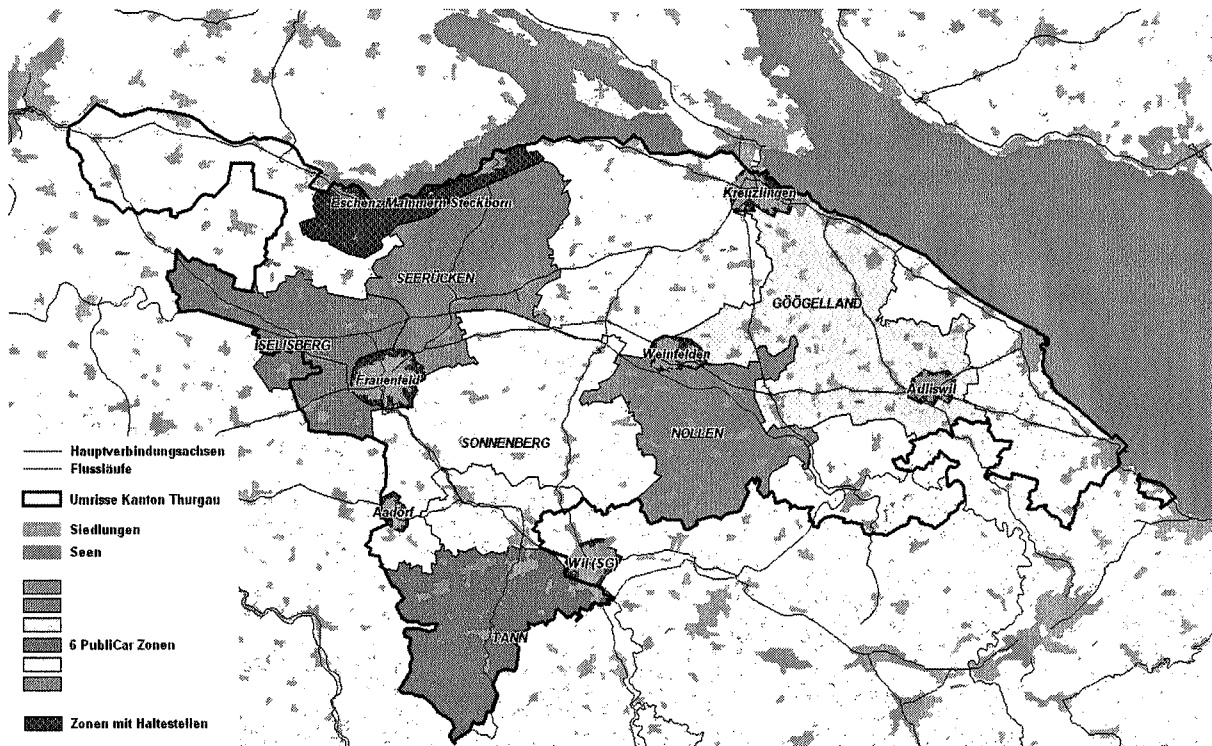
Gemäss Herrn Vetter verlängert sich für die allermeisten Passagiere die Fahrzeit um einen Faktor 1,5. Dieser Faktor kann als gute generelle Näherung verwendet werden. In Stosszeiten (vor allem am frühen Abend) kann der Faktor durch die Fahrtenplaner manuell bis auf 2 angehoben werden.

Nach 19:15 Uhr verkehrt der PubliCar als Nachtbus. Er startet nach vorgegebenem Fahrplan in den vier Ortschaften Frauenfeld, Weinfelden, Amriswil und Kreuzlingen und bedient die Gemeinden innerhalb derselben Zonen wie tagsüber. Der Fahrplan der sechs in Frauenfeld startenden Nachtbusse ist auf die Ankunftszeit des Schnellzuges aus Zürich abgestimmt. Der Nachtbus befördert die Passagiere bis vor die Haustür oder von der Haustür zu einem der vier genannten Standorte. Hingegen führt der Nachtbus keine Fahrten von Tür zu Tür aus. Unter der Woche fährt der letzte Nachtbus ca. 23 Uhr, Freitag und Samstagabend 24 Uhr.⁴

³ Gemäss telefonischer Auskunft von Herrn Beat Vetter, Leiter von PubliCar Thurgau, beträgt die Wartezeit auf den Schnellzug nach Zürich für ungefähr 90 % der mit PubliCar zum Bahnhof Frauenfeld beförderten Personen zwischen 3-10 Minuten.

⁴ Es besteht laut PubliCar die Möglichkeit Daueraufträge aufzugeben. Diese Möglichkeit wird vor allem für Schulkinder genutzt. Gemäss Auskunft von Herrn Vetter sind die 16 Fahrzeuge des Publicar Thurgau gut ausgelastet. Weitere Informationen zum PubliCar Angebot Thurgau Schafhausen sowie Fahrpläne und Netzpläne sind im Internet unter <http://www.publicar.ch/SiteOnLine/Accueil/1,1727,13456-986-1|1|4,00.html> verfügbar.

Abbildung 1 PubliCar-Servicezonen im Kanton Thurgau



Eigene Darstellung auf Basis der Gemeindeumrisse Vektor200 unter Verwendung der Netzpläne von PubliCar Frauenfeld⁵

Die Gebiete mit Haltepunkten gehören jeweils zu allen direkt angrenzenden Zonen. Sehr kleine Zonen mit Haltepunkten (Tobel und Hüttlingen) wurden zur Vereinfachung nicht berücksichtigt.

⁵ (Netzpläne bezogen bei: <http://www.publicar.ch/SiteOnLine/DE/Accueil/1,1727,14359-0,00.html>, Zugriff 22.04.04)

3 Vorgehen

Die vorgenommenen Arbeiten können in vier Schritte zusammengefasst werden:

1. Aufbereiten der Wege
2. Überprüfen und Auswahl der Haltestellenfiles
3. Zuweisen der nächstgelegenen Haltestellen in GIS (MapInfo)
4. Berechnen der Verbindungen im HAFAS-ZVV Fahrplan
5. Berechnen der Routing-Wege
6. Filtern und berechnen der Rufbus-Strecken
7. Berechnung des Ähnlichkeitsindex

3.1 Zusammenstellen der Wege

In der Original-Tabelle der Umfrageergebnisse sind für jeden Weg neben anderen Angaben (Dauer, Zweck, Verkehrsmittel,...) lediglich die Zielpunkte aufgeführt. Geokodiert wurden die Zielpunkte aller Wege. Der Zielpunkt des Weges n muss identisch sein mit dem Startpunkt des Weges n+1 einer Person. Somit sind mit der Geokodierung der Zielpunkte zugleich auch die Startpunkte georeferenziert. Die Startpunkte wurden mit folgender Verknüpfung generiert:

$$[\text{Startpunkt von Weg } n+1] = [\text{Zielpunkt von Weg } n] \text{ unter der Bedingung dass: } [\text{Personennummer von Weg } n+1] = [\text{Personennummer von Weg } n]$$

Mit der Bedingung einer identischen Personennummer wird verhindert, dass der letzte Weg der Person x (üblicherweise in der sechsten Woche am siebten Tag) als Startpunkt des ersten Weges der Person x+1 (üblicherweise in der ersten Woche der Befragung am ersten Tag) eingesetzt wird.

Nach dem Zuweisen der Startpunkte mit oben beschriebener Systematik verfügt jeder Weg über Start- und Zielpunkt mit Ausnahme aller Startpunkte des ersten Weges von jedem der

213 Befragten. Es wurde angenommen, dass die Befragten am ersten Tag der sechswöchigen Befragung von Zuhause aus gestartet sind.

3.2 Überprüfen und Auswahl der Haltestellenfiles

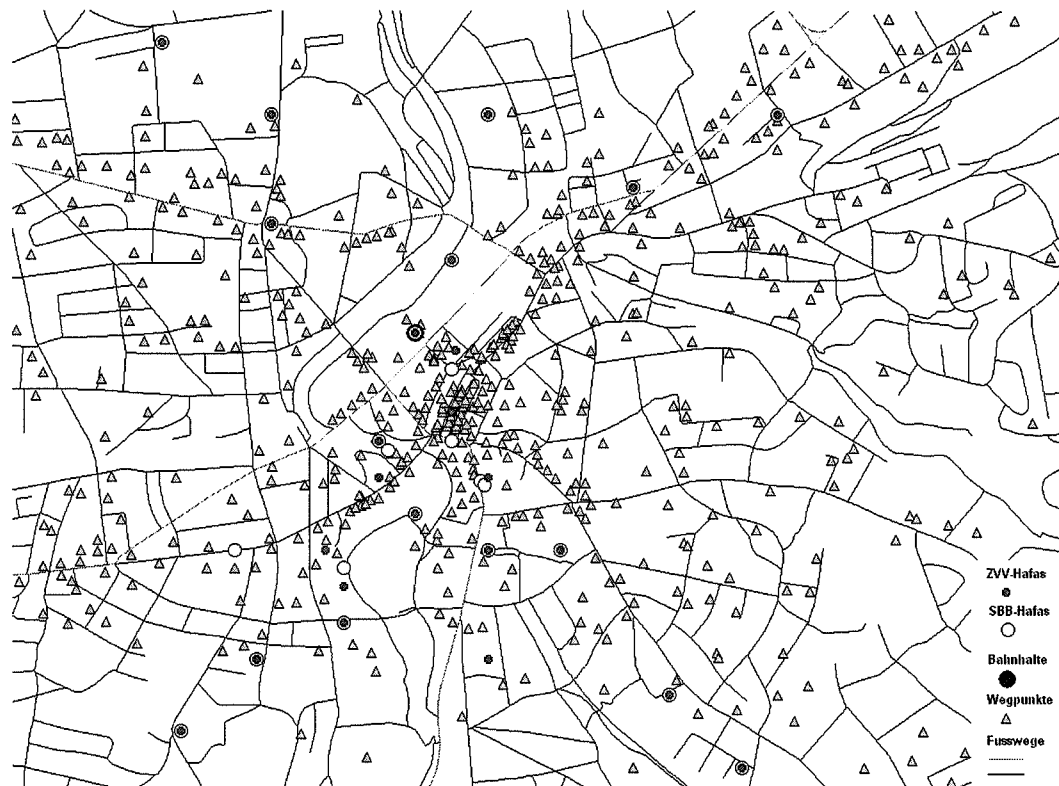
Am IVT steht das HAFAS-ZVV Fahrplantooll (enthält nicht ganz alle Haltestellen in der Schweiz, s.u.) zur Verfügung, welches eine grosse Anzahl von Verbindungen automatisch berechnen kann. Das Fahrplantooll beinhaltet nicht alle Haltestellen der Schweiz, was wiederum die Aussagekraft der berechneten Verbindungen beeinträchtigt. Ein automatisches Fahrplantooll für alle Haltestellen der Schweiz (HAFAS-SBB Fahrplan) steht aber im Moment nicht zur Verfügung.

Die im HAFAS-ZVV Fahrplantooll enthaltenen Haltestellen wurden mit einem File aller Haltestellen des HAFAS-SBB Internet Fahrplans verglichen. Das HAFAS-ZVV Fahrplantooll kann Verbindungen zu schweizweit 16688 Haltestellen ermitteln. Der im Internet verfügbare HAFAS-SBB Fahrplan kann aber Verbindungen zu schweizweit 19862 Haltestellen berechnen. Im HAFAS-ZVV Fahrplan fehlen somit 3174 Haltestellen, dies entspricht 16 % des Total von 19862. Die fehlenden Haltestellen konzentrieren sich fast ausschliesslich auf die Städte Genf, Lausanne, Bern, Luzern, Basel und St. Gallen. In diesen Städten fehlen jeweils sämtliche Haltestellen der lokalen Verkehrsbetriebe (siehe Abbildung 4). Für den ganzen Rest der Schweiz sind die Haltestellen von HAFAS-ZVV mit den Haltestellen des HAFAS-SBB Internet Fahrplan identisch. Für alle Gebiete ausserhalb oben erwähnter Städte kann der HAFAS-ZVV Fahrplan als vollständig erachtet werden. So sind im HAFAS-ZVV Fahrplan schweizweit sämtliche Bahn- und Postauto-Haltestellen enthalten.

Der HAFAS-ZVV Fahrplan ist somit gut geeignet für die Fahrplanauskunft in allen ländlichen Regionen und im ZVV-Verbandsgebiet. Ungeeignet ist er für die oben genannten Städte.

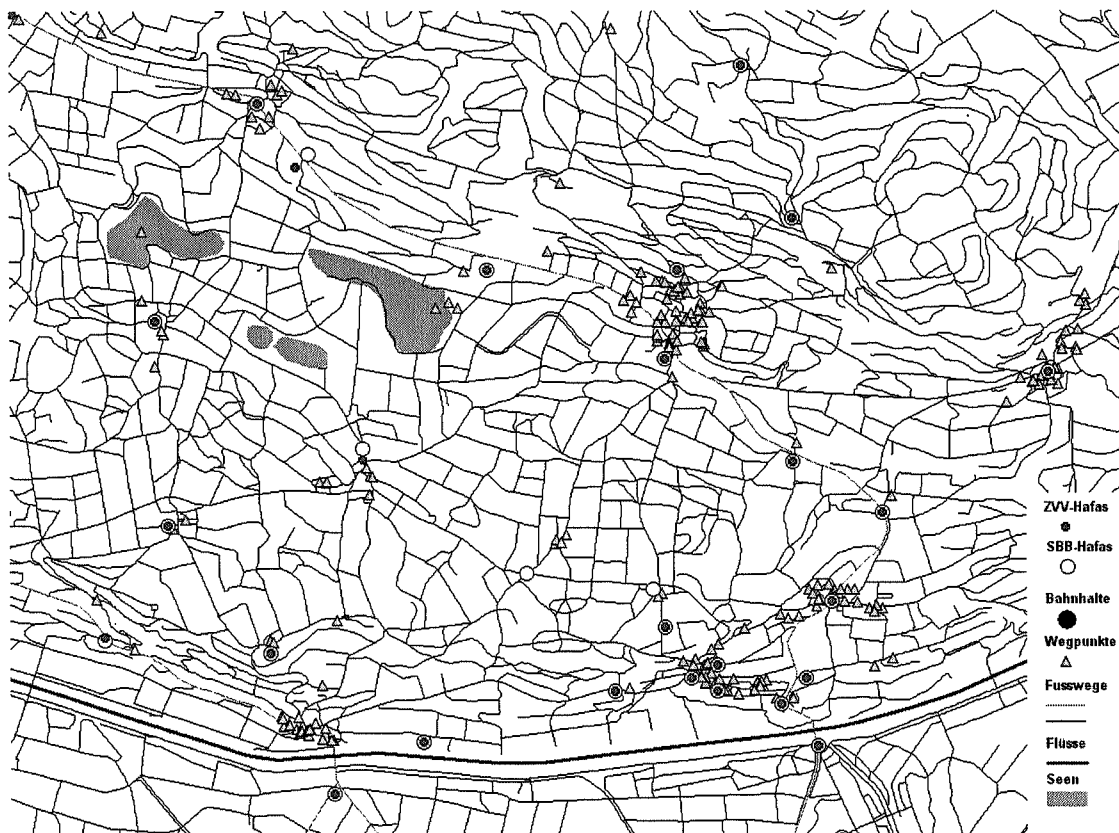
In den folgenden Abbildungen (Abbildungen 2 und 3) werden beispielhaft die Haltestellen von ZVV- und SBB-Hafas sowie die berichteten und geokodierten Wegziele (Wegpunkte) dargestellt.

Abbildung 2 Wegpunkte und Haltestellen in der Region Frauenfeld



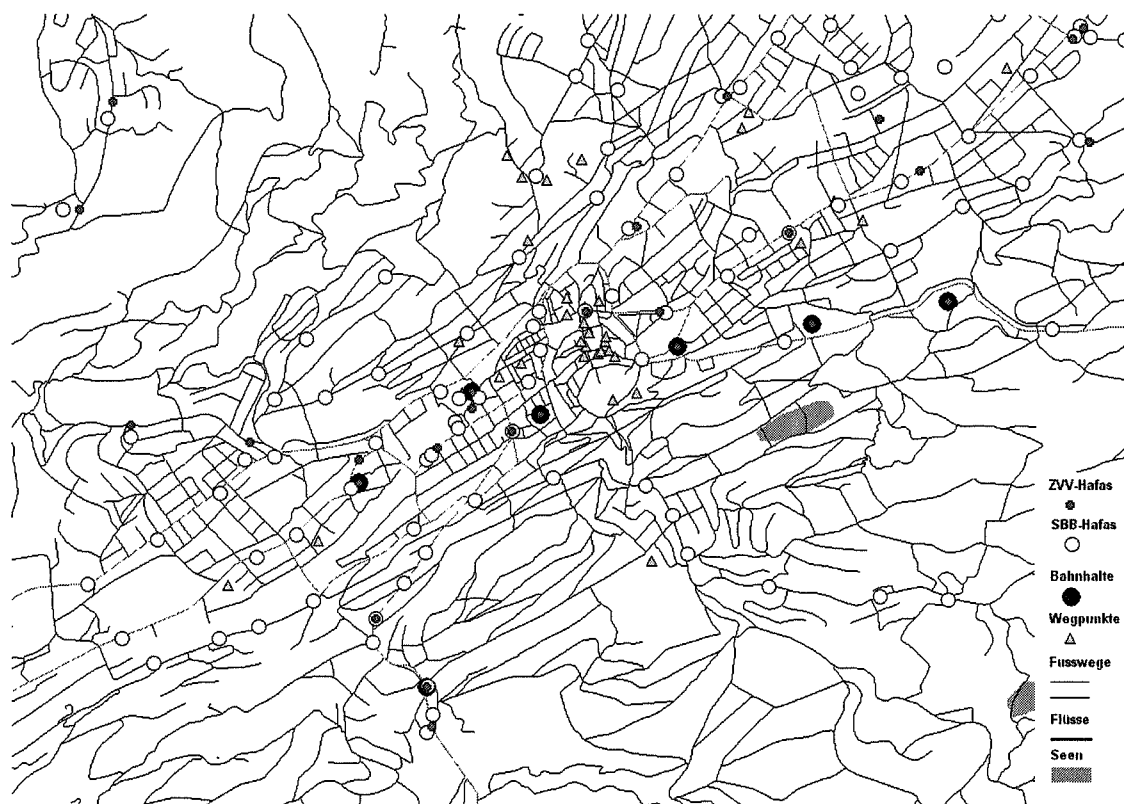
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis des Fusswegnetzes Vector 25.

Abbildung 3 Wegpunkte und Haltestellen im Gebiet Hütwilten - Hütwiler See



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis des Fusswegnetzes Vector 25.

Abbildung 4 Wegpunkte und Haltestellen in der Stadt St. Gallen



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis des Fusswegnetzes Vector 25 von Swisstopo.

3.3 Auswahl nächstgelegener Haltestellen

Die Berechnung der nächstgelegenen Haltestellen vom Ausgangspunkt eines Weges erfolgt auf einem Fuss-Wegnetz (Grundlage: Vector 25 von Swisstopo). Dies stellt eine realistischere Abschätzung dar als die Bestimmung der nächstgelegenen Haltestellen anhand der Luftlinien-Distanz. Es wurde eine einheitliche Gehgeschwindigkeit von 5 Kilometer pro Stunde angenommen. Ausserdem wurde ausschliesslich mit den 35681 Wegen gerechnet, welche sowohl vollständig georeferenziert sind als auch ihren Start- und Endpunkt in der Schweiz haben.

Um unwahrscheinlich lange Zu- und Abgänge zu verhindern und um den Rechenaufwand zu reduzieren, wurde in einem ersten Schritt um jeden Wegpunkt ein Buffer mit 2 Kilometer Radius gelegt. Alle Wege ausserhalb der Schweiz wurden gelöscht. Demzufolge sind nur ÖV-Haltestellen erreichbar, die innerhalb der Buffer liegen. Die Buffer überschneiden sich in vielen Gebieten vollständig, daher können sie alleine noch keine unrealistisch langen Zu- und

Abgänge verhindern. Im zweiten Schritt wurden in MapInfo unter Verwendung des Tools RoadView die nächstgelegenen drei ÖV-Haltestellen bestimmt. Als zusätzliches Auswahlkriterium lässt sich im Programm RoadView die maximale Luftdistanz definieren, innerhalb derer nach Haltestellen gesucht werden soll. Es wurde in diesem Anwendungsfall ein Kilometer gewählt. Abschliessend wurden die nächstgelegenen zwei Bahnhöfe im Umkreis von zwei Kilometern bestimmt. Diese können identisch sein mit zwei der drei vorangehend berechneten nächstgelegenen ÖV-Haltestellen. Aus diesem Grund kann sich die Anzahl verschiedener nächstgelegener ÖV-Haltestellen von maximal fünf auf minimal drei reduzieren. Die Anzahl wird zusätzlich reduziert, wenn sich weniger als fünf ÖV-Haltestellen innerhalb des Ein- bzw. Zweikilometer-Buffers befinden oder wenn Haltestellen doppelt vorhanden sind.

3.4 Berechnung im Fahrplantooll

Das Fahrplantooll rechnet mit der Ankunftszeit am Zielort. Zwischen eigentlichen Zielort des Weges und der ÖV-Zielhaltestelle liegt die jeweilige Abgangszeit. Die Ankunftszeit an der ÖV-Zielhaltestelle wird berechnet als Ankunftszeit am Zielort minus Abgangszeit. In das Fahrplantooll wird eine Tabelle mit allen benötigten Informationen eingelesen. Die beiden Output-Tabellen des Fahrplantoolls werden anschliessend in einem Java-Programm zusammengefügt, um sie den ursprünglichen Wegen zuzuordnen. Die resultierende Tabelle enthält für jede Weg-ID bis zu 25 verschiedene ÖV-Verbindungen. Die im oben stehenden Abschnitt genannten Restriktionen können die effektive Anzahl reduzieren.⁶

3.5 Bestimmung des Verkehrsmittels

Aus den Resultaten des Fahrplantoolls lässt sich nicht erkennen welches Verkehrsmittel (Bahn, Postbus, Tram oder Regionalbus) benutzt wird. Die Methodik zur Bestimmung des Verkehrsmittels wurde von Jörg Jermann am IVT entworfen und im Rahmen der Mikrozensus-Auswertung angewandt (Jermann 2003). Jede im ZVV-HAFAS Fahrplantooll enthaltene Haltestelle wird ein Verkehrsmittelcode zugewiesen. Wenn von einer Haltestelle aus ver-

⁶ Bemerkung zu Wochenendfahrplänen: Im Fahrplantooll gilt Wochenendfahrplan von Samstag 00:00 bis Sonntag 24:00. Wenn eine Person freitagabends losfährt und samstagsmorgens ankommt, dann muss dem Programm der Ankunftszeit Samstag angegeben werden. Normalerweise werden in Umfragen aber Abfahrtsstage angegeben (in diesem Fall Freitag). Gibt man im vorliegenden Beispiel Freitag an, dann rechnet das Fahrplantooll mit dem Werktagsfahrplan die Verbindung von Donnerstagabend auf Freitagmorgen. Die Einträge wurden entsprechend korrigiert.

schiedene Verkehrsmittel verkehren, erhält die Haltestelle den Code des höchstrangigen Verkehrsmittels. Die gewählte Reihenfolge, beginnend mit dem höchstrangigen Verkehrsmittel, lautet: 1. Bahn, 2. Postauto, 3. Tram, 4. Bus. Bahnhöfe, an denen noch zusätzlich Regionalbusse verkehren, erhalten demzufolge den Code „Bahn“. Die Zuweisung der Verkehrsmittelcodes wurde folgendermassen vorgenommen: Bahnhaltstellen wurden im GIS durch ihre Nähe zu den Eisenbahnlinien selektiert. Tramhaltestellen wurden für die Stadt Zürich manuell selektiert, weitere Tramhaltestellen sind im ZVV-HAFAS nicht enthalten.

Die Bestimmung des gewählten Verkehrsmittels erfolgt anschliessend über die in untenstehender Tabelle dargestellten Beziehung. Startet eine Person beispielsweise an einem Bahnhof (Code „Bahn“) und fährt zu einer Bushaltestelle (Code „Bus“), so muss die Fahrt mit dem Bus erfolgt sein.

Tabelle 2 Benutztes Verkehrsmittel in Abhängigkeit der Klassierung der Start- und der Start- und der Zielhaltestelle

Code Start	Code Ziel	Verkehrsmittel
Bus	Bus	Bus
Bus	Tram	Bus
Bus	Post	Bus
Bus	Bahn	Bus
Tram	Bus	Bus
Tram	Tram	Tram
Tram	Post	Post
Tram	Bahn	Tram
Post	Bus	Bus
Post	Tram	Post
Post	Post	Post
Post	Bahn	Post
Bahn	Bus	Bus
Bahn	Tram	Tram
Bahn	Post	Post
Bahn	Bahn	Bahn

3.6 Berechnung von zeitschnellster und streckenkürzesten Strassenverbindung

Für das automatische Routing wurde für jeden der im Vector25-Strassennetz vorhandenen Strassentypen eine mittlere Fahrgeschwindigkeit angenommen. Die gewählten Geschwindigkeiten sind in Tabelle 3 dargestellt. Die Geschwindigkeiten sind unabhängig von der Tageszeit. Im Vector25-Strassennetz sind unter anderem „3. Klass Strassen“ vorhanden. Es handelt sich dabei in vielen Fällen um ausgebauten Waldwege für die Fahrverbot gilt oder um Strassen, die für den allgemeinen Verkehr nicht geöffnet sind. Der Einbezug von „3. Klass Strassen“ könnte im Routing zu unrealistischen Abkürzungen führen, daher wurden sie aus dem Strassennetz gelöscht.

Tabelle 3 Gewählte Geschwindigkeiten für das automatische Routing in km/h

Autobahn	Autobahntunnel	Auf-/Abfahrten Autobahn	Autostrassen	Strassen 1. Klasse	Strassen 2. Klasse	Quartierstrassen
110	85	50	90	70	55	25

Diese zunächst zugrunde gelegten Geschwindigkeiten können nachträglich als zu hoch gewertet werden. (vgl. Hackney et al. 2004)

Es wurde in MapInfo unter Verwendung von RouteView sowohl die zeitschnellste als auch die streckenkürzeste Verbindung berechnet.

3.7 Berechnung der Rufbusstrecke

In grossen Teilen des Kantons Thurgau besteht ein Rufbus-Angebot (Siehe Kapitel 2.2). Als Rufbusse verkehren Kleinbusse, deren Geschwindigkeit mit PKWs vergleichbar ist. Durch Umwege zwecks Mitnahme weiterer Passagiere sowie durch das beschränkte Haltestellenangebot in grösseren Gemeinden verlängert sich die Fahrzeit gegenüber dem PKW allerdings. Die elektronische Fahrtenplanung legt Fahrten soweit zusammen, dass die Fahrt für den einzelnen Passagier 1,5-mal länger dauert als im Privatauto. Weiter gilt es zu beachten, dass der Rufbus im Voraus bestellt werden muss. PubliCar versucht Anschluss-Wartezeiten von 3 bis 10 Minuten zu gewährleisten. Gemäss telefonischer Auskunft von Herrn Beat Vetter, Leiter PubliCar Thurgau, erhält man eine gute Näherung der Fahrzeiten PubliCar indem man die Fahrzeiten gemäss Routing mit 1,5 multipliziert.

Der PubliCar-Rufbus kann nur innerhalb einer Zone verkehren. In GIS wurden alle Gemeinden die jeweils zu einer Bedienungszone gehören (siehe Abbildung 1) zusammengefasst zu

einem Polygon. Entsprechend den sechs Zonen resultieren sechs Polygone. Anschliessend wurde im GIS jedem der Wegpunkte eine Zonen-ID zugewiesen. Punkte die in keiner der PubliCar-Bedienungszonen liegen tragen die ID 0. Die Wahl des Rufbusses ist nur möglich wenn Start und Zielpunkt eines Weges dieselbe Zonen-ID tragen. Für alle Wege, die entweder in PubliCar-Bedienungszonen mit Haltepunkten starten oder enden, wurde analog zum in Kapitel 3.3 beschriebenen Vorgehen Distanz und Zeit zur nächstgelegenen Haltestelle bestimmt. Wege, die in Zonen mit Haltepunkten sowohl starten als auch enden, wurden ausgeschlossen. Dies gilt auch wenn die Zone des Startpunktes und des Zielpunktes nicht identisch sind. Solche Wege, beispielsweise zwischen Frauenfeld und Weinfelden oder zwischen Kreuzlingen und Weinfelden, sind bereits durch die Berechnungen im ZVV-Hafas Fahrplan-tool berücksichtigt. Entsprechend den Betriebszeiten der PubliCar kommen nur Wege in Frage, die nach 6:15 Uhr und vor 19:00 Uhr starten. Auf die Berücksichtigung des Nachtbusses wurde verzichtet.

3.8 Berechnung der Eigenständigkeit von Verbindungen

Die Methodik zur Berechnung der Eigenständigkeit von Verbindungen basiert auf Friedrich et al. (2000) und erfasst Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Reisealternativen, um bei der Verkehrsmodellierung Kapazitätsausweitungen bereits erfasster Verbindungen von zusätzlichen Verbindungen unterscheiden zu können.

Die hier verwendete Formel zur Berechnung der Eigenständigkeit von Verbindungen berücksichtigt

- die **empfundene Reisezeit** (ERZ), welche definiert ist als:

$$ERZ_i := \beta_{FZ} \cdot FZ_i + \beta_{UZ} \cdot UZ_i + \beta_{UH} \cdot UH_i$$

wobei

FZ_i = Zeit im Fahrzeug

UZ_i = Umsteigezeit

UH_i = Umsteigehäufigkeit

Die Koeffizienten β_{FZ} , β_{UZ} und β_{UH} können frei gewählt werden.

In die Berechnungsformel geht der Vorteil von Verbindung i gegenüber Verbindung j ein:

$$y_i(j) := ERZ_j - ERZ_i$$

- die **zeitliche Nähe** der Verbindung i zur Verbindung j im Hinblick auf Abfahrt und Ankunft

$$\text{definiert als } x_i(j) := \frac{|\text{ABF}_j - \text{ABF}_i| + |\text{ANK}_j - \text{ANK}_i|}{2}$$

- den Vorteil im **Fahrpreis** von Verbindung i gegenüber Verbindung j: $z_i(j)$
Da keine Fahrpreisinformationen vorliegen, wird für alle z_i der Wert 1 eingesetzt.

Die ERZ wurde vereinfacht, indem der Term $\beta_{UZ} \cdot UZ_i + \beta_{UH} \cdot UH_i$ durch $\beta \cdot UH$ ersetzt und $\beta_{FZ} = 1$ gesetzt wurde. Der Koeffizient β hängt von der Art des Umsteigevorgangs ab und wird gemäss Tabelle 4 eingesetzt:

Tabelle 4 Verwendete Faktoren β (Minuten) für alle möglichen Umsteigevorgänge

Umsteigevorgang von - auf	β
Bahn - Bahn	16
Bahn - Bus	10
Bahn - Post	12
Bahn - Tram	10
Bus - Bahn	10
Bus - Bus	8
Bus - Post	10
Bus - Tram	8
Post - Bahn	12
Post - Bus	10
Post - Post	12
Post - Tram	10
Tram - Bahn	10
Tram - Bus	8
Tram - Post	10
Tram - Tram	8

Ebenfalls benötigt man s_x , welches zugleich die doppelte mittlere Wartezeit eines zufällig zugehenden Fahrgastes zwischen der ersten und der letzten (in Frage kommenden) Abfahrt und somit die Taktrate darstellt. Letztere wird über die gewählten Verkehrsmittel abgeschätzt (Das Vorgehen zur Bestimmung des gewählten Verkehrsmittels ist in Kapitel 3.5 beschrieben). Wird ein Weg mit verschiedenen Verkehrsmitteln zurückgelegt, dann wird die längste Taktrate aller vorkommenden Verkehrsmitteln zugewiesen. Weil das PubliCar vorgängig bestellt werden muss, wurde eine Taktrate von 120 Minuten gewählt. Diese Annahme ist prob-

lematisch. Das PubliCar kennt keine eigentliche Taktrate und daher ist ein direkter Vergleich mit den anderen Verkehrsmitteln schwierig.

Tabelle 5 Gewählte Taktraten in Minuten für die verschiedenen Verkehrsmittel

Bahn	Postbus	Bus	Tram	Publicar	Auto
60	30	20	10	120	1

Aufgrund dieser Angaben kann man nach der bei Friedrich et al. (2000) angegebenen Formel den Einfluss einer Verbindung auf eine andere bestimmen. Hat man diese Grösse für jede Kombination aus Verbindungen mit übereinstimmenden Start- und Zielorten errechnet, kann man darauf basierend die Eigenständigkeit jeder Verbindung innerhalb ihrer Gruppe ermitteln. Der Eigenständigkeitswert ist 1 für eine Verbindung, die sich stark von allen anderen ihrer Gruppe unterscheidet, und nähert sich 0 mit zunehmender Ähnlichkeit zu anderen Verbindungen der Gruppe.

Informationen zur Eigenständigkeit von Verbindungen können verwendet werden um bei der Verkehrsmodellierung einen realistischen Split von Fahrgästen auf verschiedene Verbindungen für eine Reise zu erhalten: Auf eine Verbindung mit hoher Eigenständigkeit wird ein höherer Anteil an Reisenden entfallen als auf eine mit grösserer Ähnlichkeit zu anderen Verbindungen.

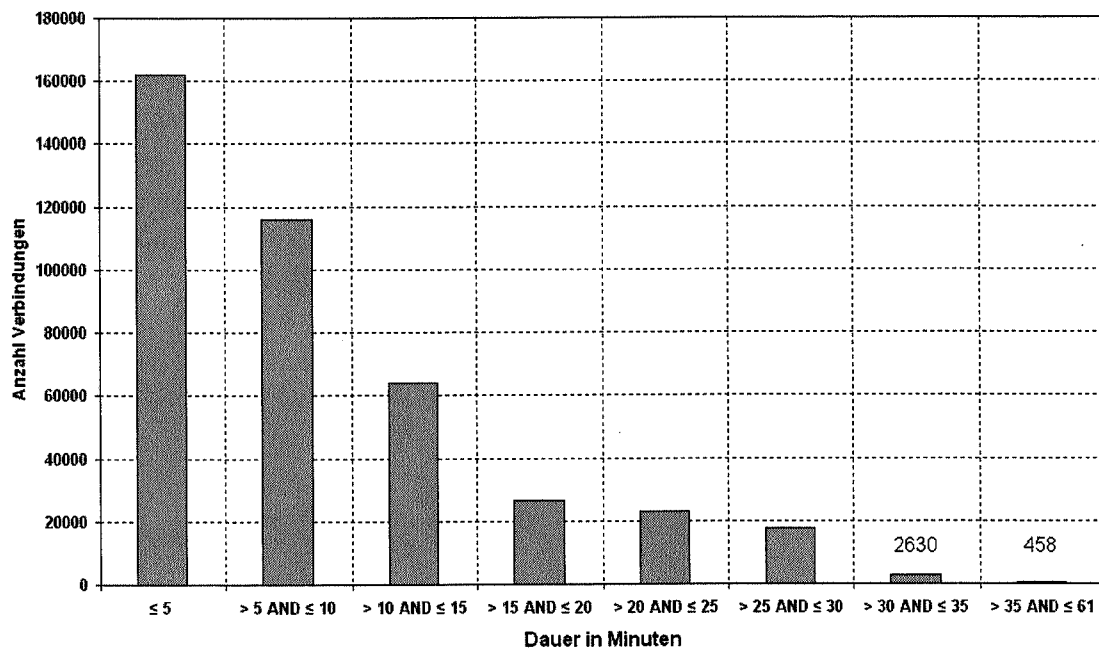
4 Ergebnisse

Von den insgesamt 36783 Wegen in den Thurgau-Daten konnten 321 Wege nicht vollständig georeferenziert werden. Doch nur vollständig georeferenzierte Wege können zur ÖV-Alternativenberechnung verwendet werden. Darüber hinaus starten oder enden 507 Wege im Ausland oder verlaufen vollständig ausserhalb der Schweiz. Schliesslich haben 1609 Wege identische Start- und Zielpunkte. Wege mit einer der letztgenannten zwei Merkmale wurden im Datensatz entsprechend markiert.

4.1 Resultate der Zugangswege-Berechnungen

Abbildung 5 zeigt die resultierende Verteilung der Zugänge zu allen 412204 berechneten Verbindungen. Auffällig ist, dass sehr viele (ca. 83 %) der berechneten Zugänge kürzer als 15 Gehminuten sind. Weil aus oben genannten Gründen Bahnhöfe mehrfach herausselektiert werden können, viele Haltestellen doppelt vorhanden sind und Haltestellen in grösserer Distanz als 2 Kilometer Luftlinie ausgeschlossen sind, lässt sich aus der Abbildung keine Aussage über die generelle Entfernung zwischen ÖV-Haltestellen und den Wegpunkten machen.

Abbildung 5 Länge der Zugänge, unterteilt in Zeitklassen

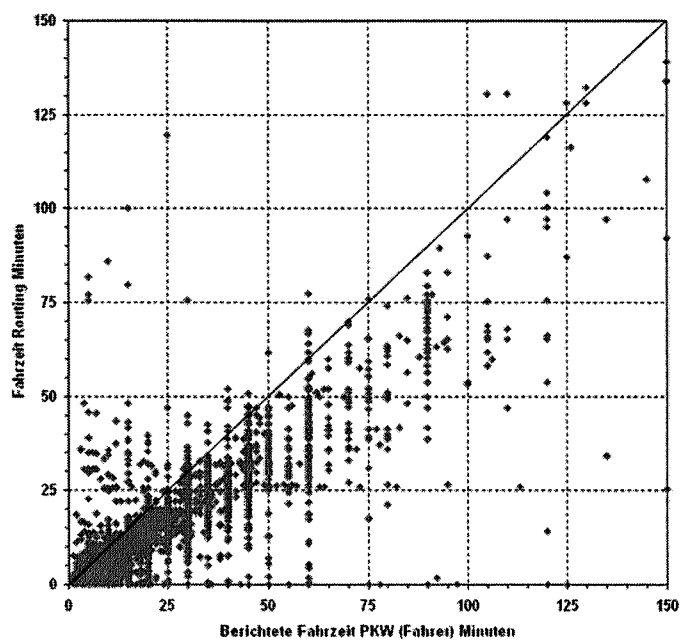


Angenommen wurde eine Gehgeschwindigkeit von 5 km/h. (Weil an jedem Punkt zugleich Abgang als auch Zugang stattfindet sind die Zahlen für die Abgänge identisch)

4.2 Resultate der Routing-Berechnungen

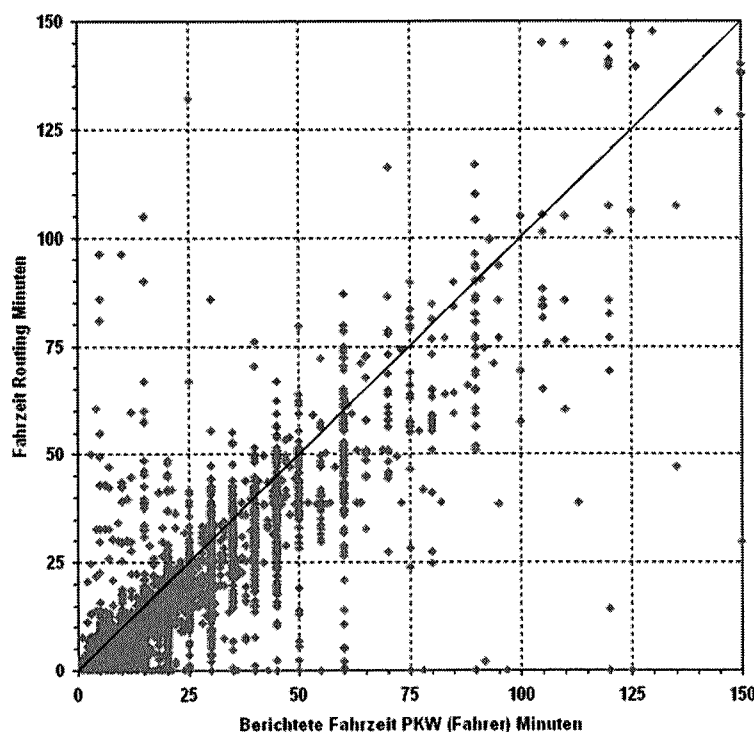
Um mögliche Unterschiede zwischen der berechneten Fahrzeit und der berichteten Fahrzeit einschätzen zu können, sind in Abbildung 6 und 7 diese Werte gegenübergestellt. Diese Analyse wurde beim Routing sowohl für den zeitschnellsten als auch den distanzkürzesten Weg vorgenommen.

Abbildung 6 Gegenüberstellung der Fahrzeit (zeitschnellster Weg) gemäss Routing und der berichteten Fahrzeit PKW (Fahrer) gemäss Umfrage



Dargestellt sind 14389 Einträge mit Fahrzeiten < 150 Min. (insgesamt 14415 Einträge)
Regression: $y = 0.5675x + 1.2294$; $R^2 = 0.6487$

Abbildung 7 Gegenüberstellung der Fahrzeit (distanzkürzester Weg) gemäss Routing und der berichteten Fahrzeit PKW (Fahrer) gemäss Umfrage



Dargestellt sind 14388 Einträge mit Fahrzeiten < 150 Min. (insgesamt 14415 Einträge).
Regression: $y = 0.6904x + 0.6786$; $R^2 = 0.6622$

Aus den Abbildungen 6 und 7 ist ersichtlich, dass die Reisezeit durch das automatische Routing tendenziell unterschätzt wird. Eine lineare Regression zeigt sowohl für den schnellsten als auch für den kürzesten Weg ein ähnliches R^2 von ca. 0.65. Die resultierenden Regressionsgeraden deuten vor allem für die zeitschnellsten Wege darauf hin, dass die berichtete Fahrzeit durch das Routing mit gewählten Geschwindigkeiten unterschätzt wird. Für die streckenkürzesten Wege liegt die Regressionsgerade näher bei $y = x$. Für diese Beobachtung müssen mindestens zwei verschiedene Erklärungsversuche in Betracht gezogen werden:

1. Die verwendeten Geschwindigkeiten sind realistisch und die Befragten wählen tendenziell eher den streckenkürzesten Weg
2. Die gewählten Geschwindigkeiten sind zu hoch. So haben beispielsweise Hackney et al. (2004) niedrigere Geschwindigkeiten für die Strassen im Kanton Zürich ermittelt. Ausserdem können aus der häufigeren Wahl von Nebenstrassen bei der Berechnung der streckenkürzesten Wege eine Reduktion der Geschwindigkeiten resultieren. Hierbei bleibt aber die Frage unbeantwortet, ob

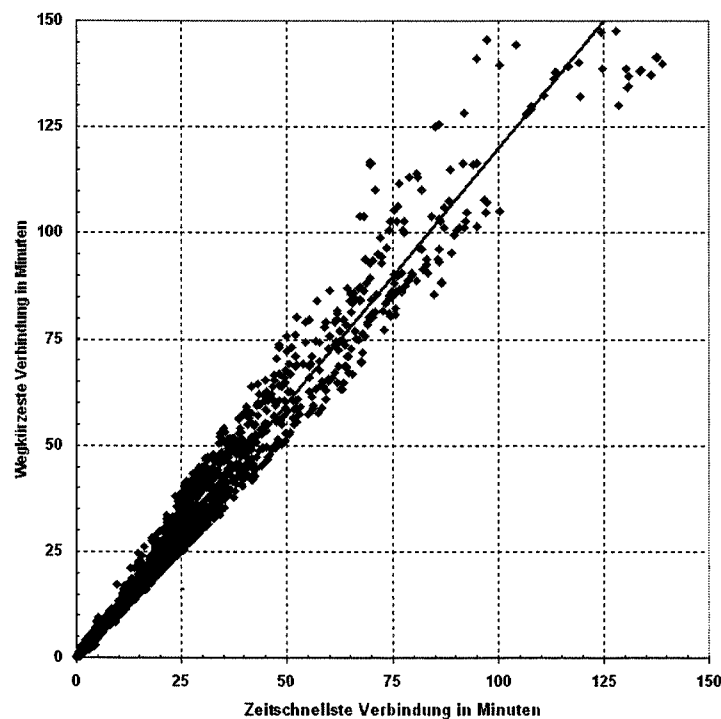
die Befragten in Wirklichkeit tendenziell die zeitschnellsten oder die streckenkürzesten Wege gewählt haben.

Im durchgeführten Routing sind weitere Vereinfachungen vorhanden. Beispielsweise könnte man in MapInfo auch Routing-Berechnungen mit nach Tageszeit variierenden Geschwindigkeiten durchführen.

Die Befragten haben ihre Angaben zur Reisezeit sehr häufig gerundet, daher zeigt sich besonders bei 30, 45 und 60 Minuten Fahrzeit eine deutliche Häufung der Einträge (Symptiwerte). Es stellt sich die Frage, ob tendenziell eher auf- oder abgerundet wird.

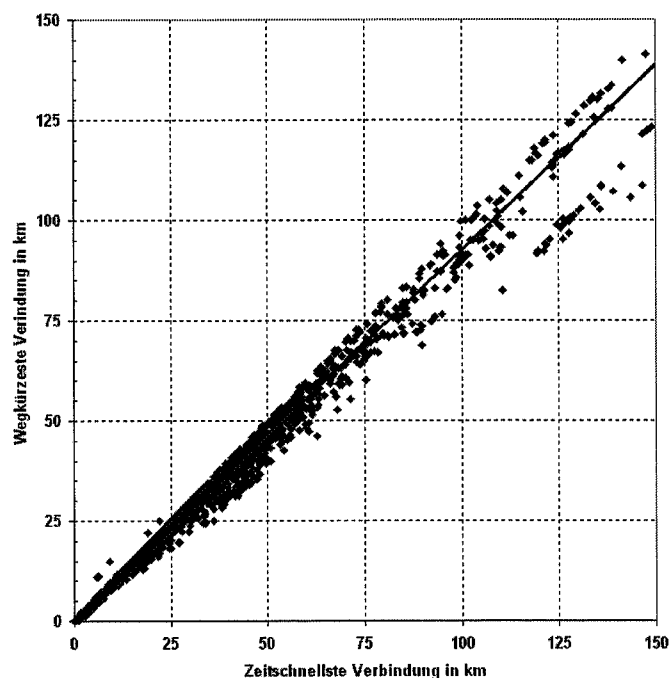
Die Abbildungen 8 und 9 zeigen eine Gegenüberstellung von Fahrzeit und Distanz für jeweils zeitschnellste und wegekürzeste Routing-Verbindung.

Abbildung 8 Gegenüberstellung der Routing-Berechnungen „Fahrzeit zeitschnellster Weg“ und „Fahrzeit streckenkürzester Weg“



Regressionsgerade: $y = 1.2025x - 0.3778$ $R^2 = 0.9803$

Abbildung 9 Gegenüberstellung der Routing-Berechnungen „Distanz zeitschnellster Weg“ und „Distanz streckenkürzester Weg“



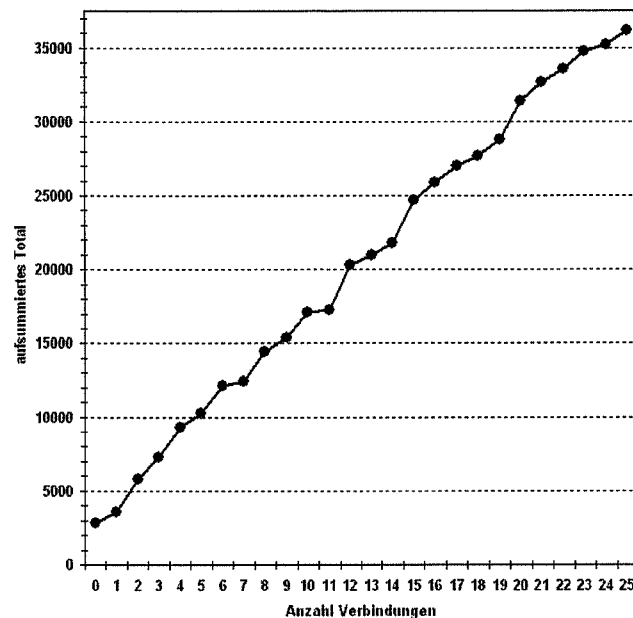
Regressionsgerade: $y = 0.9234x + 0.118$ $R^2 = 0.9947$

4.3 Resultate Berechnungen Fahrplantooll

Insgesamt wurden für 36184 Wege 412204 mögliche ÖV-Verbindungen berechnet. Pro Weg wurden dementsprechend durchschnittlich 11.5 Verbindungen berechnet. Das theoretische Maximum liegt bei 25 Verbindungen. Dieses wird aber aus den in Kapitel 3.3 genannten Gründen selten erreicht. Die Summenkurve in Abbildung 7 zeigt, dass innerhalb der Stichprobe die Anzahl der gefundenen Verbindungen relativ gleichmässig verteilt ist. Für 2826 oder 7.8 % der Wege konnte keine ÖV-Verbindung gefunden werden. Bei 504 dieser Wege befindet sich mindestens ein Wegpunkt im Ausland, nächstgelegene Haltestellen wurden für diese Punkte nicht gesucht. Für weitere 896 Wege konnte entweder keine Ziel- oder keine Start-Haltestelle gefunden werden. Für die restlichen 1426 Wege konnte das Fahrplantooll keine Verbindung finden obwohl Start- und Ziel-Haltestelle vorhanden gewesen wären. Ein Blick in das Logfile des Fahrplantoolls zeigt zwei verschiedene Fehlerquellen aufgrund derer

keine Verbindung berechnet wurde: Start- und Ziel-Haltestelle sind identisch oder die Nummer der Haltestelle ist unbekannt.

Abbildung 10 Summenkurve der berechneten ÖV-Verbindungen pro Weg



Total der Wege: 36184

4.4 Resultate Berechnung PubliCar

Von den insgesamt 36184 Wegen könnten 9197 (25,4%) mit dem PubliCar zurückgelegt werden. Bei 5307 dieser Wege handelt es sich um Tür zu Tür Verbindungen, 3890 enden oder starten in einer Zone mit Haltepunkten. Entsprechend der Verteilung der Wohnorte der Befragten (siehe Abbildung auf dem Titelblatt), konzentrieren sich die meisten der PubliCar-Verbindungen auf die beiden Zonen „Seerücken“ und „Iselisberg“.

4.5 Resultate der Eigenständigkeitsberechnung

Es wurden für jede Verbindung zwei Eigenständigkeitswerte berechnet: einer für die Eigenständigkeit der Verbindung im Vergleich zu allen anderen Verbindungen ihrer Gruppe und einer für die Eigenständigkeit im Vergleich zu allen anderen ÖV-Verbindungen (IV-Verbindungen erhalten als zweiten Wert immer 1.0).

Friedrich et al. (2001) weisen darauf hin, dass das Einsetzen der Eigenständigkeit von Verbindungen in ein Aufteilungsmodell (z.B. MNL-Modell) so erfolgen muss, dass eine lineare Abhängigkeit von der Eigenständigkeit gewährleistet ist. Es zeigt sich dabei, dass die Einhaltung des Monotonieaxioms (gibt es mehr verfügbare Alternativen zu einer Verbindung, sinkt der Anteil jeder möglichen Verbindung an der Nachfrage und umgekehrt) nicht gewährleistet werden kann. Dies ist ein strukturelles Problem, das auf der Verwendung von paarweisen Abhängigkeiten beruht und bei gehäufterem Auftreten von Verbindungen mit ähnlichen Daten zum Tragen kommt.

Da für die berechneten Wege bis zu 28 verschiedene Verbindungen ermittelt wurden (bis zu 25 ÖV, 2 IV, PubliCar), die z.T. sehr ähnliche Fahrzeiten haben, tritt der oben beschriebene Fall i.d.R. ein. Laut Friedrich et al. (2001) sind die Effekte aber relativ gering (Auswirkungen +/- 3%).

5 Mögliche Fehlerquellen

Das Hantieren mit grossen Datenmengen birgt immer die Gefahr der Scheingenauigkeit der Resultate. Deshalb soll im Anschluss an die Ergebnisdarstellungen nochmals auf die Qualität der Ausgangsdaten und des Verfahrens eingegangen werden.

Restriktionen der Resultate ergeben sich vor allem aus:

- der Qualität der Punktdaten und
- der Qualität der Haltestellen Files

5.1 Qualität der Geokodierung Punktdaten

Die Ergebnisse der Berechnungen müssen vor dem Hintergrund der vorherig vorgenommen Geokodierung der Wegestart- und Zielpunkte gesehen werden, die aus methodischen Gründen gewisse Unsicherheiten enthält. Die Wegpunkte werden basierend auf vorhandenen Punktdaten bzw. -koordinaten geokodiert. Diese wurden entnommen aus Gebäudedaten, Strassendaten, Bahnhofdaten und Postleitzahl-Daten. Für genauere Angaben zur Qualität der verwendeten Punktfiles und für eine genauere Analyse der Geokodierung sei auf Machguth und Löchl (2004) verwiesen.

5.2 Qualität der Haltestellen Files

Für die Berechnung der nächstgelegenen Haltestellen ist eine korrekte Georeferenzierung der Haltestellen wichtig. Bei der Fahrplanberechnung selber hat die Georeferenzierung der Haltestellen keine Bedeutung. Grundsätzlich sind die Koordinaten im HAFAS-ZVV Koordinaten-File meistens auf 100 m gerundet, im HAFAS-SBB Koordinaten-File auf den Meter genau. Diese Abweichungen sind für die Berechnung der nächstgelegenen Haltestellen wenig relevant. Stellenweise überschreiten die Abweichungen jedoch 400 Meter. Bedingt sind diese Abweichungen durch eine teilweise unsorgfältige Georeferenzierung der Haltestellen im ZVV-Hafas File.

In einigen ländlichen Regionen sind Haltestellen doppelt vorhanden, die Koordinaten weichen jedoch leicht voneinander ab. Bei der Bestimmung der nächstgelegenen Haltestellen wird eine Haltestelle somit doppelt berücksichtigt, was dazu führt dass andere Haltestellen nicht mehr beachtet werden. Für die Fahrplanberechnung sind doppelt vorhandene Haltestellen kein Hindernis. Eine Kontrolle zeigte, dass im Kanton Thurgau keine Haltestellen doppelt vorhanden sind. Jedoch führen einige Wege in andere Kantone wo teilweise Haltestellen doppelt vorhanden sind.

6 Literatur

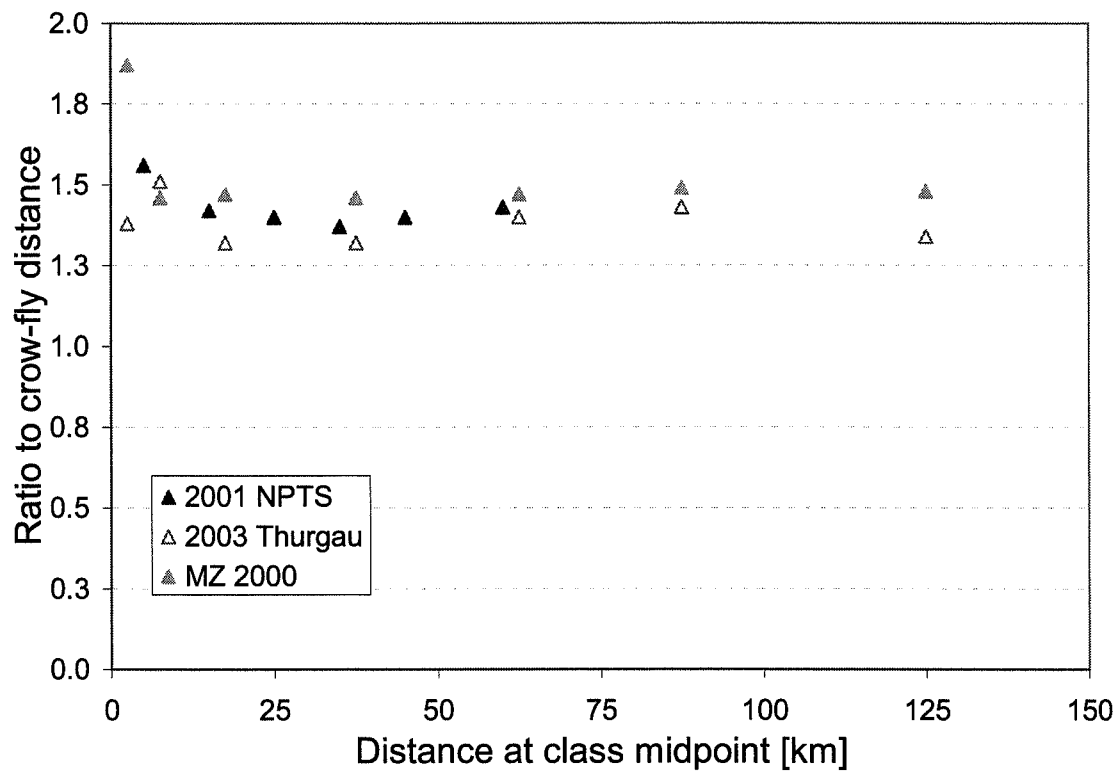
Friedrich M., I. Hofsäss und S. Weckeck (2001) *Timetable-based transit assignment*, 80th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D. C., Januar 2001.

Hackney, J.K., Z. Oblozinska, K.W. Axhausen (2004) *Qualität des Verkehrsangebotes: mIV Endbericht*, Bericht an das Amt für Verkehr des Kantons Zürich, unveröffentlicht.

Jermann J. (2002). *GIS-gestützte Modellierung von Anmarschwegen auf Haltestellen des öffentlichen Verkehrs*, Diplomarbeit UNIGIS MAS, Institut für Geographie und angewandte Geoinformatik, Universität Salzburg, Salzburg.

Jermann J. (2003) *Geokodierung Mikrozensus 2000*, Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung, 177, IVT, ETH Zürich, Zürich.

Machguth, H. und M. Löchl (2003). *Geokodierung 6-Wochenbefragung Thurgau 2003*, Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung, 219, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich



Precision of geocoded locations and network distance estimates

VS Chalasani
 Ø Engebretsen
 JM Denstadli
 KW Axhausen

Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung 256

September 2004

Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung

Genauigkeit von geokodierten Standorten und Netzwerkdistanzen

VS Chalasani
IVT
ETH Zürich
CH – 8093 Zürich

Ø Engebretsen
JM Denstadli
TØI
P.O. Box 6110
Etterstad
N-0480 Oslo

KW Axhausen
IVT
ETH Zürich
CH – 8093 Zürich

Telephon: +41-1-633 xxxx
Telefax: +41-1-633 1057
chalasani@ivt.baug.ethz.ch

Telephon: +47-22-57 38 00
Telefax: +47-22-57 02 90
jmd@toi.no

Telephon: +41-1-633 3943
Telefax: +41-1-633 1057
axhausen@ivt.baug.ethz.ch

September 2004

Kurzfassung

Dieser Aufsatz präsentiert die Ergebnisse von Auswertungen der norwegischen nationalen Verkehrsbefragung 2001, des Schweizer Mikrozensus Verkehr 2000 und der 6-Wochen Tagebuchbefragung im Thurgau 2003 zu den Themen: Welche Genauigkeiten sind heute bei der Geokodierung von Wegen erreichbar? Gibt es systematische Differenzen zwischen den verschiedenen netzwerk-gestützten Entfernungsschätzungen? Wie brauchbar sind die berichteten Entfernungen der Befragten?

Die Ergebnisse zeigen, dass heute die überwiegende Mehrheit aller Wege sehr präzise lokalisiert werden können, wenn die Befragung sich dieses Ziel setzt. Die verschiedenen Entfernungsschätzungen haben vorhersagebare und stabile Zusammenhänge miteinander. Das gilt auch für die berichteten Entfernungen, die zu mindest im Mittel für statistische Zwecke verwendbar sind.

Schlagworte

Geokodierung, Tagebücher, Wege, Distanzen, Netzmodelle, Genauigkeit

Zitierungsvorschlag

Chalasani, V.S., J.M. Denstadli, Ø. Engebretsen und K.W. Axhausen (2004) Precision of geocoded locations and network distance estimates, *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung*, 256, IVT. ETH Zürich, Zürich.

Working Paper

Precision of geocoded locations and network distance estimates

VS Chalasani
IVT
ETH Zürich
CH – 8093 Zürich

Ø Engebretsen
JM Denstadli
TØI
P.O. Box 6110
Etterstad
N-0480 Oslo

KW Axhausen
IVT
ETH Zürich
CH – 8093 Zürich

Telephone: +41-1-633 3340
Telefax: +41-1-633 1057
chalasani@ivt.baug.ethz.ch

Telephone: +47-22-57 38 00
Telefax: +47-22-57 02 90
jmd@toi.no

Telephone: +41-1-633 3943
Telefax: +41-1-633 1057
axhausen@ivt.baug.ethz.ch

September 2004

Abstract

This paper addresses three questions: how accurate is the geocoding of travel diaries; what are the relationships between different network-based distance estimates, and how exact are estimates provided by self-reported distances.

Three large-scale surveys in Norway and Switzerland demonstrate that very high precision is possible when survey protocol emphasises capture of addresses. The necessary databases and networks are available today. Crow-fly, shortest-distance path, shortest-time path, and mean UE path distances are systematically related to each other, the pattern of their relationships matching theoretical expectations and the resolution of the networks used. In the examples studied, medians of self-reported distances by distance band provide reasonable estimates of crow-fly and shortest-distance path distances.

Keywords

Geocoding, travel diary, precision, network distances, detour factors

Preferred citation style

Chalasani, V.S., J.M. Denstadli, Ø. Engebretsen and K.W. Axhausen (2004) Precision of geocoded locations and network distance estimates, *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung*, **256**, IVT. ETH Zürich, Zürich.

1 How much precision is possible ?

Measuring distances travelled is a central task of transport statistics, as this number is not only a key descriptor of travel behaviour, but also essential for the calculation of derived statistics, such as exposure to risks (accidents, exhausts), volume of externalities (emissions, congestion), speeds, incidence of taxation, etc.. It is also central, directly or indirectly, to all choice models estimated from travel behaviour data. Thus, it is not surprising that recent technological innovations, such as geographic information systems and the vast expansion of spatially referenced data bases and networks have been adopted quickly by transport statisticians and modellers. This adoption process is still ongoing, and professional standards for appropriate use still must be formulated. This paper contributes to the ongoing discussion; first, by highlighting various questions about the availability of these new resources and second, by reporting results from our work with them in Norway and Switzerland.

The gold standard of distance measurement is an uninterrupted trace of GPS points matched to a complete and geometrically correct network model. The currently available GPS data sets are neither uninterrupted, nor matched to complete and geometrically correct network models (See for a recent example Hackney, Marchal and Axhausen, 2004 or Marchal, Hackney and Axhausen, 2004), but they are much closer to this standard than the alternatives discussed below. Some studies actually come quite close; see, for example, Wolf, Oliveira and Thompson, 2003. Lacking data of this quality, the researcher has various second-best alternatives to locate (geocode) origins and destinations of stages or trips observed (Axhausen, 2003), and to estimate distances between them. Data sources assumed available for further discussion are; travel diary surveys (see Richardson, Ampt and Meyburg, 1995; Axhausen, Madre, Polak and Toint, 2003 and Resource Systems Group, 1999), address data bases, and network models suitable for shortest path calculations.

Quality of geocoding will depend on details reported by travellers, as well as detail of the address database to which these reports are matched. Travellers' difficulties with reporting addresses are well known: full street addresses are not known for shops and other locations; correct post codes are forgotten, even when the street address is known; or no unique names exist for common meeting points in parks or other public spaces. Address data bases have similar problems: no entries for points in public spaces, arbitrary allocation of reference points for large complexes, such as stations, airports, or shopping centres, and some missing street addresses.

Using zones for modelling convenience or privacy protection increases both complexity and the possibility of error. . The definition of a reference point for a zone is an additional problem in its own right. Should one use the geographical mean of the zone, of the built-up area, or the centre of gravity of the population, or the city hall, or the post office, for post code – defined zones ?

Currently available detailed network models for vehicle navigation are almost perfect from a topological perspective, as they include (nearly) all street addresses and all nodes. Minor delays in the updating of such databases also cause only minor errors. The larger issue is the coding of link types and associated mean speeds for link types. The same problems (with larger impacts on accuracy) occur with planning networks, i.e. networks used in planning applications for assignment or other transport flow algorithms (Ortuzar and Willumsen, 2001 or Sheffi, 1985). These contain far fewer links and nodes, causing differences between shortest paths calculated using them in comparison with using navigation networks. An added complication is their use of zones to represent space with all the related definition problems discussed above. In addition, network models employ special types of links to connect zones with networks. One such connector is required to produce a complete description of the area, but many users employ two or more, which again will impact shortest path calculations.

Road geometry in network models only approximates the true geometry of real road alignments. As long as the true length of links is known, locating a street address along a link will add only minor errors.

Network models can be used to calculate path distances between origins and destinations for different criteria, which might or might not have the same values, for example:

- Shortest-distance path
- Time-shortest path
- Paths included in the set of paths travelled at user-equilibrium
- Paths included in the set of paths travelled at stochastic user equilibrium
- Paths included in the set of paths travelled at system optimum

For the last three criteria, one would need to define summaries of returned path distances, e.g., mean, median, or minimum. The complexities involved in estimating origin-destination matrices required for these calculations will be ignored here, but see Ortuzar and Willumsen, 2001 for details.

Calculation of shortest distance path distance is unambiguous. This is not the case for shortest-time path distance, which requires the modeller to make assumptions about travelling

speeds on the various links.. One obvious assumption is the free-flow speed, normally the posted speed limit, available in all assignment networks. Most networks set up for navigation purposes assume a mean speed for each link type. These are substantially lower than free flow speeds. Other a-priori choices are possible.

One can also calculate the straight line (crow-fly) distance between two points, either as Euclidian distance or as Great Circle distance (Hubert, 2003), that takes the Earth's spherical shape into account.

When one considers the number of possible combinations and choices in network distance calculation, traveller-reported distances are at least unambiguous, even if generally inaccurate. Travellers' inability to estimate distances is well known (See Bovy and Stern, 1990; Rietveld, Zwart, van Wee and van der Hoorn, 1999 or Raghurir and Krishna, 1996). In many cases, though, this is the only information available. Thus, patterns of deviations between reported and modelled distances are of interest.

Although not yet undertaken, a study of the interactions between all these elements would be interesting. This paper will focus on many of these relevant issues that provide some missing background allowing other results to be assessed:

- What degree of accuracy is possible in the geocoding of addresses obtained from travel diaries? The results of three studies, the Swiss national travel diary survey (Mikrozensus 2000), the 2003 Thurgau six-week diary (Thurgau 2003), and the 2001 Norwegian national passenger travel survey (NPTS 2001) will be compared.
- How large are the differences between various distance estimates? Using a current national assignment model for Switzerland (Vritc, Fröhlich and Axhausen, 2003 or Vritc and Axhausen, 2004), distance-shortest path distance, time-shortest-path distances, and mean user equilibrium path distances will be calculated and compared.
- What are the differences between reported distances and calculated distances? The three datasets will be used to answer this question.

The structure of the paper will follow the sequence of these questions, but the next section will introduce the surveys. Conclusions and a discussion of future research questions are contained in the final section.

2 Datasets

2.1 2001 Norwegian National Passenger Travel Survey (2001 NPTS)

The 2001 NPTS is the latest in a series of Norwegian travel surveys, which are undertaken on a four year cycle (Denstadli, Hjorthol, Rideng and Lian, 2003). The respondents, all of whom are at least 13 years old, report both their trips for one day, and all trips over 100km made during the last month in a computer-aided telephone (CATI) interview. They had been asked to fill in a 'memory jogger' before the interviews. Respondents are drawn from the national person register, which allows a pre-geocoding of home and work place addresses.

The published data set gives addresses at the level of the approximately 14'000 statistical wards, which is how the census office divides Norway. These vary in population from zero to 3'500, with a mean of 320. The geocoding of the 64'240 daily trips and 27'507 long distance journeys involved two automatic matches and two manual correction phases against a set of address databases, including one with the names of firms and organisations (Denstadli and Hjorthol, 2003).

2.2 Swiss national travel survey (Mikrozensus 2000)

The Mikrozensus 2000 was the sixth in a series dating back to 1974 and is conducted by the Swiss Federal Office of Statistics (BFS) and the Federal Office of Spatial Planning (ARE) (2001 and 2002). A number of cantons provided additional support by financing additional respondents at marginal costs. The CATI-interview covered the stages of one entire day, and long distance and air travel for longer periods. The feasibility of geocoding the stage data was still uncertain during the survey's design phase, so exact street addresses or their equivalents were obtained only for trips to, within, and from the ten largest cities in Switzerland (40'000 to 340'000 inhabitants). The names of stations and public transport stops were carefully recorded as part of the stage-based interview, as well as home addresses. However, quality of address information was not a prime concern for the survey.

The geocoding (Jermann, 2003) of the 144'000 stages (about 100'000 trips¹) was performed some time after the field phase of the survey, as part of a different project. Using geocoded address data bases of the BFS, canton Zürich, and the Swiss Federal Railways stations and stops, a semi-automatic matching process was implemented after normalising and correcting street addresses in the Mikrozensus 2000 records (spelling, punctuation, removal of diacritical marks etc.). The remaining addresses were matched by hand, as far as possible, using maps, telephone books, and information on the internet, especially for place names and leisure facilities. The address matching tools of the ArcInfo and MapInfo were unsuitable, as they embed too many assumptions valid only in an US context.

2.3 2003 Thurgau six-week diary

This survey replicates and improves on the 6-week Moboidrive survey (Axhausen, Zimmermann, Schönfelder, Rindsfuser and Haupt, 2002). A total of 99 households with 230 members were recruited in the rural and small town canton Thurgau; they reported their travel for a continuous six-week period, using six one-week trip diaries (about 36'000 trips). The data was coded on return and the field worker called back to clarify any omissions, particularly omitted or unclear addresses. Address information quality was a clear priority for everyone involved in the survey.

The geocoding was undertaken (Machguth and Löchl, 2004) some time after the end of the field work using the same type of databases employed for the geocoding of the Mikrozensus 2000, and adopting the same process. In contrast to the Mikrozensus, destinations abroad were coded to street block level in Germany and to municipality level elsewhere.

3 Quality of geocoded locations

In the preceding section, we asked what level of quality could be achieved for such large-scale exercises when they rely primarily on automatic matching steps. The quality of geocodes can be evaluated by how precisely addresses can be pinpointed. In the Norwegian study, quality was rated by quantifying the number of wards to which an address could belong. Table 1 gives details on criteria for quality rankings. In nearly 90% of the cases, it

¹ Mikrozensus deliberately omitted many stages, in particular those under 100m; these omissions were exacerbated by interviewer error.

was possible to locate the address within one ward. However, address locations for both ends of the trip were possible in only 80% of the cases, raising problems later with distance calculations (Table 2). Trip purpose, mode, and area were investigated for impacts on accuracy. The first two were not significant, but the type of area, predictably, had an impact. Better databases for larger urban areas substantially improved quality, particularly when one considers that wards are smaller in these areas.

Table 1 2001 NPTS: Geo-information and accuracy level

Type of information	Accuracy level
1. Pre-geocoding of home address (verified by the respondent)	Exact location of statistical ward
2. Pre-geocoding of work place address (verified by the respondent)	
3. Street address, postal number, and municipality; location using GIS and address databases	
4. As 3, but with some inaccuracies – manually controlled and verified	Approximate location (2 possible wards)
5. As 3, but using a manual method for location	
6. Insufficient information (e.g., name of store, postal code etc.) but GIS or manual checks made possible exact location	
7. Location to city centre in small urban settlements (few cases)	
7. As 6, but two possible wards	
8. As 6, but three possible wards	Approximate location (3 possible wards)
9. As 6, but four or more possible wards	Inexact location (4 or more possible wards)
10. Insufficient information – only possible to locate municipality	No location
11. Geocoding impossible or destination abroad	No location

Table 2 2001 NPTS: Accuracy of the geocoded trip origins and destinations by area and by location

Accuracy of geocoding	Exact location of ward	Approximate location (2 or 3 possible wards)	Inexact location (4 or more possible wards)	Municipality only
Metropolitan areas of cities with 100'-500'000 inhabitants	81	4	10	5
Cities/towns of 40'-100'000 inhabitants	82	5	8	5
Smaller towns/villages	78	5	11	6
Sparsely populated areas	74	4	16	6
Trip origin	89	2	6	3
Trip destination	89	2	6	3
Origin and destination	78	4	11	6

The quality of Mikrozensus 2000 needs to be examined individually at each stage, as these were the basic trip unit descriptions.. Varying quality of underlying databases produces differences. Because some addresses were available only with street names, and in most cases only as municipalities, collection of addresses differed for various areas during the survey. Table 3 details the quality rankings and Table 4 the qualities available at stage ends.

Matching is very good for stages with stations at either end, relatively good for both other public transport stops, and categories. It is interesting how well street addresses could be coded, when they were available. However, in one third of the cases, respondents could only recall the street, or only a street could be identified for the location. The municipalities were matched precisely. Note that category C2, which refers to locations for available street addresses, was so incomplete that only a matching could only be achieved at the municipal level Slightly more than 70% of the stages could be matched at both ends to level 1 – (including 14% municipality to municipality stages) - and 85% to level 1 or 2, which is roughly comparable to the Norwegian results. Considering that the average Swiss municipality has only about 2500 inhabitants, and given that the Mikrozensus was mostly conducted without considering geocoding of locations, this is a very good result.

Table 3 Mikrozensus 2000: Rating of the matching quality by type of location

Rating	Description	Quality
Building address available		
A1	Precise match	Precise
A2	Varying address spelling, certain match	Certain
A3	Strongly varying spelling, uncertain match	Uncertain
Street name available		
B2	No house number available; employed lowest known number in the street	Certain
B3	As above, but uncertain match	Uncertain
Municipality known		
C1	No street address	Precise
C2	Street address given, but not identifiable locally	Certain
C3	Dubious information in the Mikrozensus	Uncertain
Bus or tram stop		
D1	Precise match	Precise
D2	Varying address spelling, certain match	Certain
D3	Strongly varying spelling, uncertain match	Uncertain
Station		
E1	Precise match	Precise
E3	Strongly varying spelling, uncertain match	Uncertain
F	Not identifiable; abroad	No match

Table 4 Mikrozensus 2000: Matching quality by stage end

To	From														Sum
	A1	A2	A3	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E3	F	
A1	4.0	0.4	0.0	2.6	0.1	3.4	0.1	0.0	1.5	0.3	0.1	6.0	0.0	0.7	19.3
A2	0.4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.8	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	0.0	0.1	3.0
A3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-	0.0	0.1
B2	2.4	0.2	0.0	1.9	0.0	1.0	0.0	0.0	0.5	0.1	0.0	1.3	0.0	0.2	7.9
B3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.2
C1	3.2	0.7	0.0	0.9	0.0	12.2	0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	4.0	0.0	0.4	22.1
C2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	1.0
C3	0.0	0.0	-	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.1
D1	1.5	0.1	0.0	0.5	0.0	0.2	0.0	0.0	1.7	0.2	0.1	0.8	0.0	0.1	5.3
D2	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	1.1
D3	0.1	0.0	-	0.1	0.0	0.0	0.0	-	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.5
E1	5.7	1.0	0.0	1.2	0.0	4.1	0.4	0.0	0.9	0.2	0.1	21.4	0.1	0.4	35.5
E3	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.3
F	0.7	0.0	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.6	0.0	1.5	3.7
Sum	18.5	2.8	0.1	7.9	0.2	22.6	0.9	0.1	5.3	1.1	0.5	36.0	0.3	3.6	100.0

The geocoding quality for 2003 Thurgau followed the Mikrozensus example, but was supplemented by a new coding that translated the previous codes into more comprehensible metric (see Table 5). The code “up to 100m” is understating the accuracy, as it concerns mainly exactly coded street addresses. The quality of the geocoding is very high, reflecting the attention given to it during the survey process. With 60% of trips captured within 100 m of their true origins and destinations, one is very close to ideal conditions for the later distance estimation.

Table 5 2003 Thurgau: Matching quality by trip end

Quality at origin	Quality at destination			Municipality	Unknown	Sum
	100 m	500 m	1000 m			
100 m	60.3	13.4	0.1	2.7	0.6	77.1
500 m	13.4	3.2	0.0	0.9	0.1	17.6
1000 m	0.1	0.0	0.0	0.0	-	0.3
Municipality	2.6	1.0	0.0	0.6	0.0	3.2
Unknown	0.6	0.1	-	0.0	0.0	0.7
Sum	77.0	17.7	0.2	4.2	0.7	100.0

4 Differences between distance estimates

Swiss and Norwegian data allow comparison of network estimates against reported distances, as well as against each other. This section focuses on the comparison between the various network estimates discussed above.

In a first step for Mikrozensus 2000, the stage based information discussed above was used to geocode the trips. The best available geocode was attached to the start of the first stage and the destination of the last stage (See Table 6). The main mode of the trip was determined, as usual in this situation, by an a-priori ranking of the modes involved, in which the various public transport modes have priority before private motorised vehicles and slow modes. Further analysis in this section was restricted to car driver and passenger trips, as no detailed walking and cycling network information was available.

Network distance calculations were performed using a national assignment model available at IVT (Vritc, Fröhlich and Axhausen, 2003 or Vritc and Axhausen, 2004), which breaks Switzerland down into 3'066 zones, 14'798 nodes, and 19'664 links. The associated origin-destination matrix of average annual weekday flows is calibrated for the year 2001. The geocode for a post code is the geocode of the associated post office's address.. As a municipality is normally the same as a post code area and a zone in the national network model, this address was also used to describe the centre of gravity of the zones. Distance between the network and centre of gravity, i.e. the length of centroid connector, was set to the Euclidian distance between the relevant node and the centroid.

Table 6 Mikrozensus 2000: Quality of the geo-coding of trip origins and destinations (104'215 trips; all modes)

Trip origin	Trip destination			Total
	Post code, street name and house number	Post code and Street name	Only post code	
Post code, street name and house number	16.8	0.0	6.2	23.0
Post code and Street name	0.0	0.0	6.3	6.3
Only post code	0.0	0.0	70.7	70.7
Total	16.8	0.0	83.2	100.0

Crow-fly distances are calculated as Euclidian distances between the origin and destination of the trip, at the precision available. For network-based calculations, each trip end was associated with the relevant zone, and therefore its centroid. Distances were calculated using VISUM 8.0 (PTV AG, 2002). Shortest distance path distances include lengths of centroid connectors at either end of trips. Shortest-time path distances were calculated assuming free-flow speeds for links. User-equilibrium (UE) assignment distances were calculated as weighted average distances of paths used at equilibrium between any two locations. The matrix of average weekday traffic flows was assigned with the assumption that daily link capacities are twelve times hourly link capacities. All trips inside a zone were excluded from further analysis, as they have, by definition, a distance of zero in network models, better interpreted as a missing value.

Comparison of distance distributions (Table 7 and Figure 1) highlights differences between the three sources of information. Crow-fly distances have their mode in the 1-5 km band and smaller shares for all successive bands. Mean crow-fly distance is substantially smaller than other means. Network distance distributions are similar, but, as one would expect, shortest-time path and mean UE assignment path distances are slightly longer. This effect is pronounced for longer distances, where routings via roads with higher speeds start to pay off. Alpine topography, including the many large lakes in the foothills of the Alps, explains the large differences in shares of trips over 100 km distance vs. crow-fly distances. Mean reported distance lies between the shortest-distance path and shortest-time path estimate. Given that neither of the two network-based estimates reflects actual behaviour fully, this mean value is a credible estimate for all trips. Wolf et al., 2003 support this conclusion by showing that their GPS traced distances are, depending on time of day, about 10% shorter than UE distance estimates.

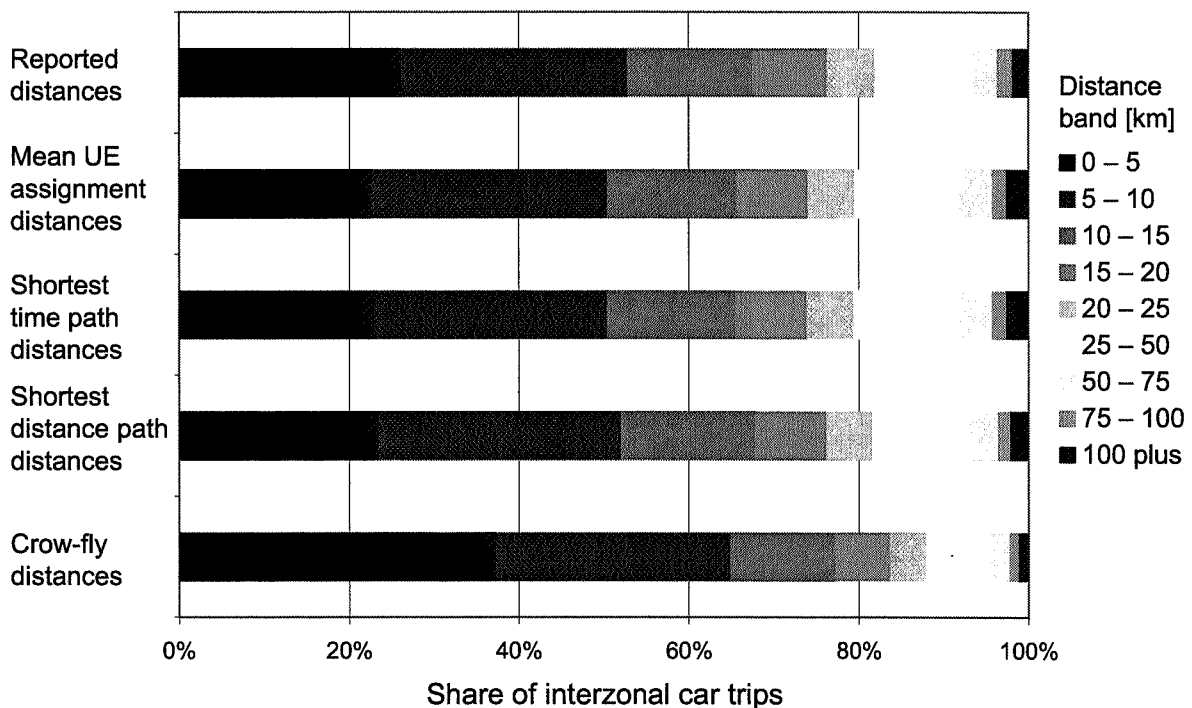
Table 7 Mikrozensus 2000: Distribution of the reported and calculated distances (34'195 car passenger and driver interzonal trips)

Distance band [km]	Crow-fly		Shortest distances path		Shortest time path		Mean UE paths Reported			
	Share [%]	Class mean [km]	Share [%]	Class mean [km]	Share [%]	Class mean [km]	Share [%]	Class mean [km]	Share [%]	Class mean [km]
0 – 5	37.34	3.1	23.32	3.5	22.93	3.5	22.59	3.5	26.10	3.6
5 – 10	27.45	7.1	28.60	7.3	27.35	7.3	27.76	7.3	26.65	7.9
10 – 15	12.32	12.3	15.77	12.3	15.18	12.3	15.19	12.4	14.67	13.1
15 – 20	6.55	17.3	8.38	17.3	8.34	17.2	8.36	17.2	8.77	18.3
20 – 25	4.26	22.4	5.51	22.3	5.54	22.2	5.51	22.2	5.72	23.3
25 – 50	7.63	34.2	11.69	34.1	12.75	34.2	12.66	34.2	11.40	35.5
50 – 75	2.20	60.4	3.17	61.0	3.66	61.1	3.64	61.0	3.05	62.0
75 – 100	1.07	85.7	1.37	86.22	1.60	86.9	1.63	86.6	1.71	88.6
100 plus	1.18	135.2	2.20	148.2	2.67	161.0	2.65	161.5	1.94	158.7
Total	100.0	13.1	100.0	17.9	100.0	19.6	100.0	19.6	100.0	18.4

In many cases, it is useful to convert one distance estimate to another. Such conversion or detour factors have been previously reported, but only for certain pairs of distance estimates (for example by Qureshi, Hwang, and Chin, 2002). Table 8 provides six comparisons for Mikrozensus 2000 based on the estimates described above. A clear difference can be observed in detour factors change patterns. Calculations are based on all observations in the sample, even if crow-fly distances were longer than model based estimates. This can happen, especially for shorter trips, when the distance between zonal centroids is smaller than actual distance travelled (see above). Detour factors fall as crow fly distances become longer. While they are well above the square root of two – factor of the Manhattan metric for short distances, they are also much smaller for longer distances. Factors for the three network distances are, for practical purposes, identical for the shortest distance band, but diverge after this, reflecting different objective functions behind their calculation.

The pattern is reversed for shortest distance paths detour factors, where the factors grow with increasing shortest path distance. This is predictable, as the chance to use a faster, but longer route via the sparser high capacity network increases with trip length.

Figure 1 Mikrozensus 2000: Comparison of the distance distributions (34'195 car passenger and driver interzonal trips)



In the 2003 Thurgau survey, the distances (shortest distance and shortest time path) were calculated using high resolution Vektor 25 – network of the Swiss ordinance survey, employing the geocodes described above. This allowed the inclusion of all trips, but for cases where respondents return to the same address after a walk or drive. The patterns revealed in Table 9 are similar to those discussed for the Mikrozensus 2002, but their levels are markedly lower for crow-flow distance ratios, reflecting the finer network employed and the absence of centroid connectors.

Distance estimate comparisons for the Norwegian data are possible only for shortest time path distance at this time. However, results confirm the pattern revealed by the Mikrozensus data; the detour factor is significantly larger in the shortest distance band (Table 10). The national level planning network was provided by the Norwegian highway authority and the path calculation included travel times, distances, and various bridge and ferry tolls.

Table 8 Mikrozensus 2000: Detour factors between different distance estimates (34'195 car passenger and driver interzonal trips)

Average detour factor with	Crow fly distance			Shortest distance paths		Shortest time distance
	Shortest distance path distance	Shortest time path distance	Mean user equilibrium distance	Shortest time path distance	Mean user equilibrium distance	Mean user equilibrium distance
0 to 5 km	1.83	1.87	1.88	1.01	1.02	1.01
5 to 10 km	1.39	1.46	1.46	1.04	1.05	1.00
10 to 25 km	1.35	1.47	1.47	1.09	1.09	1.00
25 to 50 km	1.31	1.46	1.46	1.11	1.11	1.00
50 to 75 km	1.31	1.47	1.47	1.12	1.12	1.00
75 to 100 km	1.32	1.49	1.49	1.13	1.13	1.00
100km and more	1.26	1.48	1.48	1.16	1.16	1.00
Total	1.54	1.62	1.62	1.05	1.05	1.00

Table 9 2003 Thurgau: Detour factors between different distance estimates (car passenger and driver; public transport; slow modes)

Average detour factor with	Public transport			Car driver and passenger			Slow modes		
	Crow fly distances		SDPD	Crow fly distances		SDPD	Crow fly distances		SDPD
Distance band	SDPD	STPD	SDPD	STPD	SDPD	STPD	SDPD	STPD	STPD
0 to 5 km	1.33	1.38	1.05	1.46	1.50	1.04	1.44	1.49	1.04
5 to 10 km	1.46	1.51	1.02	1.35	1.40	1.02	1.67	1.73	1.01
10 to 25 km	1.26	1.32	1.05	1.25	1.32	1.05	1.81	1.85	1.03
25 to 50 km	1.20	1.32	1.10	1.21	1.32	1.09			
50 to 75 km	1.25	1.40	1.09	1.26	1.39	1.08			
75 to 100 km	1.30	1.43	1.12	1.30	1.46	1.12	1.26	1.36	1.08
100 km plus	1.28	1.34	1.07	1.19	1.29	1.11			
Total	1.28	1.36	1.06	1.38	1.43	1.04	1.45	1.50	1.04

SPDP: Shortest distance path distance; STPD: Shortest time path distance; all values shown are based on 30 or more observations.

Table 10 2001 NPTS: Mean and median detour factors between shortest time path distance and crow fly distance by distance band (20'700 car passenger and driver trips below 100 km)

Distance band	Detour factor	
	Mean	Median
0-9 km	1.56	1.48
10-19 km	1.42	1.34
20-29 km	1.40	1.33
30-39 km	1.37	1.32
40-49 km	1.40	1.36
50-> km	1.43	1.35
Total	1.51	1.42

Figure 3 Ratios of shortest time paths with crow fly distances by distance band

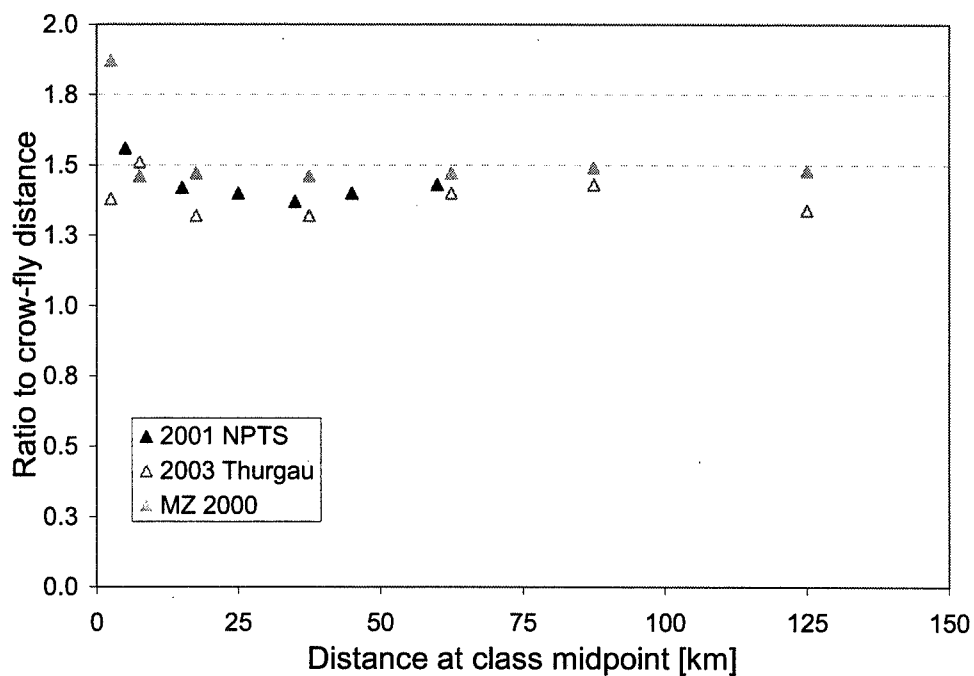


Figure 3 visualises and compares results for shortest-time path distances. Ratio level seems to depend on resolution of the networks used. The national level planning networks used for

Mikrozensus 2000 and 2001 NPTS produce bigger ratios than the finer network used for the 2003 Thurgau survey. This is especially obvious for the shorter distance bands, while differences start to disappear over long distances. .

5 Reported and estimated distances

Unknown errors associated with travellers' reported distance estimates have led modellers to avoid their use wherever possible. Expressly, when estimating choice models, the consistent errors of network models are preferable to travellers' unknown, idiosyncratic errors. But, in many cases, neither geocodes nor network models are available. Thus, the quality of reported distances is important, especially if the errors were to cancel out for averages or other sample summaries.

One way to assess reported distance quality is to compare it to the shortest distance path distance derived from a network model. If zone based, one can assess the measurement uncertainties associated with inter-zonal distances compared with distances between addresses. In the 2001 NPTS, geocodes refer to statistical wards of differing size. To ascertain measurement uncertainty, mean distance between every ward address and its centroid was calculated for each ward (for details see Denstadli and Engebretsen 2004). To avoid large measuring uncertainties, trips to/from wards with mean distance more than 1.0 km were eliminated. In addition, trips with obvious geocoding errors and trips where the measurement uncertainty for either statistical ward was larger than one quarter of the network distance estimate were removed. Finally, trips that started and ended in the same ward were omitted.

The resulting relative errors are shown in Table 11 by distance band for all car driver and passenger trips below 100 km, the vast majority of all such trips. The measurement uncertainty is nearly independent of trip distance and fairly small, with a mean of about 0.6 km.

Table 11 2001 NPTS: Distribution of the relative errors of reported to shortest time path distance estimate by distance (20'700 car passenger and driver trips below 100 km)

Shortest time path distance	Share of trips with relatives error of reported to shortest distance path distance estimate [%]						Total
	Within the measuring uncertainty	< 5 %	< 10 %	< 25 %	< 50 %	50 % +	
0-9 km	28,2	8,7	8,2	19,5	19,1	16,3	100,0
10-19 km	17,1	15,9	13,2	23,8	15,9	14,1	100,0
20-29 km	12,6	18,0	18,1	26,4	14,1	10,7	100,0
30-39 km	13,4	24,3	14,8	22,6	12,1	12,8	100,0
40-49 km	9,5	23,9	27,6	22,1	5,5	11,3	100,0
50-> km	7,1	25,5	18,4	24,1	9,4	15,5	100,0
Total	23,6	12,0	10,7	21,1	17,4	15,3	100,0

The overall error decreases with distance. The shares of trips in the various error bands are redistributed. The large share of distance estimates within the measuring uncertainty is noticeable for the lowest distance band. This share goes down with distance with a nearly matching increase in the below 5% error band. About 45% of trips are estimated within 10% of the shortest time path distance. Additional analysis showed minor difference between different trip purposes, young and middle-aged people, sexes, and between urban and rural areas.

Errors in reported distances are not due only to respondents misinforming, but may also be caused by interviewer misinterpretation or recording errors. We expect errors of this kind to be more random. Plots of reported distances against distances from the network model show that, except for some outliers, distance estimates are highly correlated. Omitting the outliers, we can conclude that deviations seem randomly and asymptotically normally distributed (for details see Denstadli and Engebretsen, 2004), with the result that the mean detour factor is close to 1.0 for all distance bands (Table 12).

Repeating this analysis for the 2000 Mikrozensus data (Table 13) also reveals a similar pattern for public transport trips. Mean detour factors are dominated by outliers over short distances. Over longer distances, the median converges quickly to one for car trips and to 1.1 for longer public transport trips. The factor drops below 1.0 for longer car trips and to about 1.2 for public transport trips. To obtain a credible estimate of distance travelled this pattern

requires adjustment of reported distances by distance band. The poorer estimates for public transport reflect the longer routing of public transport services, a lack of active navigation by the traveller, and slow access and egress to the station or stop.

Table 12 2001 NPTS: Detour factors between reported and shortest time path distance (20'700 car passenger and driver trips below 100 km)

Shortest time path distance	Detour factors	
	Mean	Median
0-9 km	1.11	0.96
10-19 km	0.99	0.99
20-29 km	1.00	1.03
30-39 km	0.96	1.02
40-49 km	0.99	1.02
50-> km	0.91	1.01
Total	1.07	0.99

The pattern is also visible in Thurgau 2003, but not as clearly. It is obvious that the very large detour factors for short distances in Mikrozensus 2000 data are a product of omitted intra-zonal trips. The very low reported distances in the longer distance band are due to the omission of hiking and cycling paths in the network model used; these can be crucial in hilly terrain. It should be noted that the speed assumptions chosen for shortest time paths were overly optimistic resulting in reported travel time underestimates of about 1/3. . This is far too much, even allowing for errors inherent in reported travel times. One would assume that this would lead to longer-than-realistic distances for longer trips.

The pattern of change suggests a relationship with trip speed and its mode. Based on the distance bands used above, this hypothesis is confirmed by Figure 4. The same pattern, but without the outlier for the short interzonal distances, can be seen in the 2003 Thurgau data.

For the Mikrozensus 2000 data, which represent amore typical situation, the dependence of the detour factor on the reported speed was modelled using aggregate values for distance bands of 2 km up to 50km and of 5 km beyond that. The best fitting model is shown in Table 15. For an alternative approach, see Zmud and Wolf, 2003.

Table 13 2000 Mikrozensus: Detour factors between reported and shortest distance path distance (car passenger and driver and public transport interzonal trips)

Average detour factor with Distance band	Public transport		Car driver and passenger		
	Mean	Median	Mean	Median	
0 to 5 km	4.123		3.339	1.584	1.204
5 to 10 km	1.590		1.554	1.156	1.019
10 to 25 km	1.437		1.282	1.074	1.000
25 to 50 km	1.177		1.036	1.049	0.997
50 to 75 km	1.167		1.073	0.991	1.008
75 to 100 km	1.106		1.145	0.940	0.999
100km and more	1.164		1.176	0.825	0.985
Total	1.484		1.225	1.205	1.032

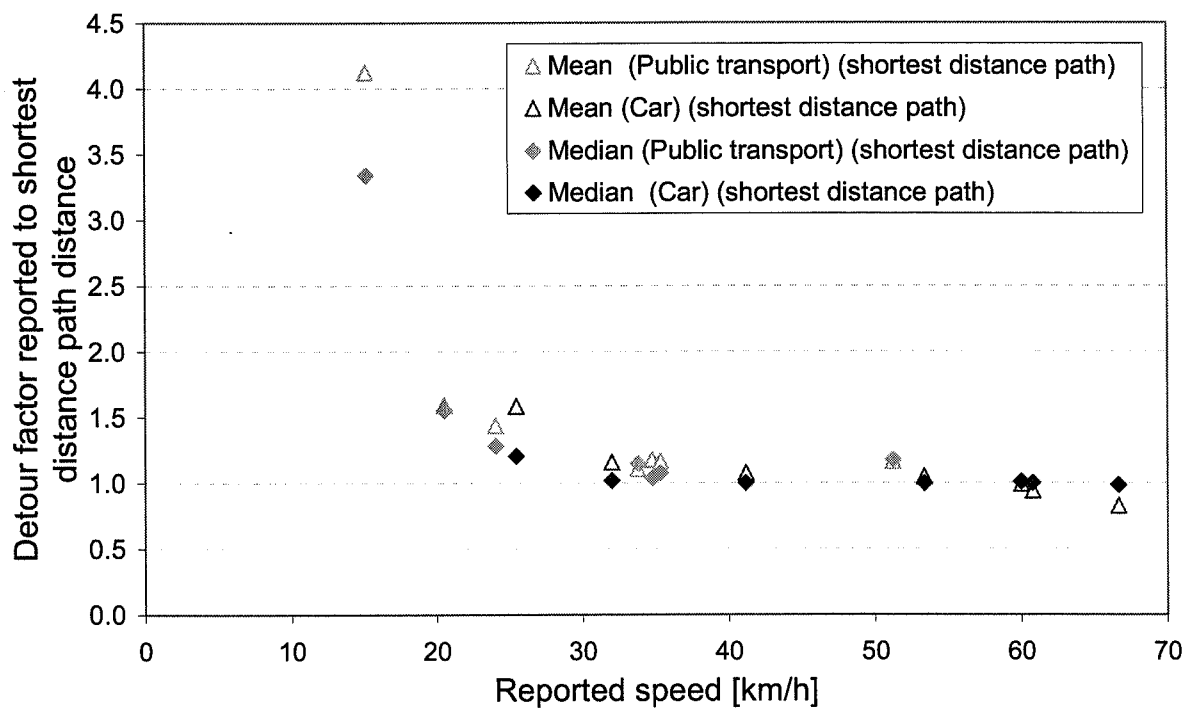
Table 14 2003 Thurgau: Detour factors between reported and shortest distance path distance

Average detour factor with Distance band	Public transport		Car driver and passenger		Slow modes	
	Mean	Median	Mean	Median	Mean	Median
0 to 2.5 km	1.32	1.16	1.16	1.07	1.17	1.04
2.5 to 5 km	0.97	1.01	1.03	1.02	0.81	0.92
5 to 10 km	1.20	1.20	1.12	1.07	0.90	1.11
10 to 25 km	1.15	1.15	1.10	1.13	0.65	0.10
25 to 50 km	1.01	1.11	1.02	1.09		
50 to 75 km	1.10	1.17	1.14	1.13		
75 to 100 km	1.12	1.16	1.04	1.08	0.33	0.06
100km and more	1.13	1.14	1.10	1.06		
Total	1.32	1.16	1.16	1.07	1.17	1.04

Table 15 Mikrozensus 2000: Linear regression of detour factors between reported and shortest distance path distance on reported speed

Variable	Parameter	t-Value	
Constant		-1.940	-3.129
Reported speed		.771	6.234
Inverse reported speed * 100		.028	3.707
N		118	
Adjusted R2		0.491	

Figure 4 Distributions of reported distance deviations from calculated distances



6 Conclusions and further research

The three questions raised at the beginning of this paper were:

- How accurate can the geocoding of addresses obtained from travel diaries be?
- How big are the differences between various distance estimates?
- What are the differences between reported distances and calculated distances?

The experiences reported here show that, in urban areas, it is possible to geocode almost all locations to within 100 m of their true geocode, if the survey process emphasises this aspect of the work. With lower accuracy requirements, higher rates are possible. This carries forward in the joint accuracy of the trip length estimate, as the probability increases that both trip ends are well coded. It should be noted, though, that these rates require very good address databases, especially for firms, commercial outlets, common locations without street addresses, and public transport stations and stops. The last two categories require particular attention, as these addresses are often not available from either the relevant Census office or commercial providers. (In the case of Norway and Switzerland, it was possible to obtain relevant databases from public transport operators or the national government) National public transport timetables do include some geocoding information, but their station and stop names sometimes differ from local nomenclature.

Lower location rate for trips undertaken outside urban areas (noticeable in the 2001 NPTS, as well as other surveys), raises some concern. The low location rate is due to a lack of street names and identifiable landmarks like shops, churches, etc. It is important that the interviewer keeps this in mind. If the respondent is unable to provide an address or a landmark close by, the interviewer must make him/her describe the place in alternative ways, e.g. by asking for distance and direction to the nearest lake or urban settlement, or any other marker that can help locate the trip.

There are large and systematic differences in network distance estimates, as expected. It is crucial that the modeller reports the assumptions behind the estimates used. The 2003 Thurgau data shows that speed assumptions behind the shortest-time path distances can be crucial; detour factors provided here give a first impression of their size and pattern. However, they cannot be corroborated until the literature provides further estimates of their value. Still, the impact of network resolution is already visible in the results reported here.

Differences between reported and estimated distances can be very large for an individual trip. These errors do not cancel out for large samples. A systematic difference remains, but its pattern is predictable and depends on the trip distance. For longer trips, the medians of reported distances match the shortest-distance path distances. Correcting for reported speed, there are no differences in detour factors between modes. The strong dependence on reported speed suggests a reasonable way to correct estimates.

Although we do not recommend using self-reported information as the only data for travel distances, self-reported distances are useful when assessing the quality of geocoding. Large deviations between two distance measures may indicate that it is an incorrectly located start or

end point and not the respondent's stated travel distance. There may also be errors in digital road data or logical defects in models determining the route (and consequently the distance). In addition, as long as objective measurements relate only to distances between zones (e.g. statistical wards), self-reported distances represent valuable additional information on short trips and intra-zone trips.

Three surveys do not allow wide generalisations. Replication of this work is required to establish the robustness of the results presented here. Discrepancies due to different formulations of networks models are especially important, as there is substantial variance in professional practise, which should be reduced to improve accuracy and consistency of the model results. This zeros in on the most important element missing for further research: a high-quality GPS dataset matched to an equally high quality network model as the basis for detailed studies.

7 Acknowledgements

The authors are grateful for the support of M. Machgut and J. Jermann during the geocoding of the Swiss data and for the support of Mr. M. Vrtic and Mr. T. Hamre, who provided the network distance estimates for the 2000 Mikrozenus and the 2001 NPTS respectively.

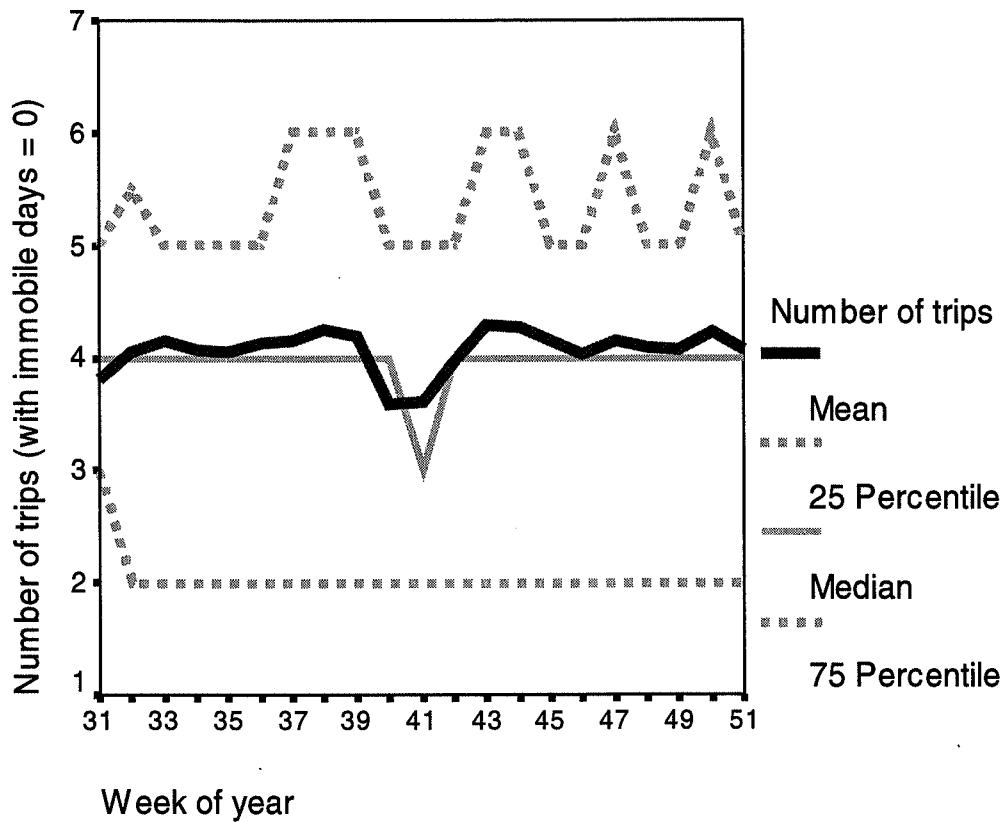
The results are our own and do not reflect the assessment of the owners of the datasets used.

8 References

- Axhausen, K.W. (2003) Definitions and measurement problems, in K.W. Axhausen, J.L. Madre, J.W. Polak and P. Toint (eds.) *Capturing Long Distance Travel*, 8-25, Research Science Press, Baldock.
- Axhausen, K.W., A. Zimmermann, S. Schönfelder, G. Rindsfuser and T. Haupt (2002) Observing the rhythms of daily life: A six-week travel diary, *Transportation*, **29** (2) 95-124.
- Axhausen, K.W., J.L. Madre, J.W. Polak and P. Toint (eds.) *Capturing Long Distance Travel*, Research Science Press, Baldock.
- Bovy, P.H.L. and E. Stern (1990) *Route Choice: Wayfinding in Transport Networks*, Kluwer, Dordrecht.

- Bundesamt für Raumentwicklung, Bundesamt für Statistik (2001) Mobilität in der Schweiz, Ergebnisse des Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten, Bern und Neuenburg.
- Bundesamt für Raumentwicklung, Bundesamt für Statistik (2002) Mikrozensus Verkehrsverhalten 2000, Hintergrundbericht zu „Mobilität in der Schweiz“, Bern und Neuenburg.
- Denstadli, J.M. and R.J. Hjorthol (2003) Testing the accuracy of collected geoinformation in the Norwegian Personal Travel Survey – experiences from a pilot study, *Journal of Transport Geography*, **11** (1) 47-54.
- Denstadli, J.M., R. Hjorthol, A. Rideng and J.I. Lian (2003) Travel behaviour in Norway, TØI report, 637/2003, Institute of Transport Economics, Oslo.
- Denstadli, J.M. and Ø. Engebretsen (2004) Testing the accuracy of self-reported geoinformation travel surveys, paper submitted to the Conference on progress in activity-based analysis, Maastricht, 28-31 May 2004.
- Hackney, J., F. Marchal and K.W. (2004) Monitoring a road system's level of service: The Canton Zürich floating car study 2003, paper submitted for presentation at the 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., January 2005.
- Hubert, J.P. (2003) GIS-based enrichment, in K.W. Axhausen, J.L. Madre, J.W. Polak and P. Toint (eds.) *Capturing Long Distance Travel*, 256-278, Research Science Press, Baldock.
- Jermann J. (2003) Geokodierung Mikrozensus 2000, *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung*, **177**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Machguth, H. und M. Löchl (2003) Geokodierung 6-Wochenbefragung Thurgau 2003, *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung*, **219**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Marchal, F., J.K. Hackney and K.W. Axhausen (2004) Efficient map-matching of large GPS data sets - Tests on a speed monitoring experiment in Zurich, paper submitted to the 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, January 2005.
- Ortuzar, J. de D. and L.G. Willumsen (2001) *Modelling Transport*, Wiley, Chichester
- PTV AG (2002) User Manual VISUM 8.0, Planung Transport Verkehr AG, Karlsruhe.
- Qureshi M. A., H. Hwang, and S. Chin (2002) Comparison of distance estimates for the commodity flow survey based on the great circle distance versus network based distances, *Transportation Research Record*, **1804**, 212-216.
- Raghubir, P., and A. Krishna (1996) As the crow flies: Bias in consumers' map-based distance judgments, *Journal of Consumer Research*, **23** (1) 26-39.

- Resource Systems Group (1999) Computer-based intelligent travel survey system: CASI/Internet travel diaries with interactive geo-coding, report to the U. S. Department of Transportation, RSG, Manchester.
- Richardson, A.J., E.S. Ampt and A.H. Meyburg (1995) *Survey Methods for Transport Planning*, Eucalyptus Press, Melbourne.
- Rietveld P., B. Zwart, B. Van Wee and T. van den Hoorn (1999) On the relationship between travel time and travel distance of commuters: Reported versus network travel data in the Netherlands, *The Annals of Regional Science*, **33** (3) 269-287
- Sheffi, Y. (1985) *Urban Transportation Networks: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Vrtic, M. and K.W. Axhausen (2004) Forecast based on different data types: A before and after Study, paper presented at 10th World Conference on Transport Research, Istanbul, July 2004.
- Vrtic, M., P. Fröhlich and K.W. Axhausen (2003) Schweizerische Netzmodelle für Strassen- und Schienenverkehr, in T. Bieger, C. Laesser and R. Maggi (eds.) *Jahrbuch 2002/2003 Schweizerische Verkehrswirtschaft*, 119-140, SVWG, St. Gallen.
- Wolf, J., M. Oliveira and M. Thompson (2003) The impact of trip underreporting on VMT and travel time estimates: Preliminary findings from the California statewide household travel survey GPS study, paper presented at the 83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., January 2003.
- Zmud, J. and J. Wolf (2003) Identifying the correlates of trip misreporting: Results from the California statewide household travel survey GPS study, paper presented at the 10th International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerne, August 2003.



Fatigue in long-duration travel diary surveys

KW Axhausen

M Löchl

R Schlich

T Buhl

P Widmer

Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung 286

April 2005

Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung

Ermüdung in langen Verkehrsverhaltenstagebüchern

KW Axhausen
M Löchl
IVT
ETH Zürich
CH – 8093 Zürich

R Schlich
SBB
CH – 3003 Bern

T Buhl
P Widmer
Büro Widmer
Bahnhofplatz 76
CH – 8500 Frauenfeld

Telephon: +41-1-633 3943
Telefax: +41-1-633 1057
axhausen@ivt.baug.ethz.ch

Telephon: +41-512-203463
Telefax: +41-512-205382
robert.schlich@sbb.ch

Telephon: +41-52-722 1684
Telefax: +41-52- 721 8922
widmer@buero-widmer.ch

April 2005

Kurzfassung

Dieser Aufsatz untersucht die Frage, ob die Teilnehmer an einer 6-wöchigen Tagebuchbefragung bereit und in der Lage sind, kontinuierlich über ihre Wege zu berichten; d.h. ob die Anzahl der berichteten Wege wegen Ermüdung der Befragten zurückgeht.

Im ersten Teil des Aufsatzes wird die Befragung, die 2003 im Thurgau durchgeführt wurde, vorgestellt, wobei insbesondere auch erste Ergebnisse und Erfahrungen mit einer Reihe neuer Fragen vorgestellt werden, die im Wegetagebuch gestellt wurden.

Die Analyse der Antworten zeigt, dass es keine systematische Ermüdung gibt. Der Anteil der Befragten, der Ermüdungserscheinungen zeigt, ist so klein, dass er auch zufällig sein kann.

Schlagworte

Verkehrsverhalten, Tagebuch, 6 Wochen, Ermüdung, Thurgau, Schweiz, Mobidrive

Zitierungsvorschlag

K.W. Axhausen, M. Löchl, R. Schlich, T. Buhl und P. Widmer (2004) Fatigue in long-duration travel diaries, *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung*, **262**, IVT, ETH Zürich, Zürich.

Working Paper

Fatigue in long-duration travel diaries

KW Axhausen
M Löchl
IVT
ETH Zürich
CH – 8093 Zürich

R Schlich
SBB
CH – 3003 Bern

T Buhl
P Widmer
Büro Widmer
Bahnhofplatz 76
CH – 8500 Frauenfeld

Telephone: +41-1-633 3943
Telefax: +41-1-633 1057
axhausen@ivt.baug.ethz.ch

Telephone: +41-512-203463
Telefax: +41-512-205382
robert.schlich@sbb.ch

Telephone: +41-52-722 1684
Telefax: +41-52- 721 8922
widmer@buero-widmer.ch

April 2005

Abstract

This paper has introduced a new long-duration travel diary survey, which complements the existing 1999 Mobidrive survey by covering a small town and rural environment. The 2003 Thurgau data followed the protocol of the earlier study, but developed the set of questions further. These new questions concerned both the social context of the respondents, but also trip related items, such as planning horizon of the activity, previous frequency of visit or the groups involved in the trip or activity.

The descriptive and model-based analysis of the data showed that respondent fatigue is not an issue in either survey. Where significant deviations from a steady number of reported trips were found, they were more likely in a positive direction. The learning inherent in the intensive round of contacts between respondent and interviewer does pay off. Papers on travel diaries tend not to report interviewer effects, although their impacts are well known. The analysis shows, that the four interviewers employed in this survey have substantial and significant effects on the number of reported trips.

Keywords

Travel behaviour, 6 week travel diary, fatigue, Thurgau, Switzerland, Mobidrive

Preferred citation style

K.W. Axhausen, M. Löchl, R. Schlich, T. Buhl and P. Widmer (2004) Fatigue in long-duration travel diaries, *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung*, **262**, IVT, ETH Zürich, Zürich.

1 Introduction: Long-duration surveys and observational studies

Recent years have seen a flurry of long-duration surveys and observational studies. Some were motivated by policy concerns, others by methodological and theoretical issues. Examples for the first groups are GPS-based observational studies of speed choice by drivers whose cars are equipped with speed advisory systems (Vägverket, 2000) or recent GPS-based studies of simulated road pricing schemes in Copenhagen (Nielsen and Jovicic, 2003) or Atlanta (Li, Guensler, Ogle and Wang, in press). Examples for the second group are various GPS-based studies added to traditional one-day diaries to verify the reported levels of trip making, to improve trip length and duration estimates and to add exact route choice information (see for example Wolf, 2000). New theoretical issues, such as the stability of human travel behaviour (Schlich, 2004; Schlich and Axhausen, 2003; Joh, 2004; Joh, Arentze, Hofman and Timmermans, 2002), the rhythms of activity participation (Bhat, Srinivasan and Axhausen, 2003; Bhat, Frusti, Zhao, Schönfelder and Axhausen, 2004; Schönfelder and Axhausen, 2000), the rates of innovation (Schönfelder and Axhausen, 2004) or the size and shape of human activity spaces (Schönfelder and Axhausen, 2003a and b) have motivated a series of travel-diary studies (Axhausen, Zimmermann, Schönfelder, Rindsfuser and Haupt, 2002; Schlich, Simma and Axhausen, 2004 and the surveys introduced below). In each case, the objectives of the study required reporting or observation periods of multiple days (GPS-based supplements to one-day travel diaries), multiple weeks (travel diary studies) or multiple months (GPS-based studies). Next to the recruitment of representative participants the question of reporting (observation) fatigue is the highest ranking concern of the study. While fatigue is usually associated with travel diaries, it can occur in GPS-based studies, when the participant has to install or switch on the device each day or for each trip. Only studies, which permanently install the device can avoid this issue, but this expense is only warranted when a very long observation period is planned.

Fatigue and its extreme form attrition reduces a) the number of reported mobile days and b) the number of trips (tours) reported for each mobile day in a systematic way to be discussed below. The recent availability of a new six-week travel diary (see below) offers the opportunity to revisit the previous result, that fatigue is not an issue in well-conducted long-duration diaries. This conclusion was based on the analysis of the six-week 1999 Mobidrive travel diary (Axhausen et al., 2002) and the twelve-week leisure activity diary (Schlich et al., 2004). If this result holds, then the field could employ such surveys more easily, when there is a requirement for such data.

The rest of the paper is structured as follows: the next section will describe the new 2003 Thurgau survey in detail, including some substantive results derived from a number of new items tested here; the second section presents the models estimated here to test for the presence of fatigue at the level of

the individual respondents from the Mobidrive and the Thurgau survey. The final section offers an outlook and conclusions.

2 Thurgau 2003

2.1 Motivation and field work experience

The success of the German Mobidrive survey encouraged the Swiss Association of Transportation Engineers (SVI) to suggest a similar study for Switzerland. The aims of the brief were the study of the rhythms of daily travel behaviour and of the patterns of space use and innovation on the basis of a long duration survey. The tender was won by the IVT, ETH Zürich in collaboration with the Büro Widmer, Frauenfeld, which was in charge of the fieldwork.

The scope and protocol of the Mobidrive survey was maintained in principle, but adjusted to reflect recent experiences and new interests. The one major change was the choice of a small town and its rural hinterland for the recruitment of the respondents. This provides a contrast to the large towns Karlsruhe and Halle, both over 200'000 inhabitants, which were the locations of the Mobidrive survey.

The protocol involved an announcement letter to randomly chosen persons in Frauenfeld, the capital of the canton Thurgau with about 25'000 residents, and villages on the Seerücken, a rural area north of Frauenfeld, but just south of the Rhine, which delineates the boundary between Germany and Switzerland in this region. Quotas were set for single households, couple households and families (with children over 10 years of age). The aim was to have one third shares for each group. All respondents, including the children, were asked to fill out the questionnaires themselves. The incentives were 80, 120 and 150 sFr (about 65, 95 and 120 US\$) respectively. An effort was made to include commuters, defined as persons not working in their residential municipality, but no explicit quota was set (See Table 1 and Table 2). The quotas were not met exactly, but within an acceptable band. The share of households with commuters is substantially, but not unexpectedly, higher in the rural villages outside Frauenfeld.

Table 1 Number of participating households by type and area

Household type	Area		Total
	Frauenfeld	Seerücken	
Singles	18	15	33
Couples	19	16	35
Families	11	20	31
Total	48	51	99

Table 2 Number of participating households by presence of commuters and area

Household type	Area		Total
	Frauenfeld	Seerücken	
Commuter present	21	39	60
No commuter present	27	12	39
Total	48	51	99

If the respondents agreed during a telephonic recruitment interview, they were visited by a member of fieldwork staff, who conducted a generally one-hour interview covering the socio-demographics of the household and its members, the moving history of the persons and the locations of their friends and relatives. The diary was also explained in detail and the first weekly diary handed over together with the pre-paid return envelope. The respondents received a new diary each week for the next five weeks. They were asked to return the diaries at the end of the week, which allowed the fieldwork staff to check the diary and to clarify any errors, omissions and questions briefly after the event. The respondents received a letter asking them for their account details in week 5, which reminded them of the promised incentive. The field work staff used a large share of the call-backs to obtain detailed address information. The geocoding itself was performed separately after the end of the survey (Machgut, Löchl and Bürgle, 2004; Machgut and Löchl, 2004), as was the addition of information on the non-chosen alternatives.

A share of 16% of those contacted and eligible returned all their weekly forms (Table 3). A small number of households, which had been recruited towards the end of the survey period (August to December 2003), are counted as complete, although they were given the permission to not return the forms covering the Christmas and New Year weeks. This share is comparable to those observed in the Mobidrive and SVI 12-week leisure (Schlich, Simma and

Axhausen, 2004) surveys. The share of respondents refusing after recruitment at either the initial interview or not completing the six weeks is slightly higher than in the earlier surveys, but with 13% still acceptable. There is an obvious trade-off between the time spent explaining the survey during the recruitment interview and the loss of respondents at the later stages. There are no substantial differences between the two areas, but for the slightly higher rate of non-contact in the rural area with the higher share of commuters.

Figure 1 Number of reported days by week of year (survey period) and reporting period (RP)

shows the return of the forms by week of the survey and week of the reporting period. After an initial surge, the fieldwork staff maintained a steady number of participants

Table 3 Response behaviour by area

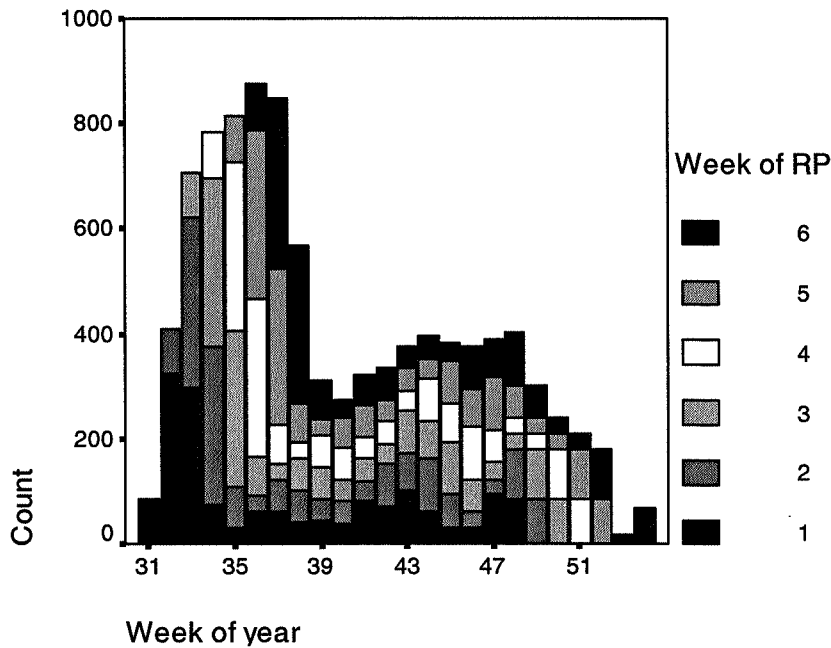
	Area		Total		
	Frauenfeld	See-rücken	[Number]	Share of letters sent	Share of contacted, eligible households
Announcement letters sent	433	648	1082	100%	
No valid telephone number	5.5%	3.9%	49	4.5%	
No telephone contact made ¹	13.9%	17.3%	172	15.9%	
Did not match quota criteria	5.1%	5.7%	59	5.5%	
No contact attempt ²	18.9%	19.1	206	19.1%	
Contacted, eligible households	56.6%	54.0%	596	55.1%	
Refused by calling in	7.4%	6.9%	77	7.1%	12.9%
Refused when called	32.1%	31.5%	343	31.7%	57.6%
Quota already exhausted	3.9%	6.8%	61	5.6%	10.2%
Recruited on the phone	13.2%	8.8%	114	10.7%	19.3%
Refused during the initial interview	1.2%	0.6%	9	0.8%	1.5%
Discontinued after starting	0.9%	0.3%	6	0.6%	1.0%
Full participation	11.1%	7.9%	99	9.2%	16.1%

¹ Not reached after five contact attempts spread over the whole day and a number of days

² Not contacted, as all quotas had been filled

Using the CASRO standard the response rate (unknowns allocated to eligible and ineligible status) is 13.2% (see <http://home.clara.net/sisa/resprhlp.htm> for the calculations).

Figure 1 Number of reported days by week of year (survey period) and reporting period (RP)



To place the participants into the context of the local population persons, who had refused to participate, were asked to answer a small set of questions about their household. A total of 212 persons did answer these questions for their household, 49 of which answered for households which were in one way or another not eligible for participation in the survey. Therefore information about 262 households can be used for a selectivity analysis. Using the binary logistic procedure of SPSS 12.0 a logit model was estimated using the log-likelihood ratio test forward entry method to identify the relevant variables. The Expectation Maximisation method was used to impute any missing value on that short interview, employing all available variables. The fit of the model is good identifying 84% of the household correctly with a ρ^2 of 0.44 (See Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.)

In contrast to the Mobidrive experience, there is a number of variables, which did influence participation in the 2003 Thurgau survey. Income, number of public transport season tickets and number of employed increased participation significantly, while licence ownership and household size decreased it. Location, household tenure, and the number of children had no significant impact. Similarly to other recent Swiss surveys with substantial response burdens, higher earning, employed public transport users are more likely to participate in such exercises (e.g. Axhausen, König, Abay, Bierlaire and Bates, 2004; König, 2004 or a recent non yet reported SP survey)

Table 4 Results of the selectivity analysis (Base: Households completing the interview against non-participating households; excluding non-eligible households)

Household variable	Parameter	Significance level
Income [k SFr]	0.22	0.00
Number of season tickets	0.82	0.00
Number of driving licence holders	-1.99	0.00
Number of employed	1.20	0.00
Household size	-0.35	0.05
Constant	-1.57	0.00
N	262	
ρ^2	0.44	

2.2 The new variables

While the study maintained the protocol of the earlier Mobidrive study, it did adapt the contents in various areas. In the person questionnaire two innovative elements were added. The persons were asked to report their home and work locations for each of the last ten April 1st, a very common moving day in Switzerland, jointly with their car and season ticket availability for each of those days. This biographical element which had been tested in an earlier study (Axhausen, Beige and Martinovits, 2004) adds depth to the analysis of the activity spaces (for references see above), as it describes the level of local knowledge. The activity spaces should be influenced by the locations of the most important friends and relatives (Axhausen, 2004 and in press). Using a simple name generator, the respondents reported the names, addresses and frequency of visit of up to four non-resident family members and up to five friends and acquaintances, which they see regularly.

The design of the weekly diary was left unchanged, but the Mobidrive questions about trip and activity expenditures were exchanged and the question about the size of the party modified. The expenditure questions were felt to be sensitive and also less interesting in the Swiss context than the new ones. The new or adapted questions were:

- What is the walking distance from where you left the last vehicle you used to the destination ?
- How often have you visited this location before (Never, one to three times, more often) ?
- When did you plan this activity (One or more days in advance, during the day, spontaneous, routine/returning home) ?

- How many people travelled with you (number of household members, others, dog) ?
- How big was the group with which you performed the activity (number of household members, others, dog) ?

The second question arises from an interest in behavioural innovation (Schönfelder and Axhausen, 2004). In the earlier surveys it had been possible to determine, if a location was new to the observing researcher, but not if it was new to the respondent. This question filled the gap and created no problems for the respondents. The third question was adapted from the work on activity scheduling, as pioneered by Doherty and Miller (2000). Jointly with the second new question, it allows us more insight into the stability of travel behaviour. While many surveys in the past have asked about the travel group size, fewer have divided it by household and non-household members. The importance of the presence of the dog had been established in the Mobidrive and the 12-week leisure activity survey. Time budget diaries tend to query the presence of others only qualitatively. Given the importance of the social element of travel, leisure travel in particular, this double question fills a gap, as it reveals both the group size while travelling and while performing the activity. It reveals the number of the persons met.

As this paper is dedicated to the analysis of the fatigue aspects of the respondents, there will be no in-depth analysis of the new variables. Still, a number of descriptive analyses will be presented below to indicate their possibilities.

The respondents had no difficulty in naming relevant relatives and contacts and the frequency of contact with them (Figure 3). The more detailed relationships were grouped into nine categories, of which two were dropped as their occurrence was too small for further analysis (neighbours and non-residential partners). While the range of the types of family contacts is as expected, the categories of personal contacts are surprising, as acquaintances and „Kollegen“, a term covering in Swiss – German co-workers, class mates, but also a less intensive form of friendship, figure prominently. The mean and median (not shown here) distances between the homes of the respondents and their contacts varies systematically with the frequency of contact.

Equally surprising is the importance of activities planned substantially in advance for never before visited locations (Table 5). The odds are three-times higher than for the other two relevant categories. The share of never-before visited locations is quite substantial with 4%, about one absolutely new location per week. Routine and long-planned activities dominate, while spontaneous activities make up 10% of the total. This figure is difficult to compare as other surveys asking the question chose different categorisations.

Figure 3 Distance between the homes of the respondents and their contacts by type

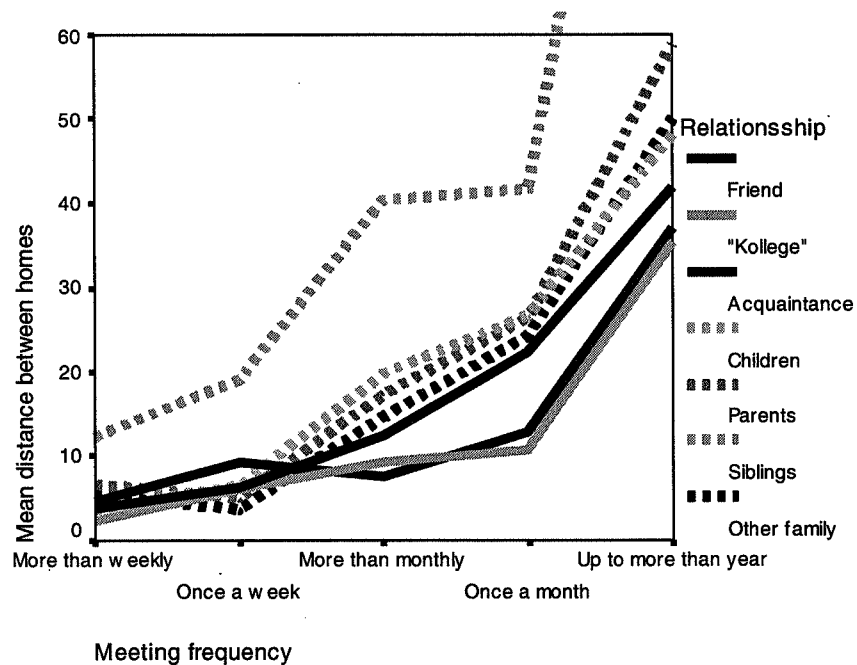


Table 5 Share of trips by timing of the planning and the frequency of previous visits to the visited location (row percentages)

Frequency of visit to this location	When planned				Share of trips
	One or more days in advance	During the day	Just now	Routine/Return home	
Never before	60.8%	16.7%	22.5%	.	4.1%
1-3 times	53.2%	23.0%	23.8%	.	6.4%
More often	14.3%	8.6%	9.7%	67.5%	89.5%
Share of trips	18.7%	9.8%	11.1%	60.4%	100%

There seems to be pervasive lift giving in this sample of trips, but the bulk is associated with trips returning home, where the group seems to dissolve, largely because the diary does not ask about in-home activities (Table 6). Still, the data highlight the importance of meeting others for an activity, with whom the respondent had not travelled before.

Table 6 Share of trips by number of persons travelling along and participating the ensuing activity (Row percentages)

Persons travelling along	Persons participating in the ensuing activity						Share of trips
	None	One	Two	Three	Four	Five plus	
None	89.8%	4.1%	1.6%	1.5%	.8%	2.2%	61.2%
One	38.6%	52.7%	2.5%	2.2%	1.0%	3.1%	24.5%
Two	40.9%	4.0%	45.9%	2.6%	1.6%	5.0%	6.9%
Three	39.7%	2.1%	1.5%	46.9%	1.4%	8.4%	3.7%
Four	45.4%	1.7%	1.9%	3.8%	38.8%	8.4%	1.4%
Five plus	36.9%	2.7%	.8%	2.8%	2.3%	54.5%	2.3%
Share of trips	70.2%	15.8%	4.9%	3.5%	1.5%	4.1%	100%

The distribution of the final walk stage is left skewed, with the users of private vehicles generally indicating that they found a parking space directly in front of their destination. Still, this item requires further analysis as some of the mean and median distances seem unrealistically low.

3 Modelling fatigue effects

The key problem for any survey is to win the commitment of the respondents at the stage of the recruitment and then to maintain it, while the respondents perform the tasks requested by the survey. This arc from the first contact until the respondents returns the questionnaire, puts down the phone after the last answer, log out from the website or says good-bye to the interviewer requires the full attention of the survey designer. The protocol, tools and forms used can potentially irritate the respondents in many ways endangering their commitment up to the point where they discontinue the interaction. In long duration surveys, boredom with the task can reinforce this process. The survey methods literature (e.g. Groves, 1989; Dillman, 1978 and 2000) highlights such pitfalls, so no review is required at this point. Equally problematic for the survey designer is the partial loss of commitment, which might express itself in item non-response, random answers or episode non-response¹, in this

¹ The survey methods literature does not offer a good term for the non-response at the level of episodes, such as trips in travel diaries, times of unemployment in life course calendars, hospital stays in health questionnaires

case of the trips, which the respondents are asked to report in daily varying numbers. In many shorter diaries (two to seven days) this loss of commitment expressed itself in a systematic reduction in the number of reported trips as the reporting period went on. The a-priori assumption is that this loss of commitment or fatigue should express itself as a steadily decreasing number of reported trips as a function of the duration of the reporting period. This function might be linear or non-linear. In the protocol described above, two countervailing processes are at work: the respondent learns about his task to a degree, which a respondent in a two, three or seven day survey never does. One would assume that this makes the task easier and less error prone. In addition, his commitment is reinforced by the steady stream of interactions with the fieldwork staff: weekly mailings, regular call-backs to clarify errors and problems, a growing recognition of each others as persons, when on the one hand the fieldwork staff query for trips, which they would have expected given past weeks, and when on the other hand, the importance of the study to the staff becomes obvious to the respondent. One would expect the learning and the maintenance of the commitment level should increase the number of reported trips. As there is a natural maximum, this increase reaches a limit, implying, for example, a logarithmic shape of the function relationship. Any model of fatigue has therefore to test a number of different hypotheses about the impact of the reporting period, which combine these processes, while being aware of the strong correlations between the linear and transformed variables:

Hypothesis	Due to loss of commitment		Due to learning
	Linear	Quadratic	Logarithmic
1	x		x
2		x	x
3	x	x	x

3.1 Descriptive results

Next to the impact of the on-going reporting period, one would expect that the season has an impact on the level of trip making, as well as the interaction with the interviewer (see for example Christensen, 2004 for an analysis of the Danish National Travel Survey). A more detailed analysis of the socio-demographic and household factors influencing the level of trip making is not required here and will be reported elsewhere. As Table 5 and Table 6 make clear, there is no prima-facie evidence of fatigue at the aggregate level. A school holiday week has the biggest impact.

etc. Item non-response is specific to the individual variable describing an episode or unit, while the term unit non-response is reserved for person or household non-response.

Figure 4 Number of reported trips as a function of the reporting period

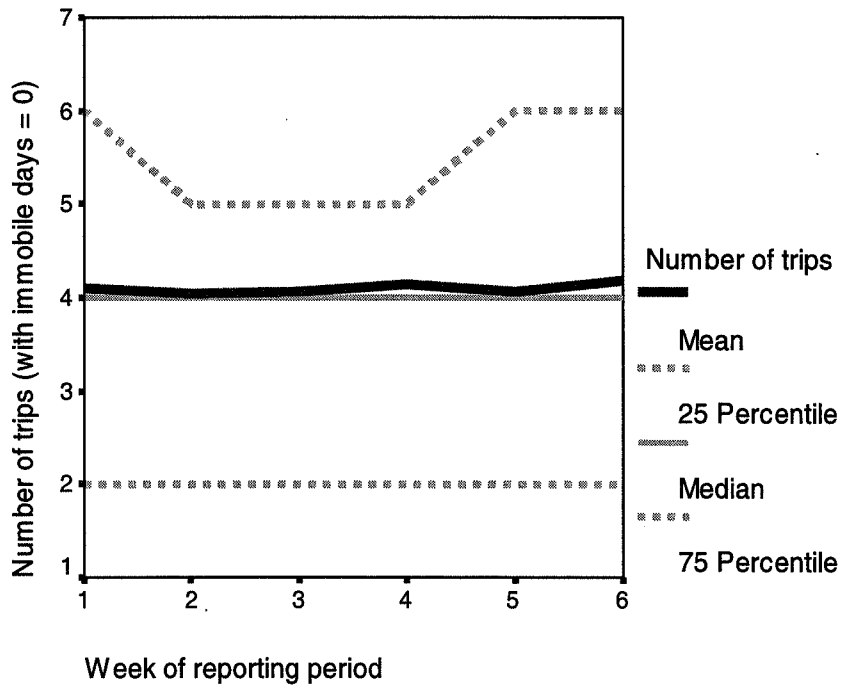
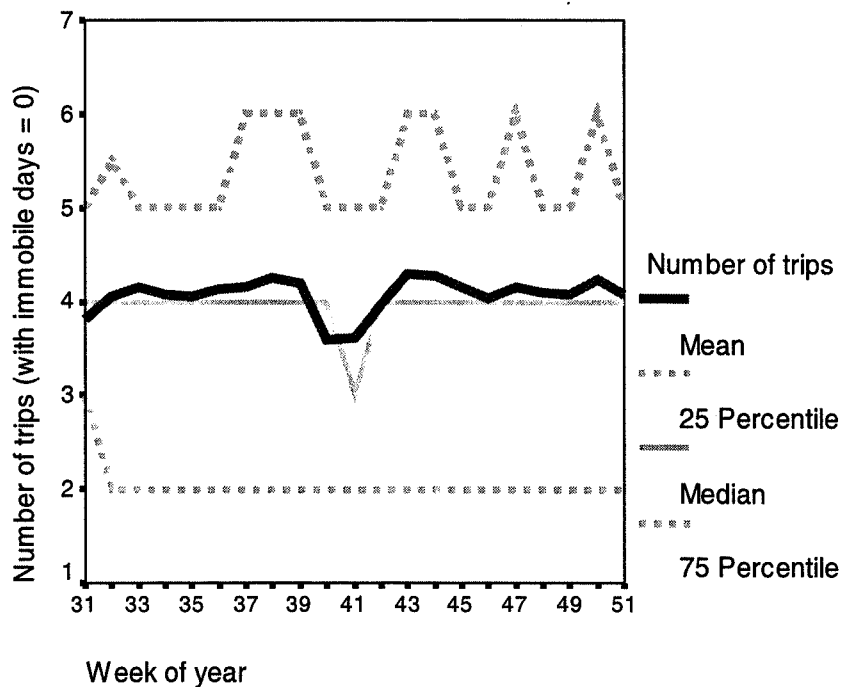


Figure 5 Number of reported trips as a function of the week of year

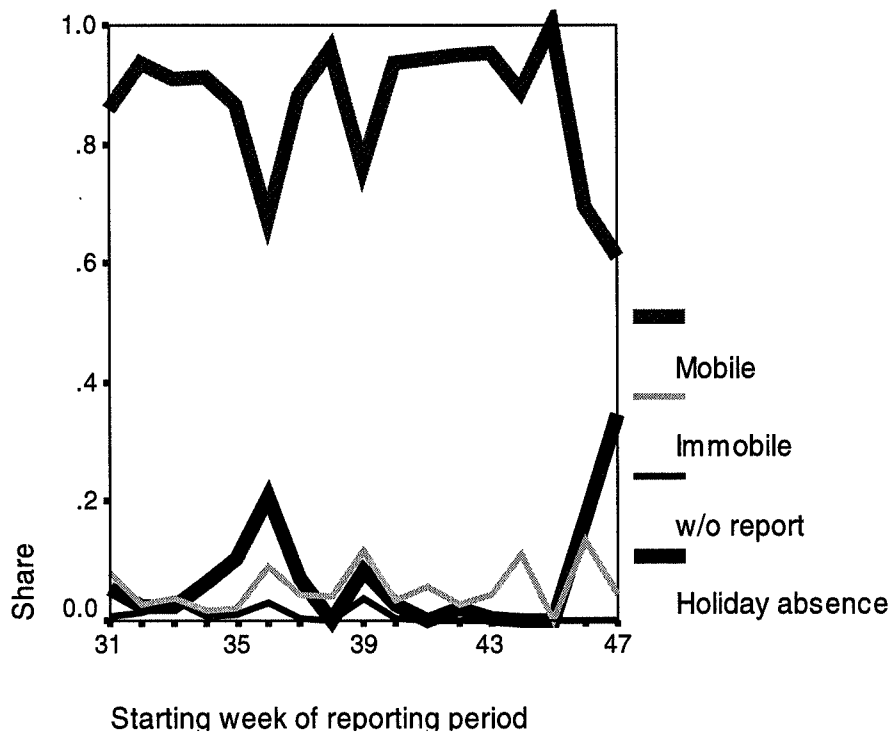


The impact of the school holiday week and of the *reporting holiday* of the households starting in weeks 46 and 47, mentioned above, is visible in Figure 6. Here the shares of the four possible returns for each day are shown by the starting week of the reporting period, i.e. when the respondents began their participation (See also

Figure 1 Number of reported days by week of year (survey period) and reporting period (RP)

). While there is variation, there is no trend, in particular for the shares of immobile days and the days without any report.

Figure 6 Daily shares of reporting status by starting week of reporting period



3.2 Interviewer effects

The impacts of interviewers are much more substantial and interesting. The mean impact of interviewer B is clearly visible in Figure 7, but Figure 8 puts this in perspective. It is clear, that interviewer B learned on job, but that interviewer B, as the others, flagged towards the end of their engagement. An univariate analysis of variance of the number of trips revealed an more differentiated picture. Controlling for home location, income, age (in decades), sex, interaction of car and season ticket ownership, the respondents of interviewer B reported sig-

nificantly fewer trips independent of their sex than respondents of interviewer D. In comparison with interviewer D, interviewers A and C received significantly more trips from male respondents.

Figure 7 Mean number of trips by interviewer and week of reporting period

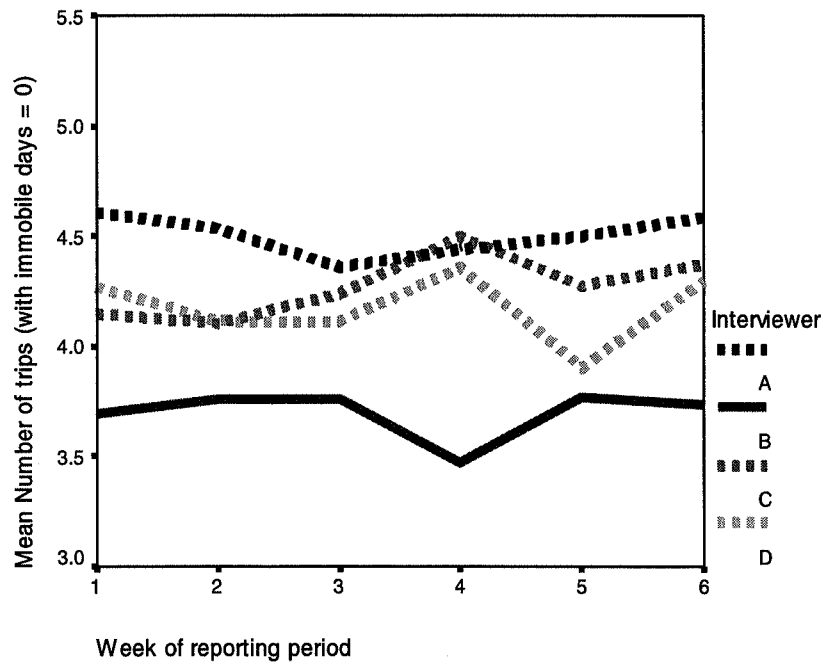
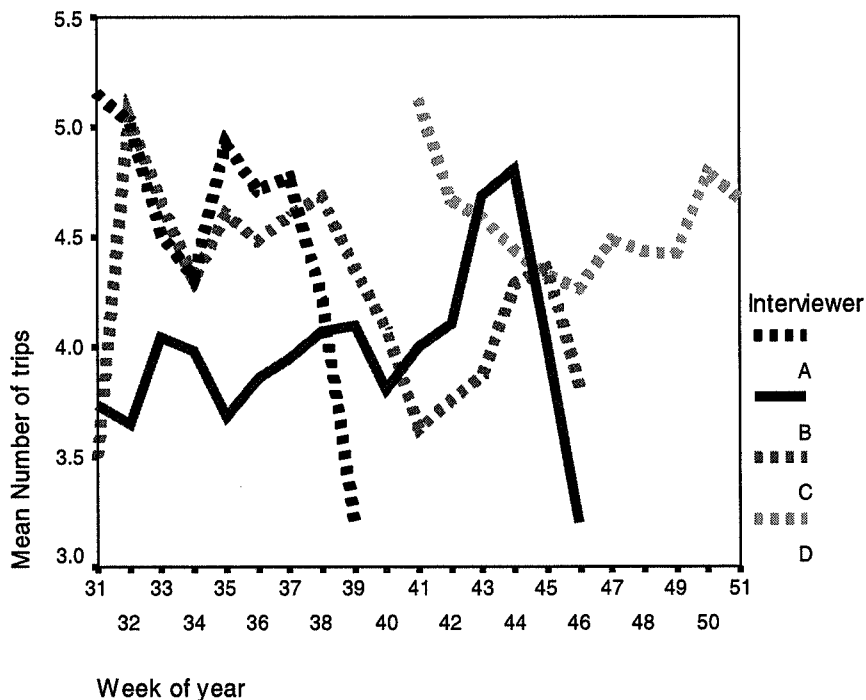


Figure 8 Mean number of trips by interviewer and week of year



The analysis also showed, that the interviewer effects stayed stable over the reporting period. The initial contact experience, maybe sympathy between respondent and interviewer, seems the prime determinant.

3.3 Regression results

In the analysis of the fatigue one is not interested in the mean levels, but only if the individual respondents show signs of fatigue. The analysis was therefore performed for each individual separately after standardising the reported numbers of trips to have a mean of zero and standard deviation of one. This also removes the interviewer impacts (but see below). Using the Generalised Linear Model procedure of SPSS 12 and the SAS Proc GENMOD for a Poisson regression the hypotheses outlined above were estimated for each respondent, while controlling for day-of-week effects, which were estimated to be equal across all respondents. To put the 2003 Thurgau data in perspective, the same analysis was performed with the 1999 Mobidrive data. This extends the modelling of fatigue reported for this dataset in Axhausen et al., 2002). For reasons of space only the results for hypotheses 1 and 3 will be presented in the following.

The results in Table 7 to Table 10 confirm the impression of the descriptive analysis. No significant effects can be detected in the vast majority of respondents. In those cases, where significant effects are detectable, they indicate a continuing increase in the reporting of trips (only positive effects) or mixed effects, where the direction of the total effect is determined by the size of the parameter estimates. No case, where both or all three parameters were significant and negative, was found. The Thurgau and the Mobidrive results are similar in this respect, even if the Mobidrive data is less affected by time trends, both in a positive (learning) or negative way (fatigue). As the log and the linear term are strongly correlated, the OLS analysis was repeated with only the linear or the logarithmic term. The number of significant results was even smaller than those reported above.

Linear regression is not ideal for count data, such as the number of trips, considered here. The models were therefore re-estimated using Poisson regression using SAS Proc GENMOD. Again, the regressions were calculated for each person, but the day-of-week effects were estimated here at the person level. As the count data were not standardized for the Poisson regression, the mean trip rate was characterised through a constant.

Table 7 Results for hypothesis 1 (Significance level = 0.05)

Thurgau OLS		Logarithmic term			Total (N = 230)
Linear term	Negative	Not significant	Positive		
Negative		.9%	3.0%		3.9%
Not significant		90.0%			90.0%
Positive	4.3%	1.7%			6.1%
Total	4.3%	92.6%	3.0%		100.0%
Thurgau Poisson		Logarithmic term			Total(N = 230)
Linear term	Negative	Not significant	Positive		
Negative		2.6%	2.6%		5.2%
Not significant	3.4%	81.1%	3.0%		87.6%
Positive	3.0%	3.4%	.9%		7.3%
Total	6.4%	87.1%	6.4%		100.0%
Mobidrive OLS		Logarithmic term			Total (N = 361)
Linear term	Negative	Not significant	Positive		
Negative		.6%	3.3%		3.9%
Not significant		93.6%	.6%		94.2%
Positive	1.1%	.8%			1.9%
Total	1.1%	95.0%	3.9%		100.0%

Table 8 Results for hypothesis 3: Thurgau OLS (Significance level = 0.05)

Linear term	Quadratic term	Logarithmic term			Total (N = 230)
		Negative	Not significant	Positive	
Negative	Negative				
	Not significant				
	Positive		.4%	5.7%	6.1%
Not significant	Negative		.9%		.9%
	Not significant		87.0%	.9%	87.9%
	Positive		.9%		.9%
Positive	Negative	2.6%			2.6%
	Not significant	1.7%			1.7%
	Positive				
Total		4.3%	89.1%	6.5%	100%

Table 9 Results for hypothesis 3: Thurgau Poisson (Significance level = 0.05)

Linear term	Quadratic term	Logarithmic term			Total (N = 230)
		Negative	Not significant	Positive	
Negative	Negative				
	Not significant		.9%		.9%
	Positive		1.3%	5.2%	6.5%
Not significant	Negative		1.3%		1.3%
	Not significant	.9%	79.1%	1.7%	81.7%
	Positive		2.2%		2.2%
Positive	Negative	2.6%	3.5%		6.1%
	Not significant	1.3%			1.3%
	Positive				
Total		4.8%	88.3%	7.0%	100.0%

Table 10 Results for hypothesis 3: Mobidrive OLS (Significance level = 0.05)

Linear term	Quadratic term	Logarithmic term			Total (N = 230)
		Negative	Not significant	Positive	
Negative	Negative				
	Not significant			1.4%	1.4%
	Positive		1.4%	3.9%	5.3%
Not significant	Negative		.3%		.3%
	Not significant		88.1%	1.1%	89.2%
	Positive				
Positive	Negative	2.8%	.8%		3.6%
	Not significant		.3%		.3%
	Positive				
Total		2.8%	90.9%	6.4%	100.0%

4 Outlook and conclusions

This paper has introduced a new long-duration travel diary survey, which complements the existing 1999 Mobidrive survey by covering a small town and rural environment. The 2003 Thurgau data followed the protocol of the earlier study, but developed the set of questions further. These new questions concerned both the social context of the respondents, but also trip related items, such as planning horizon of the activity, previous frequency of visit or the number of persons involved in the trip or activity.

The descriptive and model-based analysis of the data show that respondent fatigue is not an issue in either survey. Where significant deviations from a steady number of reported trips were found, they were more likely in a positive direction. The learning inherent in the intensive round of contacts between respondent and interviewer does pay off.

Papers on travel diaries tend not to report interviewer effects, although their potential impacts are well known. The analysis shows, that the four interviewers employed in this survey had substantial and significant effects on the number of reported trips even after correcting for the sociodemographics of the respondents. The size of the effect raises the question, if one should not impute the missing trips

and journeys. The results of numerous comparisons between GPS-based observations and parallel diaries raises the same issue, substantial underreporting of trips and journeys, if arising here from a different source. This challenge will be the subject of later work.

The availability of the fully geocoded Thurgau dataset allows a wide variety of further analyses. Choice models can be estimated to highlight mode and destination choice, both at the level of the trip and of the tour (see Cirillo and Axhausen, 2004 or Cirillo, Koppelman and Axhausen, 2004 for an possible approach). More importantly, the dataset allows to investigate aspects, which are not visible in one or two-day diaries: the rhythms of activity participation by type and location, the interactions between household members of time, the size and structure of activity spaces (For some initial results see Löchl, Schönfelder, Schlich, Buhl, Widmer and Axhausen, 2005). Finally, the data could be used to calibrate activity scheduling models, as information about the planning horizons is for the first time available for such long durations.

5 Acknowledgements

The study was supported by a grant of the Swiss Department for Environment, Transport, Energy and Telecommunications administered and initiated by the Swiss Association of Transport Engineers (SVD). This and the support and suggestions of the Advisory Group chaired by Dr. G. Abay is gratefully acknowledged.

6 References

- Axhausen, K.W. (2004a) Social networks and travel: Some hypotheses, in K. Donaghy (ed.) *Social Aspects of Sustainable Transport: Transatlantic Perspectives*, Ashgate, Aldershot.
- Axhausen, K.W. (2004b) Biographien, soziale Netze und Verkehrsverhalten: Hypothesen und erste Ergebnisse, CIS-Tagung Anwendung der sozialen Netzwerkanalyse, Universität Zürich, Oktober 2004.
- Axhausen, K.W., S. Beige und A. Martinovits (2004) Vertiefte Auswertungen zur langfristigen räumlichen Mobilität, Forschungsprogramm UNIVOX 2003 Teil I G Verkehr, Vertiefungsbericht, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **238**, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.

- Axhausen, K.W., A. König, G. Abay, J.J. Bates and M. Bierlaire (2004) Swiss value of travel time savings, paper presented at the 2004 European Transport Conference, Strasbourg, October 2004.
- Axhausen, K.W., A. Zimmermann, S. Schönfelder, G. Rindsfuser and T. Haupt (2002) Observing the rhythms of daily life: A six-week travel diary, *Transportation*, **29** (2) 95-124.
- Bhat, C. R., S. Srinivasan and K.W. Axhausen (2003) An analysis of multiple interactivity durations using a unifying multivariate hazard model, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **191**, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.
- Bhat, C.R., T. Frusti, H. Zhao, S. Schönfelder and K.W. Axhausen (2004) Intershoppping duration: An analysis using multi-week data, *Transportation Research*, **38B** (1), 39-60.
- Christensen, L. (2004) Busy people are hard to reach, paper presented at the *Seventh International Conference on Travel Survey Methods*, Costa Rica, August 2004
- Cirillo, C., F. Koppelman und K.W. Axhausen (2004) Modelling activity travel scheduling for workers, paper presented at the *Workshop Activity-based Analysis*, Maastricht, May 2004.
- Cirillo, C. and K.W. Axhausen (2004) Evidence on the distribution of values of travel time savings from a six-week diary, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **212**, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.
- Dillman, D.A. (1978) *Mail and Telephone Surveys: The Total Design Method*, John Wiley and Sons, New York.
- Dillman., D.A. (2000) *Mail and Internet Surveys: The Tailored Design Method*, John Wiley and Sons, New York.
- Doherty, S. T. and Miller, E. J. 2000. A computerized household activity scheduling survey. *Transportation*, **27** (1) 75-97.
- Groves, R.M. (1989) *Survey Errors and Survey Costs*, John Wiley & Sons, New York.
- Joh, C.H. (2004) Measuring and predicting adaptation in multidimensional activity-travel patterns, *bouwstenen faculteit bouwkunde*, **79**, Dissertation an der Technischen Universität Eindhoven. Eindhoven.
- Joh, C.H., T.A. Arentze, F. Hofman and H.J.P. Timmermans (2002) Activity pattern similarity: A multidimensional alignment method, *Transportation Research B*, **36** (5) 385-403.
- König, A. (2004) Bewertung der Verlässlichkeit: Experiment mit Schweizer Befragten, dissertation, ETH Zürich, Zürich.
- Li, H., R. Guensler, J. Ogle, and Jun Wang (in press) Using GPS data to understand day-to-day dynamics of morning commute behavior; *Transportation Research Record*.
- Löchl, M., S. Schönfelder, R. Schlich, T. Buhl, P. Widmer and K.W. Axhausen (2005) Stabilität des Verkehrsverhaltens, final report, SVI 2001/514, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Machguth H. and M. Löchl (2004) Geokodierung 6-Wochenbefragung Thurgau 2003, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **219**, IVT, ETH Zürich, Zürich.

- Machguth, M., M. Löchl and M. Bürgle (2004) Berechnung von Routen- und Verkehrsmittelalternativen für den Datensatz Thurgau 2003, *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung*, **231**, IVT, ETH Zürich, Zürich.
- Nielsen, O. A. and G. Jovicic (2003) The AKTA road pricing experiment in Copenhagen, paper presented at the 10th International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerne, August 2003.
- Schlich, R. (2004) Verhaltenshomogene Gruppen in Längsschnitterhebungen, Dissertation, ETH Zürich, Zürich.
- Schlich, R. and K. W. Axhausen (2003) Habitual travel behaviour - evidence from a six week travel diary, *Transportation*, **30** (1) 13-36.
- Schlich, R., Simma, A. and K.W. Axhausen (2003) Determinanten des Freizeitverkehrs: Modellierung und empirische Befunde, Forschungsauftrag SVI 2000/443, *Schriftenreihe*, **1071**, Bundesamt für Strassen, UVEK, Bern
- Schönfelder, S. and K.W. Axhausen (2003a) On the variability of human activity spaces, in M. Koll-Schretzenmayr, M. Keiner und G. Nussbaumer (eds.) *The Real and Virtual Worlds of Spatial Planning*, 237-262, Springer, Heidelberg.
- Schönfelder S. and Axhausen K. W. (2003b) Activity spaces: Measures of social exclusion? *Transportation Policy*, **10** (4) 273-286.
- Schönfelder, S. and K. W. Axhausen (2000) Periodizität im Verkehrsverhalten: Erste Ergebnisse mit Überlebenszeitmodellen, *Stadt Region Land*, **69**, 131-144
- Vägverket (2000) ISA Intelligent Speed Adaptation, Vägverket, unpublished, Vägverket, Borlänge.
- Wolf, J. (2000) Using GPS Data Loggers to Replace Travel Diaries in the Collection of Travel Data, Dissertation, Georgia Institute of Technology, School of Civil and Environmental Engineering, Atlanta.