



---

## Berechnung von Nachfragematrizen mit VISEM

Marcel Rieser

Semesterarbeit

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

Juni 2004

**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Semesterarbeit

## **Berechnung von Nachfragematrizen mit VISEM**

Marcel Rieser  
Tüffenwies 11  
8064 Zürich

mrieser@student.ethz.ch  
m\_rieser@gmx.ch

Juni 2004

### **Kurzfassung**

Mittels dem Programm VISEM der PTV AG lassen sich Verkehrsnachfragematrizen modellhaft berechnen. Dazu werden umfangreiche und ausführliche Daten benötigt, die in den seltensten Fällen im gewünschten Format zur Verfügung stehen. Werden die unterschiedlichen Datenquellen sorgfältig miteinander kombiniert, lassen sich dennoch sinnvolle und weiterverwendbare Resultate erzielen.

### **Schlagworte**

VISEM; Nachfragematrizen; Mikrozensus; Modalsplit

### **Zitierungsver-schlag**

Rieser, M. (2004) *Berechnung von Nachfragematrizen mit VISEM*, Semesterarbeit, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einführung .....	3
2	Datengrundlage .....	4
2.1	Einleitung .....	4
2.2	Benötigte Daten .....	4
2.3	Datenmodell Mikrozensus .....	5
2.4	VISEM Eingabeformat .....	7
3	Arbeitsschritte .....	9
3.1	Definitionsblöcke .....	9
3.1.1	Verhaltenshomogene Personengruppen .....	9
3.1.2	Verkehrsmittel .....	10
3.1.3	Aktivitäten .....	11
3.1.4	Strukturmerkmale .....	12
3.2	Datenblöcke .....	13
3.2.1	Verhaltensmuster .....	13
3.2.2	Bezirke .....	17
3.2.3	Distanzmatrix .....	18
3.2.4	Erschliessungsklassen .....	19
3.2.5	Widerstandsparameter .....	21
3.2.6	Maximale Binnen-Distanz .....	24
3.2.7	Systemgeschwindigkeiten .....	24
3.2.8	Zu- und Abgangszeiten .....	24
3.2.9	Logit-Parameter .....	25
3.2.10	Ganglinien .....	27
4	Resultate .....	28
4.1	Fahrtenhäufigkeit .....	28
4.2	Fahrtweiten-Verteilung .....	34
4.3	Tagesganglinien .....	35
4.4	Modalsplit .....	36

5	Verbesserungen .....	37
5.1	Strukturmerkmale .....	37
5.2	Resultate .....	37
5.3	Statische Umlegung mit VISUM .....	40
5.4	Fazit .....	41
6	Danksagung .....	42
7	Literatur .....	43

# 1 Einführung

Verkehringenieure stehen immer wieder vor der Aufgabe, die Auswirkung von neuen Strassen oder ÖV-Erschliessungen zu beurteilen. Wie kann ein Quartier vom Individualverkehr entlastet werden? Würde ein neues Bahnangebot überhaupt benutzt? Warum tritt eine Verkehrsstauung nur in (noch) nicht nachvollziehbaren Situationen auf?

Die Beantwortung all dieser Fragen kann durch ein gutes Modell vereinfacht werden, welches für unterschiedliche Szenarien die zu erwartenden Verkehrsströme berechnet. Solche Verkehrsströme werden oftmals durch sogenannte *Verkehrsnachfragematrizen* oder *Quelle-Ziel-Matrizen* beschrieben. Solche Matrizen geben an, wieviele Wege von einem Punkt zu einem anderen Punkt im Untersuchungsgebiet zurückgelegt werden, aufgeteilt nach Tageszeit und / oder Verkehrsmittel.

Das Programm VISEM (**V**erkehr**I**nformations**S**ystem – **E**rzeugung**M**odell) der PTV AG berechnet solche Verkehrsnachfragematrizen, ausgehend von statistischen Informationen zum Untersuchungsgebiet.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, für den Kanton Zürich ein entsprechendes Modell zu erstellen. Dazu gehörte vor allem, die von VISEM benötigten Informationen zusammenzutragen und in entsprechende, von VISEM lesbare Form zu bringen. Anschliessend sollte überprüft werden, wie gut die von VISEM berechneten Nachfragematrizen mit der Wirklichkeit übereinstimmen, und für mögliche Abweichungen Begründungen gefunden werden.

## 2 Datengrundlage

### 2.1 Einleitung

Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) und das Bundesamt für Statistik (BfS) führen alle fünf Jahre eine Erhebung zum Mobilitätsverhalten in der Schweiz durch, den sogenannten Mikrozensus Verkehr. Neben der Erhebung von verkehrspolitischen Ansichten werden auch detaillierte Angaben zum Mobilitätsverhalten am Tag vor der Befragung erfasst. Diese Angaben liefern wesentliche Informationen zum Personenverkehr in der Schweiz.

Im Jahr 2000 wurden knapp 30'000 Personen telefonisch zu ihrem Mobilitätsverhalten und zu den im Haushalt zur Verfügung stehenden Verkehrsmitteln befragt. Alle ausgewählten Haushalte erhielten im Vorfeld der Befragung ein Schreiben, welches Informationen zum Zweck und zur Bedeutung der Befragung enthielt.

Um die von VISEM berechneten Daten auf Plausibilität zu überprüfen, wurden die Resultate mit entsprechenden Werten aus der Pendlermatrix (Teil der Daten der Volkszählung) verglichen.

### 2.2 Benötigte Daten

Um ein möglichst realistisches Modell schätzen zu können, werden entsprechend detaillierte Eingabe-Werte benötigt. VISEM stützt sich bei seinen Berechnungen auf diverse Werte ab, wie Angaben zu verhaltenshomogenen Benutzergruppen, Mobilitätsmöglichkeiten der Personen und von ihnen unternommene Reisen (resp. den dazwischenliegenden Aktivitäten), sowie die Zeitpunkte der durchgeführten Aktivitätenwechsel.

Zusammenfassend lassen sich folgende Datenbedürfnisse festhalten:

- Angaben zu Personen: Alter, Geschlecht, Wohnort
- Zur Verfügung stehende Verkehrsmittel: Auto, Velo, ÖV-Abonnement
- Zurückgelegte Wege und Etappen: aufgeteilt nach Personengruppe, Wochentag, Uhrzeit

- Reisezeiten und –distanzen zwischen Punkten im Untersuchungsgebiet: abhängig von Verkehrsmittel
- Verhaltensdaten von Personen: Widerstandsempfindlichkeiten (Alpha-Werte), Logit-Parameter

Es ist offensichtlich, dass nicht alle Datenbedürfnisse mit einer einzelnen Datenquelle abgedeckt werden können.

## 2.3 Datenmodell Mikrozensus

Im Mikrozensus wurden die Befragungsdaten nach logischen Einheiten in mehreren Tabellen gruppiert. Mittels eindeutiger Nummern der Datensätze können Bezüge zwischen den Daten der einzelnen Tabellen hergestellt werden. Dies ermöglicht es, die Daten in einer relationalen Datenbank zu verwalten, was Auswertungen einfacher macht als wenn die Daten in flachen Tabellen vorhanden sind.

Pro Befragung gibt es eine Zeile in der Tabelle ZP (Zielpersonen), versehen mit einer eindeutigen Interview-Nummer (INT\_NR, siehe auch Abbildung 1). Darin erfasst werden neben persönlichen Angaben wie Wohnkanton und Alter auch Angaben zum Wochentag der Befragung oder der beruflichen Situation.

Jede Zielperson gehört zu einem Haushalt. Angaben zur Haushaltsgrösse, Adresse und den dem Haushalt zur Verfügung stehenden privaten Verkehrsmittel (Auto, Motorrad) werden in der Tabelle „HH“ (Haushalte) gespeichert. Über alle in einem Haushalt lebende Personen wurden Angaben zu Alter, Geschlecht, Vorhandensein von Führerschein und Abonnements für den öffentlichen Verkehr (Halbtax, GA, weitere) in der Tabelle „HP“ erfasst.

In einer zweiten Tabelle WG (Wege) werden zu jeder Interview-Nummer die entsprechenden Wege gespeichert, die die befragte Person am Erhebungstag zurückgelegt hat. Weil dadurch mehrere Zeilen mit derselben Interview-Nummer auftreten können, wurden die Wege mit einer Wegnummer versehen die angibt, der wievielte Weg am Tag es für die befragte Person war. Zusätzlich erfasst wurden dabei Start- und Zieladressen (nicht immer vollständig), Start- und Ankunftszeiten, Wegzweck sowie weitere, für diese Arbeit nicht relevante Angaben.

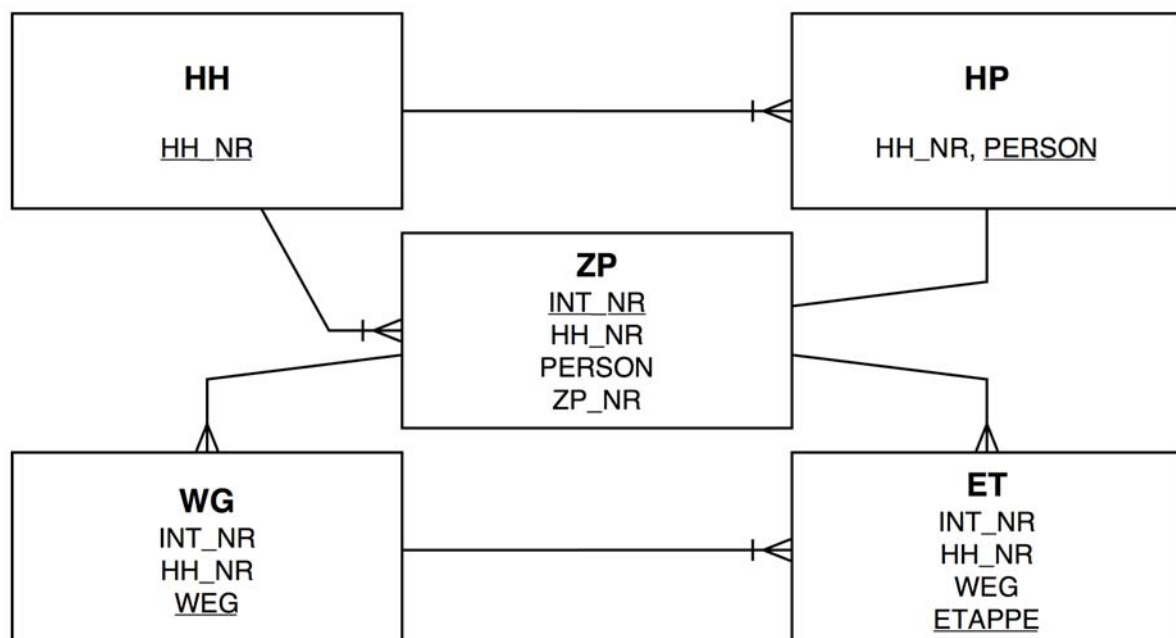
Zusätzlich gibt es weitere Tabellen, welche Angaben über (Ausland-)Reisen (RE), oder die einzelnen Etappen eines Weges (ET) beinhalten. Für die geplante Auswertung sind aber nur die Tabellen ZP und WG von Bedeutung.

Tabelle 1 In den Mikrozensus-Tabellen enthaltene Daten

Tabellenkürzel	Tabellenname	Beschreibung enthaltener, für Arbeit relevante Daten
HH	Haushalte	Wohnort (PLZ, Kanton)
HP	Haushalt-Personen	Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln
ZP	Ziel-Personen	Alter, Geschlecht, Wohnkanton, Angaben zu Erwerbstätigkeit, Personengewicht
WG (T)	Wege (Trips)	Startort, Zielort, Startzeit, Ankunftszeit, Wegzweck
ET (ST)	Etappen (Stages)	Startort, Verkehrsmittel, Zielort, Startzeit, Ankunftszeit
AU, MO, RE	Autos, Motorräder, Reisen	Wurden im Zusammenhang mit dieser Arbeit nicht benötigt

Der Zusammenhang der einzelnen Tabellen kann in einem Entity-Relationship-Modell folgendermassen dargestellt werden:

Abbildung 1 ER-Modell Mikrozensus Verkehr 2000





## 2.4 VISEM Eingabeformat

VISEM erwartet alle Eingabedaten in einer Text-Datei. Darin wird zwischen Definitionsblöcken und Datenblöcken unterschieden. Ein Block umfasst dabei festgelegte Informationen. In den Definitionsblöcken wird das verwendete Modell festgelegt, beispielsweise werden die verhaltenshomogenen Personengruppen, die Verkehrsmittel oder die unterschiedenen Aktivitäten definiert. In den Datenblöcken folgen dann die Beschreibungen von Verhalten oder Präferenzen der Personen, aufgeteilt nach Verkehrsmittel, Zielaktivität, Startgemeinde etc.

Definitions- und Datenblöcke werden jeweils durch das \$-Zeichen, gefolgt von einem Schlüsselwort, eingeführt. Die Daten können entweder in derselben Datei vorliegen, oder können von einer externen Datei eingelesen werden, was der Übersicht stark entgegenkommt. Als Beispiel ist die Hauptdatei von VISEM in Anhang 1 dargestellt.

Das VISEM-Handbuch liefert eine relativ ausführliche Beschreibung der in den Blöcken zu speichernden Daten.

Tabelle 2 VISEM Definitionsblöcke

Definitionsblock	Beschreibung
Kennwerte	Dimensionierung des Modells: Anzahl Gruppen, Anzahl Verkehrsmittel, Anzahl Aktivitätenketten, Anzahl Gemeinden, ...
Gruppen	Bestimmung der verhaltenshomogenen Personengruppen
VMittel	Bestimmung der Verkehrsmittel
Strukturmerkmale	Strukturmerkmale von Gemeinden wie: Anzahl Einwohner, Anzahl Arbeitsplätze, ...
Aktivitäten	unterschiedene Aktivitäten, entsprechend den Strukturmerkmalen

Tabelle 3 VISEM Datenblöcke

Datenblock	Beschreibung
Verhaltensmuster	Welche Personengruppe führt welche Aktivitätenketten aus
Bezirke	Zuweisung von Strukturmerkmalen zu Gemeinden
Distanzmatrix	Distanz zwischen zwei Gemeinden
AnzahlErschliessungsklassen	[optional] Anzahl Erschliessungsklassen
Erschliessungsklassenmatrix	Güte der ÖV-Verbindungen zwischen zwei Gemeinden
Widerstandsparameter	Wie stark Widerstand von Personen berücksichtigt wird
MaxBinnenDistanz	Maximal zurückgelegte Distanz innerhalb Gemeinde
Systemgeschwindigkeiten	Fortbewegungsgeschwindigkeiten der gewählten Verkehrsmittel
ZuAbgangszeitenvektor	Zu- und Abgangszeiten von den einzelnen Verkehrsmitteln bis zum Wegeziel, pro Gemeinde
Logitparameter	Nutzen der Verkehrsmittel für einen Weg für eine bestimmte Personengruppe
Ganglinien	Zeitliche Verteilung der Aktivitätenwechsel über den Tag
Fahrzeitenmatrix	[optional pro Verkehrsmittel] effektive Fahrzeit zwischen zwei Gemeinden

Aus diesen Daten berechnet VISEM mit einem eigenen Algorithmus sowohl die Wegewahl als auch die Verkehrsmittelwahl. Aufgrund der benötigten Daten und Erläuterungen im Handbuch kann darauf geschlossen werden, dass Nutzenfunktionen zusammen mit dem Logit-Modell eine zentrale Rolle spielen. Detailliertere Angaben zu verwendeten Algorithmen finden sich in Fellendorf et al. (1997).

### 3 Arbeitsschritte

Im Folgenden wird genauer erläutert, welche Daten in welchem Format benötigt werden und wie diese aus anderen Datenquellen heraus generiert werden können. Dabei wird auf Spezialfälle und mögliche Schwierigkeiten eingegangen.

Die Arbeitsschritte orientieren sich am Format des Eingangsdatensatz von VISEM.

#### 3.1 Definitionsblöcke

##### 3.1.1 Verhaltenshomogene Personengruppen

Um möglichst detaillierte und realistische Berechnungen zu ermöglichen, muss die modellierte Bevölkerung in verhaltenshomogene Personengruppen unterteilt werden. Für diese Gruppen können dann unterschiedliche Verhaltensmuster und –parameter angegeben werden.

Die Personen werden zuerst in Gruppen unterteilt, welche altersmässig ähnliche Wegstrecken zurücklegen. Zusätzlich wird unterschieden, ob Personen im berufstätigen Alter erwerbstätig sind oder nicht. Dadurch ergibt sich folgende Unterteilung:

Tabelle 4 Grobunterteilung der verhaltenshomogenen Personengruppen

Gruppenkürzel	Gruppenname	Kriterien
K	Kinder	Alter < 5
S	Schüler	Alter < 15
A	Senioren	Alter > 64
E	Erwerbstätige	Alter zwischen 15 – 65, zur Zeit erwerbstätig
N	Übrige Nicht-Erwerbstätige	Alter zwischen 15 – 65, zur Zeit nicht erwerbstätig

Diese Altersgruppen werden entsprechend ihrem Mobilitätsvermögen weiter unterteilt:

Tabelle 5 Unterscheidung der Personengruppen nach Mobilitätsvermögen

Gruppenkürzel	Beschreibung
a	Hat Auto oder Motorrad zur Verfügung
p	Hat Abonnement des öffentlichen Verkehrs (Halbtax, GA, Zonenkarte, ...)
v	Hat Velo zur Verfügung
(leer)	Hat keines der oben genannten Verkehrsmittel zur Verfügung

Durch Kombination dieser Merkmale lässt sich eine feine Unterteilung der Bevölkerung vornehmen: *E<sub>pv</sub>* bezeichnet somit Erwerbstätige mit ÖV-Abonnement und Velo, während *A* die Gruppe von Senioren beschreibt, welche weder ein eigenes Auto, noch ein ÖV-Abo, noch ein Velo besitzen. Durch Kombination dieser drei Merkmale lässt sich somit jede aus der Grobunterteilung hervorgegangene Benutzergruppe in acht Untergruppen unterteilen.

Bei Schülern und Kindern wird auf diese Unterteilung verzichtet. Einerseits kann die Möglichkeit des Besitzes eines eigenen Autos ausgeschlossen werden, andererseits sind auch die Anzahl Erfassungen zu klein für eine feinere Unterteilung. Im Laufe der Daten-Auswertung ergab sich, dass die jüngste interviewte Person sechs Jahre alt ist. Damit entfiel die Gruppe „K“ komplett der Auswertung.

Insgesamt wird die Bevölkerung somit in 25 verhaltenshomogene Personengruppen unterteilt.

### 3.1.2 Verkehrsmittel

VISEM berücksichtigt bei der Erzeugung von Wegen unterschiedliche Fortbewegungsarten und deren Charakteristiken. In erster Linie werden austauschbare und nicht-austauschbare Verkehrsmittel unterschieden. Nicht-austauschbare Verkehrsmittel (eigenes Auto oder Fahrrad) zeichnen sich dadurch aus, dass bei der Wahl des Verkehrsmittels alle Etappen des Weges mit diesem Verkehrsmittel zurückgelegt werden müssen, während bei der Verwendung von austauschbaren Verkehrsmitteln (zu Fuss oder mit ÖV) für jede Etappe das Verkehrsmittel neu gewählt werden kann.

Diese Unterscheidung mag aus praktikablen Gründen durchaus Sinn machen, deckt jedoch viele Fälle in der Realität nicht ab (z.B. Kombination von ÖV (austauschbar) mit PKW (nicht-

austauschbar) bei Park&Ride-Anlagen, Mit dem Velo zum Bahnhof, PKW-Mitfahrgelegenheit auf bestimmten Strecken, etc.).

### 3.1.3 Aktivitäten

Praktisch jeder Weg wird zu einem bestimmten Zweck zurückgelegt. Bekannte Wegzwecke sind Arbeit oder Besorgungen des täglichen Bedarfs, worauf die Begriffe Arbeitsweg und Einkaufsweg zurückzuführen sind. Nicht zu unterschätzen sind die Wege, die in der Freizeit zurückgelegt werden: 40% aller Etappen dienen dem Freizeitverkehr.

Die im Mikrozensus 2000 erfassten Wegzwecke können jedoch nicht direkt weiterverwendet werden: VISEM benutzt nicht Wegzwecke, sondern die Aktivitäten an den Wegenden als Kriterium der Mobilitätsnachfrage. Die Umwandlung von Wegzwecken in Aktivitätenketten ist nicht trivial und wird im Kapitel „Verhaltensmuster“ auf Seite 13 näher betrachtet.

Im Mikrozensus wurden die in Tabelle 6 dargestellten Wegzwecke unterschieden. Analog dazu lassen sich Aktivitäten definieren.

Tabelle 6 Im Mikrozensus 2000 unterschiedene Wegzwecke

ID	Wegzweck	Anzahl Etappen im Mikrozensus	Aktivität im Ziel
1	Arbeit	23'420	A
2	Ausbildung	7'912	S
3	Einkauf / Besorgungen	20'297	E
4	Geschäftliche Tätigkeit	3'006	G
5	Dienstfahrt	837	D
6	Freizeit	41'743	F
7	Serviceweg	3'352	W
8	Begleitweg	1'732	B
9	Keine Angabe	1'017	X

### 3.1.4 Strukturmerkmale

Jede Gemeinde setzt sich demographisch unterschiedlich zusammen, genauso wie sich auch die Anzahl Arbeitsplätze unterscheidet. Entsprechend entstehen von und nach jeder Gemeinde eigene Mobilitätsbedürfnisse, welche die Anzahl Wege von und nach den Gemeinden beeinflussen. Neben der Anzahl Einwohner und Anzahl Arbeitsplätze kann man noch weitere *Strukturmerkmale* unterscheiden. Diese Strukturmerkmale benutzt VISEM, um die Anzahl Wege von und nach einer Gemeinde zu bestimmen. Hat eine Gemeinde beispielsweise viele Arbeitsplätze, so werden viele Wege mit der Weg-End-Aktivität Arbeit in diese Gemeinde führen.

VISEM verlangt, dass zu jeder Aktivität ein entsprechendes Strukturmerkmal definiert wird. Eine solche Abbildung mag aus rechnerischen Gründen Sinn machen. Praktisch ist es aber oftmals nicht oder nur schwer möglich, zu allen Strukturmerkmalen vollständige und sinnvolle Angaben zu erhalten: Wie sollte beispielsweise die Attraktivität von Zielen für Servicewege gemessen werden?

Tabelle 7 Definition der Strukturmerkmale

Aktivität	Strukturmerkmal
Z Zu Hause	Einwohner
A Arbeit	Arbeitsplätze
S Schule	Schulplätze
E Einkauf	Ladenfläche
F Freizeit	Freizeitangebot
G Geschäftlich	Geschäftsreise-Attraktivität
D Dienstreise	Dienstreise-Attraktivität
W Serviceweg	Serviceziel-Attraktivität
B Begleitweg	Begleitziel-Attraktivität

## 3.2 Datenblöcke

### 3.2.1 Verhaltensmuster

Damit VISEM weiss, was für und wie viele Wegeketten es generieren soll, benötigt das Programm Angaben zum Verhalten der Bevölkerung. Das Verhalten wird mittels einer Tabelle beschrieben, in der die Wahrscheinlichkeit aufgeführt ist, mit welcher eine Personengruppe eine bestimmte Aktivitätenkette ausübt. Dabei muss die Summe aller Wahrscheinlichkeiten für eine Personengruppe 100% ergeben. Die Personengruppen werden wie in Abschnitt 3.1.1 definiert verwendet. Die Aktivitätenketten müssen aus den im Mikrozensus enthaltenen Wegzwecken bestimmt werden. Dafür wird das M. Bernard, 2003, vorgeschlagene Vorgehen als Grundlage gewählt und wo nötig angepasst.

Prinzipiell geht man davon aus, dass die erste Aktivität des Tages „Wohnen“, resp. „zu Hause sein“ ist. Die darauf folgenden Aktivitäten ergeben sich aus den angegebenen Wegzwecken. Man nimmt also an, dass am Ziel eines Weges die Aktivität ausgeführt wurde, welche der Zweck des Weges war („naive Interpretation der Wegzwecke“).

Algorithmus 1 naive Bestimmung einer Aktivitätenkette aus einer Wegekette

---

```
// E: Menge der Etappen einer Person, geordnet nach Tagesablauf  
  
a := „Z“; // Starte mit Aktivität „Zu Hause“  
for all e ∈ E  
    a := a + Wegzweckee; // Aktivität wird direkt aus Wegzweck übernommen  
end for  
  
// a enthält nun die berechnete Aktivitätenkette
```

---

Es gibt allerdings auch Fälle, in denen diese einfache Zuweisung nicht korrekt ist. So wird beispielsweise nicht berücksichtigt, dass Rückfahrten von einer Aktivität nicht in der dem Wegzweck entsprechenden Aktivität enden, sondern in der „Wohnen“-Aktivität.

Um solche „Heimfahrten“ zu erkennen, werden die Zieladressen von Wegen mit den Wohnadressen der Personen verglichen. Stimmen diese überein, so wird als Zielaktivität „Z“ gewählt (Zu Hause – Wohnen), und nicht die dem Wegzweck entsprechenden Aktivität.

## Algorithmus 2 Berücksichtigung von Heimreisen bei der Bestimmung einer Aktivitätenkette aus einer Wegekette

---

```

// E: Menge der Etappen einer Person, geordnet nach Tagesablauf

a := „Z“; // Starte mit Aktivität „Zu Hause“
for all e ∈ E
  if (Ziel_PLZ == Wohnen_PLZ)
    and (Ziel_Strasse == Wohnen_Strasse)
    and (Ziel_Hausnr == Wohnen_Hausnr) then
      a := a + „Z“; // Zieladresse = Wohnadresse → Heimkehr
    else
      a := a + Wegzwecke; // Aktivität wird direkt aus Wegzweck übernommen
  end if
end for

// a enthält nun die berechnete Aktivitätenkette

```

---

Auf Grund der Datenqualität (zum Teil wurden nur die Postleitzahlen des Zielortes erfasst, jedoch nicht die vollständige Adresse; in anderen Fällen stimmen zwar Strasse und Hausnummer überein, nicht aber die Postleitzahl) erbringt obiger Algorithmus aber noch nicht den gewünschten Effekt.

Tabelle 8 Vergleiche für Heimweg-Erkennung

---

gleiche PLZ	gleiche Strasse	gleiche Hausnummer	Resultat	Interpretation
Nein	—		0	Ziel ist <i>nicht</i> Wohnadresse
Nein	Nein		0	Ziel ist <i>nicht</i> Wohnadresse
Ja	Nein		10	Ziel ist <i>nicht</i> Wohnadresse
Ja	Ja	Nein	20	Ziel ist <i>nicht</i> Wohnadresse
Ja	Ja	Ja	30	Ziel <i>ist</i> Wohnadresse
Nein	Ja	Ja	30	Ziel <i>ist</i> Wohnadresse
Ja	—		40	Ziel ist <i>vermutlich</i> Wohnadresse
Ja	Ja	—	50	Ziel ist <i>vermutlich</i> Wohnadresse

— Werte fehlen, kein Vergleich möglich

[ ] wird nicht verglichen

---



Um solche Sonderfälle besser berücksichtigen zu können, wird für jeden Weg ein Vergleichswert von Ziel- und Wohnadresse berechnet (Tabelle 8). Der Vergleichswert ist ein relativer Wert, der eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit macht, ob ein Weg nach Hause führt.

Mit Hilfe dieser Vergleichswerte sowie der Folge der Wegzwecke kann nun ein neuer Algorithmus zur Berechnung von Aktivitätenketten aus Wegeketten formuliert werden (Algorithmus 3). In den klaren Fällen (Vergleichswert 0 – 20, resp. 30) wird als Zielaktivität der Wegzweck resp. die Wohnaktivität verwendet. In den nicht definitiv zu bestimmenden Fällen wird dann die Wohnaktivität angenommen, falls zwei Wege mit gleichem Wegzweck hintereinander folgen.

### Algorithmus3 Bestimmung von Aktivitätenketten aus Wegeketten mit verbesserter Heimfahrt-Erkennung

---

*// E: Menge aller Etappen einer Person, geordnet nach Tagesablauf*  
*// test: Vergleichswert gemäss obiger Tabelle*

```

w := „Z“; // Starte mit Aktivität „Zu Hause“
aalt := „Z“; // zuletzt gewählte Aktivität
for all e ∈ E
    test := Vergleiche(Zieladresse, Wohnadresse);
    switch (test)
        case 0, 10, 20:
            Aktivität := Wegzwecke;
        case 30:
            Aktivität := „Z“;
        case 40, 50:
            if (Wegzwecke == aalt) then
                Aktivität := „Z“;
            else
                Aktivität := Wegzwecke;
            end if
        end switch;
    w := w + Aktivität;
    aalt = Aktivität;
end for

```

---

Bei Verwendung von Algorithmus 3 enden gut 22'000 aller Aktivitätenketten mit der Aktivität „Z“, was einem Anteil von 77% entspricht. Zwar ist dieser Anteil noch immer einiges zu tief (Erfahrungswerte liegen bei 95% und höher), doch lässt sich dies mit einem angemessenen Aufwand nicht weiter verbessern.

VISEM erwartet, dass alle angegebenen Aktivitätenketten mit der Wohnaktivität starten und enden. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wurden allen Aktivitätenketten mit der Wohnaktivität beendet – unabhängig davon, ob diese wirklich zu Hause endeten oder nicht.

Eine weitere Einschränkung von VISEM ist, dass die Wohnaktivität *nur* als Start- resp. Ziel-Aktivität verwendet werden kann. Ein Tagesablauf „ZAZAZ“ (Ein Arbeitnehmer / Eine Arbeitnehmerin, der / die über Mittag nach Hause geht zum Mittagessen) wird von VISEM nicht unterstützt. Statt dessen müssen solche Reisen in zwei oder mehr Wege unterteilt werden. Diesem Umstand muss bei der Berechnung der Ganglinien (siehe Abschnitt „Ganglinien“ auf Seite 27) Rechnung getragen werden.

Um aussagekräftigere Resultate zu erhalten, wurden nur Wege berücksichtigt, welche werktags zurückgelegt wurden. Dadurch kann eine Durchmischung mit dem wesentlich anders ablaufenden Wochenend-Verkehr vermieden werden. Damit reduzierte sich die Anzahl relevanter Befragungen im Mikrozensus von total 29'407 auf 20'815.

Durch Aufspaltung der Aktivitätenketten zur Vermeidung der Wohnaktivität in der Mitte der Wege entstehen daraus wiederum insgesamt 32'881 Aktivitätenketten. Werden nun noch all diejenigen Aktivitätenketten unterdrückt, welche die Aktivität „X“ (= unbekannter Wegzweck), enthalten, so bleiben noch 32'502 Aktivitätenketten übrig. Werden gleichartige Aktivitätenketten zusammengefasst, so ergeben sich insgesamt knapp 1'670 unterschiedliche Aktivitätenketten.

Weil diese Anzahl an Aktivitätenketten die Leistungsfähigkeit von VISEM übersteigen würde, muss eine Auswahl getroffen werden. Wird die Gewichtung der Mikrozensus-Datensätze berücksichtigt, so haben die 32'502 Aktivitätenketten zusammen ein Gewicht von 33'506. Wird die Aktivitätenkette „Z“ (Personen, die den ganzen Tag zu Hause bleiben) weggelassen (wird von VISEM nicht unterstützt, knapp 3% aller Aktivitätenketten), so besitzen die verbleibenden Aktivitätenketten noch ein Gesamtgewicht von 31'544. Durch eine Beschränkung der Aktivitätenketten auf die hundert häufigsten (entspricht ca. 6% von total 1'670) werden noch immer über 90% aller Wege abgedeckt (Summe der Gewichte der gewählten 100 Aktivitätenketten: 28'847). Eine noch grössere Auswahl zu treffen scheint nicht sinnvoll zu sein, trägt jede der verbleibenden Aktivitätenketten maximal 0.36% an die Gesamtsumme bei.

### 3.2.2 Bezirke

Nicht jede Gemeinde hat gleich viele Einwohner, nicht jede Gemeinde generiert die gleiche Menge Verkehr, und nicht jede Gemeinde erzeugt denselben Verkehrsmix. Vielmehr ist das Verkehrsverhalten abhängig von der Anzahl angebotener Arbeitsplätze, dem Einkaufsangebot, von der Einwohnerzahl sowie derer Unterteilung in Altersgruppen oder verhaltenshomogene Personengruppen.

VISEM erwartet, dass zu jeder Gemeinde pro Strukturmerkmal ein „Attraktivitäts-Wert“ angegeben wird. Zusätzlich muss für jede Gemeinde die Gesamt-Bevölkerung in die unterschiedenen homogenen Personengruppen unterteilt werden. Daraus resultiert die Anzahl Individuen pro unterschiedene Personengruppe, für welche VISUM Wege erzeugt.

Für die Strukturmerkmale wurden Werte gemäss Tabelle 9 verwendet, während für die Aufteilung der Bevölkerung die Angaben aus den Mikrozensus-Daten bezogen werden konnten. Weil der Mikrozensus aber nur eine Stichprobe darstellt, sind diese Werte unvollständig. Um die Werte wirklich benutzen zu können, müssen die Stichproben-Werte zuerst auf die tatsächliche Bevölkerung hochgerechnet werden. Dazu wird die Fratar-Methode angewendet. Dabei werden Matrixwerte nach einem vorgegebenen Verfahren den gewünschten Randsummen angepasst, bis eine genügend gute Übereinstimmung der tatsächlichen Randsummen mit den Zielwerten erreicht ist. Als Startwerte in der Matrix dienen die aus dem Mikrozensus ermittelten Häufigkeiten. Problematisch bleibt dabei die Behandlung von Werten, welche den Startwert Null haben. Solche Null-Werte mögen „zufällig“ entstanden sein, weil die Stichprobe zu klein war resp. die Unterscheidung der Personengruppen sehr fein ist. Trotzdem sollten solche Werte bei einer Hochrechnung nicht alle zwingend auf Null bleiben. Deshalb werden Null-Werte vor Beginn der eigentlichen Hochrechnung auf einen sehr kleinen Wert (z.B.  $10^{-3}$ ) angehoben.

Tabelle 9 Definition der Strukturmerkmale

Aktivität	Strukturmerkmale	Verwendete Daten	Datenquelle
Z Zu Hause	Einwohner	Einwohnerzahlen	Volkszählung 2000
A Arbeit	Arbeitsplätze	Beschäftigte 2001, Total	Betriebszählung 1985-2001
S Schule	Schulplätze	{1} *	
E Einkauf	Ladenfläche	Verkaufsflächen 2001	BFS Betriebszählungsdaten
F Freizeit	Freizeitangebot	{1} *	
G Geschäftlich	Geschäftsreise-Attraktivität	{1} *	
D Dienstreise	Dienstreise-Attraktivität	{1} *	
W Serviceweg	Serviceziel-Attraktivität	{1} *	
B Begleitweg	Begleitziel-Attraktivität	{1} *	

\* Annahme gleicher Attraktivität aller Gemeinden, oftmals mangels besserer Daten

### 3.2.3 Distanzmatrix

Viele Personen achten darauf, dass der Arbeitsort nicht allzuweit vom Wohnort entfernt ist. Die tägliche Reisezeit (oftmals „verlorene Zeit“) gilt als wichtiges Kriterium bei der Bestimmung der Lebensqualität. Ebenso ist das Freizeit- und Einkaufsverhalten distanzabhängig: Je näher eine Einkaufsmöglichkeit (bei gleichwertigem Angebot), desto eher wird diese gewählt als eine weiter entfernte Einkaufsmöglichkeit.

Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, benötigt VISEM die Distanzen zwischen allen Gemeinden im Untersuchungsgebiet. Dazu wurden aus dem Zürcher IV-/ÖV-Modell die effektiven Reiseweiten (nicht Luftdistanz!) für den Individualverkehr und für den öffentlichen Verkehr gemittelt. Zusätzlich mussten die Reiseweiten noch auf Gemeindeebene aggregiert werden, weil das IV-/ÖV-Modell eine feinere Zonen-Unterteilung verwendet.

Die Bedeutung der Distanzmatrix ist zu relativieren, weil für die Verkehrsmittel Auto und Bahn die Distanzmatrix durch die effektiven Fahrzeitenmatrizen ersetzt werden. Zudem konnte eine unterschiedliche Gewichtung von IV- und ÖV-Reisezeiten bei der Mittelwertberechnung nicht berücksichtigt werden, weil entsprechende Angaben fehlten.

### 3.2.4 Erschliessungsklassen

Ortschaften können zwar durch kurze, direkte Verbindungen miteinander verbunden sein. Falls diese Strecke aber nur vier Mal pro Tag von einem Postauto gefahren wird, so ist die Qualität des öffentlichen Verkehrsangebots dennoch nicht zu vergleichen, als wenn ein privates Fahrzeug zur Verfügung steht.

Um nicht nur die Reisedistanz, sondern eben auch die Angebotsqualität bei der Weg- und Verkehrsmittelwahl zu berücksichtigen, muss die Verbindungsqualität zwischen den einzelnen Gemeinden definiert werden. Dies wird durch die Definition von Erschliessungsklassen erreicht. In jeder Klasse werden Verbindungen mit vergleichbarer Qualität zusammengefasst.

Tabelle 10 Definition der Erschliessungsklassen

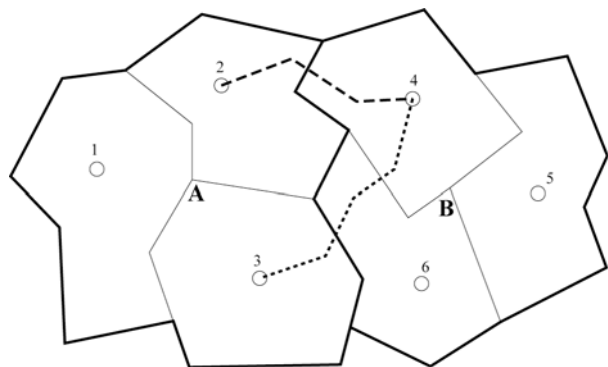
Erschliessungsklasse	Bedingung Takt	Bedingung Fahrten innert 18 Stunden
Klasse 1	$\leq 20$ Minuten	$\geq 54$ Fahrten
Klasse 2	$\leq 40$ Minuten	$\geq 27$ Fahrten
Klasse 3	$\leq 80$ Minuten	$\geq 13.5$ Fahrten
Klasse 4	$> 80$ Minuten	$< 13.5$ Fahrten
Klasse 5	Keine Verbindung	Keine

Als Datengrundlage diene wiederum das IV-/ÖV-Modell des Kantons Zürich. Darin ist die Bedienhäufigkeit zwischen Gemeinden festgehalten, woraus mit den Bedingungen aus Tabelle 10 die Erschliessungsklassen bestimmt werden können. Auch in diesem Falle mussten die Angaben aus dem Modell zuerst auf Gemeindeniveau aggregiert werden.

Bei der Aggregation muss entschieden werden, ob die Summe oder der Mittelwert der Verbindungen verwendet werden soll. Beide Varianten könnten angemessen sein, wie Abbildung 2 zeigt. Abbildung 2.a) zeigt, wie zwei unterschiedliche Verbindungen unterschiedliche Zonen einer Gemeinde bedienen. Bei der Aggregation der Verbindungshäufigkeiten müsste also die Summe beider Verbindungen gewählt werden. Abbildung 2.b) zeigt ein anderes Szenario: Hier verbindet eine Linie zuerst mehrere Zonen innerhalb einer Gemeinde, und fährt erst dann in eine andere Gemeinde. Im IV-/ÖV-Modell sind die beiden Fälle nicht voneinander unterscheidbar – in beiden Fällen würde Verbindungen zwischen Zonen 2 und 4 resp. 3 und 4 ausgewiesen werden, ohne dass der genaue Verlauf der Verbindungen aus den Daten in Erfahrung gebracht werden kann.

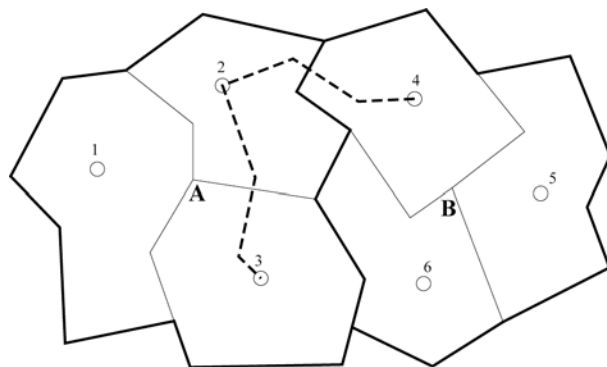
Abbildung 2 Aggregation von Zonen nach Gemeinden

a) mögliches Szenario für Aggregation mit Summe



Zwei ÖV-Verbindungen verbinden die Zonen 2 und 3 in der Gemeinde A mit Zone 4 in der Gemeinde B

b) mögliches Szenario für Aggregation mit Durchschnitt

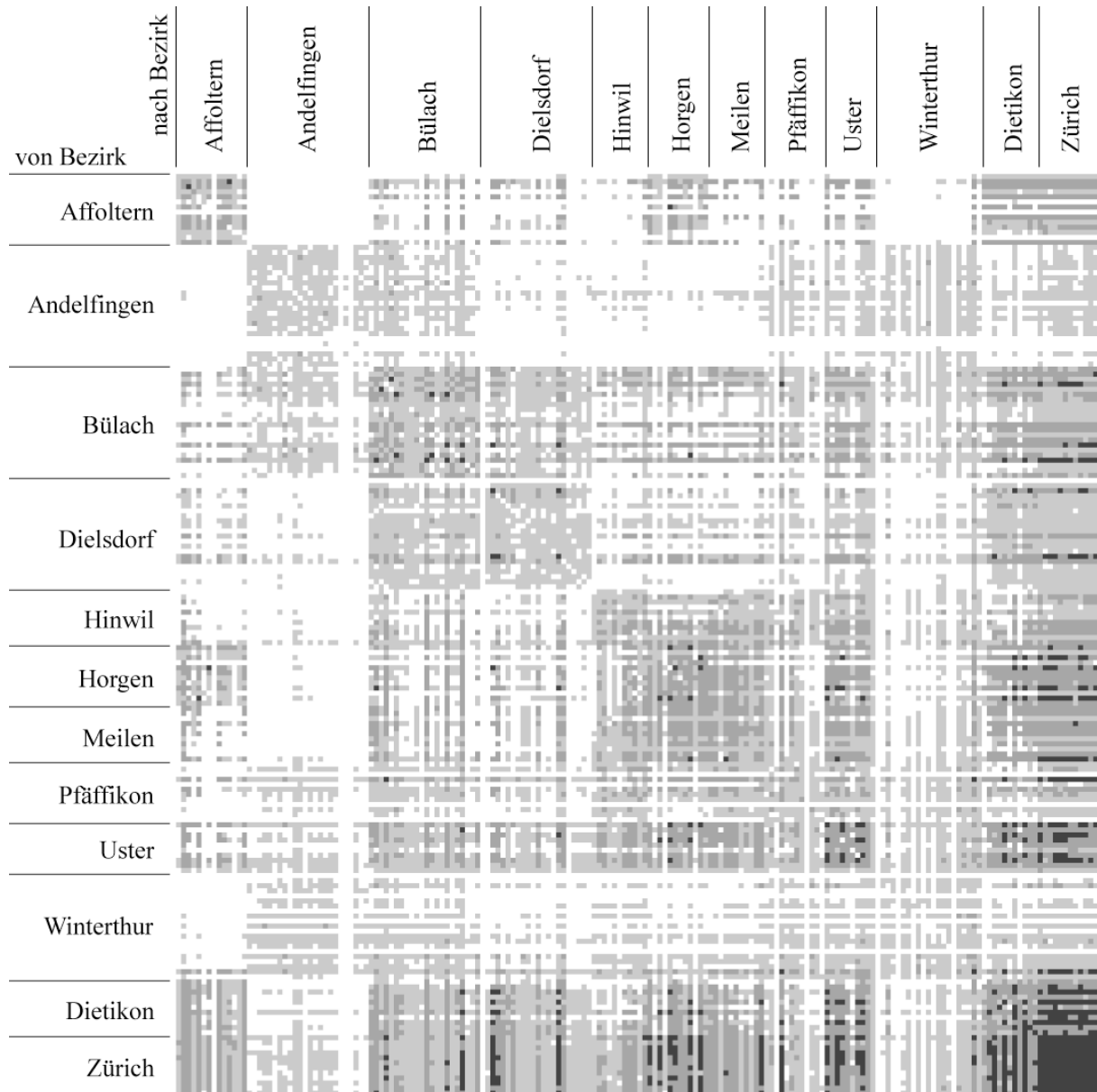


Eine ÖV-Verbindung verbindet die Zonen 2 und 3 in der Gemeinde A mit Zone 4 in Gemeinde B

Um grosse Gemeinden oder Städte gegenüber kleineren Gemeinden nicht zu bevorzugen, wurden die Reisehäufigkeiten mit einer Mittelwert-Rechnung aggregiert.

Betrachtet man die Verteilung der Klassen über den Kanton Zürich, so fällt auf, dass die ganze Stadt Zürich in der Klasse 1 liegt. Zudem gibt es von einigen Gemeinden vergleichbare Verbindungen nach und von der Stadt. Unter den restlichen Gemeinden sind Verbindungen der Klasse 1 äusserst selten. Weiter auffallend ist, dass nicht wenige Gemeinden sehr schlecht an *alle* anderen Gemeinden angebunden sind (durchgehende weisse Linien in Abbildung 3).

Abbildung 3 Graphische Darstellung der Verbindungsqualität zwischen Ortschaften



Dunkle Punkte bezeichnen eine gute Erschliessung, helle Punkte eine schlechte.

### 3.2.5 Widerstandsparameter

Wie bereits im Abschnitt „Distanzmatrix“ besprochen, sind die gewählten Wege abhängig von der zurückzulegenden Distanz. Die Bereitschaft, eine lange Wegstrecke zurückzulegen, ist je nach Aktivität unterschiedlich. So werden für Freizeit längere Wege in Kauf genommen als für Arbeit oder Schule.

Ebenso lassen sich auch Unterschiede nach Personengruppen erkennen: Erwerbstätige sind im Allgemeinen mobiler als ältere Leute. Kinder und Jugendliche haben oftmals nicht die Möglichkeit, selbständig grössere Ortsveränderungen anzutreten, weshalb sich diese eher in einem kleineren geographischen Umfeld bewegen.

Um diese Eigenheiten zu erfassen, wird in VISEM eine Widerstandsfunktion wie folgt definiert:

$$f(w_{ij}) = e^{-\alpha w_{ij}} \cdot w_{ij}^{\beta} \quad (1)$$

mit:

- $w_{ij}$  Wert der Widerstandsmatrix (Distanz resp. Reisezeit)
- $\alpha, \beta$  Parameter (Alpha-, Beta-Wert)

Der Parameter  $\beta$  ist üblicherweise gleich Null, wodurch sich die Gleichung auf

$$f(w_{ij}) = e^{-\alpha w_{ij}} \quad (2)$$

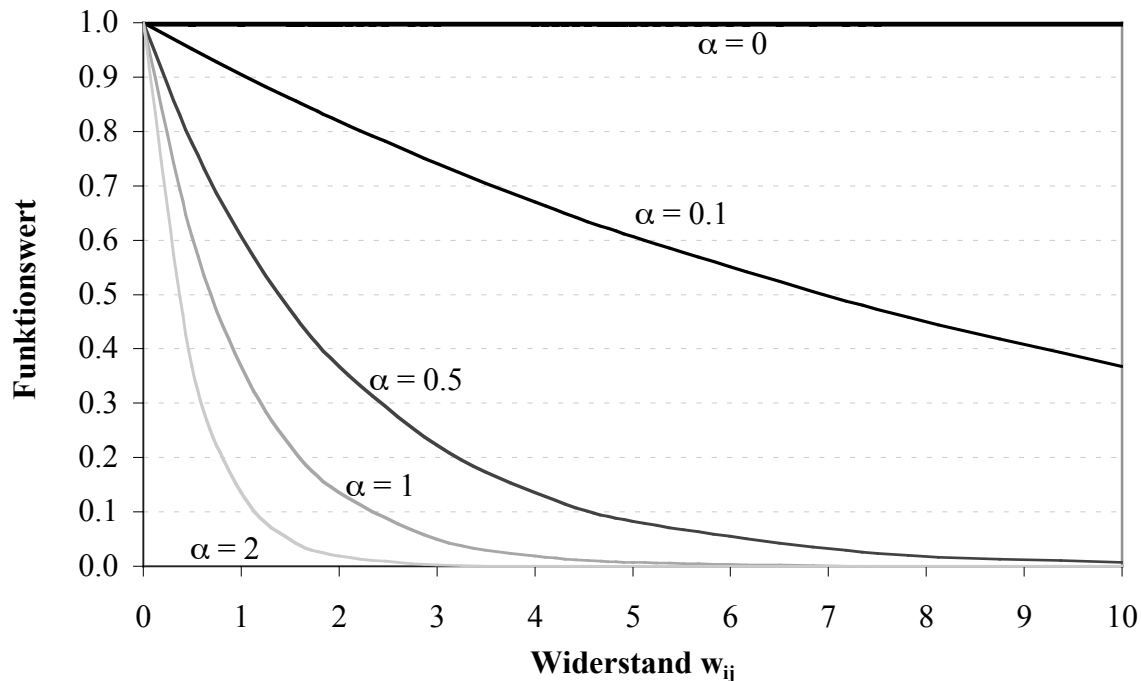
reduziert.  $\alpha$  gibt dabei die Widerstandsempfindlichkeit an. Je grösser  $\alpha$  ist, desto mehr wird der Widerstand (als Funktion von Distanz oder Reisezeit) berücksichtigt bei der Zielwahl. Ist  $\alpha = 0$ , so ist die Zielwahl unabhängig vom Widerstand.

Daraus folgernd lässt sich ableiten, dass je grösser der Alphawert für eine Aktivität und eine Personengruppe ist, desto kürzere Wege sollte VISEM für diese Personen generieren.

Während beim (motorisierten) Individualverkehr hauptsächlich die Distanz resp. Fahrtzeit zur Zielwahl ausschlaggebend ist, ist beim öffentlichen Verkehr auch die Verbindungsqualität massgebend. Deshalb muss für jede Personengruppe ein Alphawert pro Aktivität und pro Erschliessungsklasse angegeben werden.



Abbildung 4 Widerstandsfunktionen in Abhängigkeit von Alpha-Werten



Aus obigen Ausführungen lassen sich folgende Punkte herleiten, die beim Festlegen von Alphawerten beachtet werden sollten:

- Personen im Besitz eines Autos sind vom ÖV unabhängig – die Alphawerte sollten konstant über alle Erschliessungsklassen sein.
- je schlechter die Verbindung (je höher die Erschliessungsklasse), desto höher sollten die Alphawerte ausfallen.
- für Aktivitäten Arbeit (A) und Ausbildung/Schule(S) sind die Alphawerte i.A. kleiner als für Einkauf (E) und Freizeit (F).
- Bei Kindern / Jugendlichen treten die höchsten Alphawerte auf, weil diese noch nicht selbständig grössere Distanzen zurücklegen können.
- Erwerbstätige sind mobiler ältere Leute und haben entsprechend tiefere Alphawerte
- Nicht-Erwerbstätige Personen haben mehr Zeit zur Verfügung, wodurch Einkauf- und Freizeitverhalten weniger stark von der Zeit geprägt sind. Dadurch sind längere Wege für diese Personengruppe möglich.

### 3.2.6 Maximale Binnen-Distanz

Dieser Wert gibt an, wie lange im Durchschnitt die innerhalb einer Gemeinde zurückgelegten Wege sind. VISEM verwendet diesen Wert zur Bestimmung des ModalSplits. Üblicherweise werden etwa 1'000 Meter als maximale Binnen-Distanz verwendet.

### 3.2.7 Systemgeschwindigkeiten

Damit VISEM die Reisezeiten der unterschiedlichen Verkehrsmittel abschätzen kann, müssen die Durchschnitts-Geschwindigkeiten pro System angegeben werden. Mit Hilfe der Distanzmatrix berechnet VISEM die Reisezeiten zwischen zwei Gemeinden, sofern keine expliziten Fahrzeiten für ein Verkehrsmittel angegeben wurden.

In den Berechnungen wurden allgemein bekannte Standardwerte angenommen:

Tabelle 11 Gewählte Systemgeschwindigkeiten

Fuss	ÖV	PKW	Velo
3.6 km / h	20 km / h	30 km / h	10.8 km / h

### 3.2.8 Zu- und Abgangszeiten

Zwar mag ein Verkehrsmittel eine höhere Durchschnittsgeschwindigkeit aufweisen als ein anderes. Allerdings ist es in den seltensten Fällen möglich, dass ein Verkehrsmittel direkt von Haustür zu Haustür benutzt werden kann. Je nach verwendetem Verkehrsmittel müssen noch Fusswege von und nach einem Parkplatz oder einer Haltestelle berücksichtigt werden. Im motorisierten Individualverkehr wird zusätzlich Zeit für die Parkplatzsuche benötigt.

Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, müssen pro Gemeinde und Verkehrsmittel Zu- und Abgangszeiten angegeben werden. Diese Werte beschreiben, wieviel Zeit vergeht, um von der Haustür (effektiver Weganfang) bis zum Abfahrtsort des gewählten Verkehrsmittels zu gelangen.

Weil die Dichte des ÖV-Angebots sowie die Parkplatzdichte von Gemeinde zu Gemeinde stark unterschiedlich sein können, müssen diese Angaben auf Gemeindeebene angegeben werden. Oftmals ist aber selbst dies nicht exakt genug, weil zwischen Kernzonen und Randzonen

von Gemeinden erhebliche Unterschiede festgestellt werden können. Deshalb müssen grobe Schätzungen für diese Zeiten angenommen werden.

Tabelle 12 Gewählte Zu- und Abgangszeiten

Fuss	ÖV	MIV	Velo
0 min	Zufall-normalverteilt 3 – 12 min	Zufall-normalverteilt 1 – 8 min	1 min

### 3.2.9 Logit-Parameter

Nachdem VISEM Aktivitäten- und Wegwahl berechnet hat, wird der Verkehrsmittelmix berechnet. Anstatt die berechneten Wege im Verhältnis eines definierten Modalsplits aufzuteilen, berücksichtigt VISEM die Eigenschaften der homogenen Personengruppen zur Wahl des Verkehrsmittels. Dabei greift VISEM auf ein multinomiales LOGIT-Modell zurück. Dadurch wird für jede Wegekette die Wahrscheinlichkeit für die Wahl eines Verkehrsmittels berechnet.

Die Wahl beruht auf der Berechnung einer Nutzenfunktion, welche abhängig von diversen Verkehrsmittelattributen wie Fahrzeit, Fahrpreis, Zu- und Abgangszeiten ist. Entsprechend müssen VISEM folgende Grenznutzen pro Personengruppe und pro Verkehrsmittel angegeben werden:

Tabelle 13 Als Logit-Parameter anzugebende Grenznutzen

Parameter	Beschreibung	Mögliche Werte	Bemerkung
p1	Grenznutzen einer Minute Fahrzeit		
p2	Grenznutzen einer Minute Zu- oder Abgangszeit	Für Verkehrsmittel „Fuss“: 0	
p3	Grenznutzen logarithmierter relativer Distanzzunahmen		
p4	„Entfernungsvorteil“ des Verkehrsmittels	Fuss: 1m ÖV: 500m MIV: 800m Rad: 100m	Für Distanzen unterhalb dieses Wertes ergibt sich ein Nutzenabschlag!
p5	Grenznutzen einer Geldeinheit Fahrpreis	Für Verkehrsmittel „Fuss“ und „Velo“: 0	
p6	Konstanter Nutzen des Verkehrsmittels	Falls VM nicht zur Verfügung steht: 0	

Quelle: VISEM-Handbuch

Zur Bestimmung solcher Logit-Parameter sind umfassende Untersuchungen notwendig. Beispiele solcher Erhebungen, beispielsweise aus Innsbruck, zeigten aber schnell, dass diese für den gesuchten Zweck zu wenig detailreich sind oder aufgrund anders gewählter Kategorien nicht als VISEM-Eingangsdaten verwendet werden können. Deshalb mussten die Logit-Parameter geschätzt resp. solange von Hand angepasst werden, bis der von VISEM berechnete Modalsplit mit den realen Erkenntnissen übereinstimmte. Durch die komplexen Zusammenhänge zwischen den einzelnen Werten eines Verkehrsmittels und sogar zwischen den unterschiedlichen Verkehrsmitteln ist dieser Vorgang relativ zeitaufwändig.

Als Zielwerte wurden die Angaben aus dem Mikrozensus Verkehr 2000 verwendet. Im Tabellenband der offiziellen Auswertung des Mikrozensus durch das Bundesamt für Raumentwicklung und das Bundesamt für Statistik wird der Modalsplit nur nach Anzahl Etappen (Tabellen *\_12\_\*\_145*) ausgewiesen – VISEM berechnet aber Wege. Deshalb wurde aus den Rohdaten des Mikrozensus der Modalsplit selber berechnet. Zuerst wurde die Verkehrsmittelaufteilung nach Etappen berechnet, um die Ergebnisse mit dem Werten aus zu vergleichen und somit die Korrektheit der Berechnung zu überprüfen. Anschliessend wurde mit demselben Vorgehen der Modalsplit pro Weg berechnet. Dazu wurden die am IVT von Saikumar Chalasani bestimmten „main-modes“ als gewähltes Verkehrsmittel pro Weg verwendet

(Chalasan, 2004). Als „Hauptverkehrsmittel“ wurde dabei dasjenige Verkehrsmittel gewählt, mit dem die längste Distanz innerhalb einer Reise zurückgelegt wird.

Die effektiv verwendeten Logit-Parameter sind in Anhang 2 abgebildet.

Tabelle 14 Modalsplit pro Weg gemäss Mikrozensus, nach Personengruppen aufgeteilt

Verkehrsmittel	A	E	N	S	Total
Fuss	38.50%	21.29%	29.61%	53.57%	28.27%
ÖV	14.44%	14.42%	15.58%	8.23%	13.91%
MIV	39.07%	56.15%	41.36%	22.17%	47.97%
Velo	3.58%	5.86%	10.71%	11.71%	7.01%
andere	4.41%	2.28%	2.75%	4.32%	2.84%

Quelle: Doktoranden-Seminar 2003/04, IVT, ETH Zürich, Martin Frick

### 3.2.10 Ganglinien

VISEM berechnet nicht nur eine Anzahl Wege, sondern verteilt diese auch über den Tag. Damit das Programm dazu in der Lage ist, muss es wissen, wann welche Aktivitätenübergänge (=Wege) stattfinden.

Dazu werden Tabellen erstellt, die für jeden möglichen Aktivitätenübergang (z.B. ZA, EZ, FE, etc.) den Anteil stattfindender Aktivitätenwechsel pro Stunde definieren. Pro Aktivitätenübergang müssen somit 24 Prozentwerte bestimmt werden, deren Summe jeweils 100% ergibt.

Zur Bestimmung der Ganglinien wurden die Daten des Mikrozensus Verkehr 2000 entsprechend ausgewertet. Wo gemäss den Daten keine Übergangswahrscheinlichkeiten vorhanden sind, sollte für die erste Tagesstunde 100% angenommen. Damit verfälschen diese Angaben den weiteren Tagesablauf nicht. In der vorliegenden Daten ist dieser Fall jedoch nie aufgetreten.

## 4 Resultate

### 4.1 Fahrtenhäufigkeit

Werden die Anzahl Weg-Anfänge mit den Aktivitäten Arbeit und Schule, die von VISEM berechnet wurden, verglichen mit den Weg-Anfängen aus der Pendlermatrix, so fällt aus, dass VISEM besonders in kleineren Gemeinden zu wenig Verkehr erzeugt (siehe Abbildung 5). Die Verteilung der Fahrtenhäufigkeit (Abbildung 6) zeigt dennoch eine passable Übereinstimmung.

Gut in der Abbildung zu erkennen sind die 12 Zürcher Stadtbezirke: Weil in der Pendlermatrix die Stadt Zürich nur mit einem Wert ausgewiesen und nicht in die zwölf Stadtkreise unterteilt wurde, wird als Vergleichswert für jeden Stadtkreis ein Zwölftel der Gesamtsumme angenommen. Diese Gleichverteilung ist in Abbildung 6 unschwer zu erkennen.

Eine wahrscheinliche Ursache für diese Verteilung der Verkehrserzeugung durch VISEM ist die Beschränkung des Untersuchungsgebiets auf den Kanton Zürich: Im VISEM-Modell ist es nicht möglich, dass Personen die Kantonsgrenze überschreiten, um ausserhalb des Kantons zu arbeiten. Stattdessen wird der gesamte Verkehr im Kantonsgebiet aufgeteilt. Personen aus Gemeinden, die bessere Verbindungen haben zu ausserkantonalen Zentren als zu zürcherischen, werden dadurch ins Kantonsgebiet hinein gedrängt und suchen sich ein zürcherisches Zentrum aus. Dadurch verursachen diese in den Zentren (oftmals grössere Gemeinden) mehr Verkehr, als wenn sie in den grenznahen (und besser erschlossenen) Ortschaften arbeiten und einkaufen würden.

Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass die Werte aus der Pendlermatrix sich nur bedingt mit den von VISEM berechneten Werten vergleichen lassen. Als Annäherung wurden von VISEM nur die Wege mit Zielaktivität Arbeit oder Schule (beides typische Pendler-Aktivitäten) berücksichtigt – dennoch kann nicht davon ausgegangen werden, dass dies allen Pendlerwegen entspricht.

Abbildung 5 Anzahl Weg-Anfänge pro Gemeinde

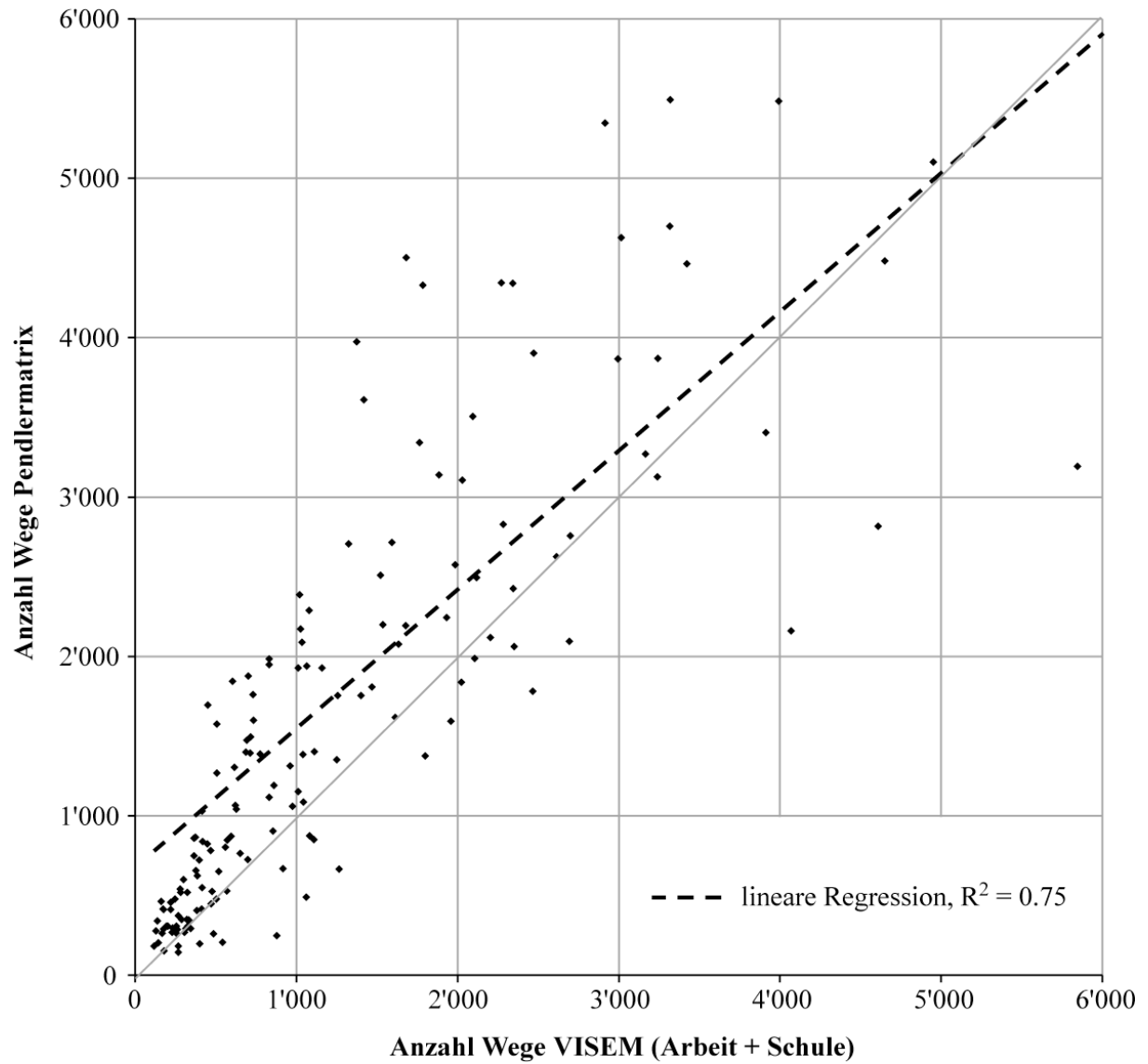
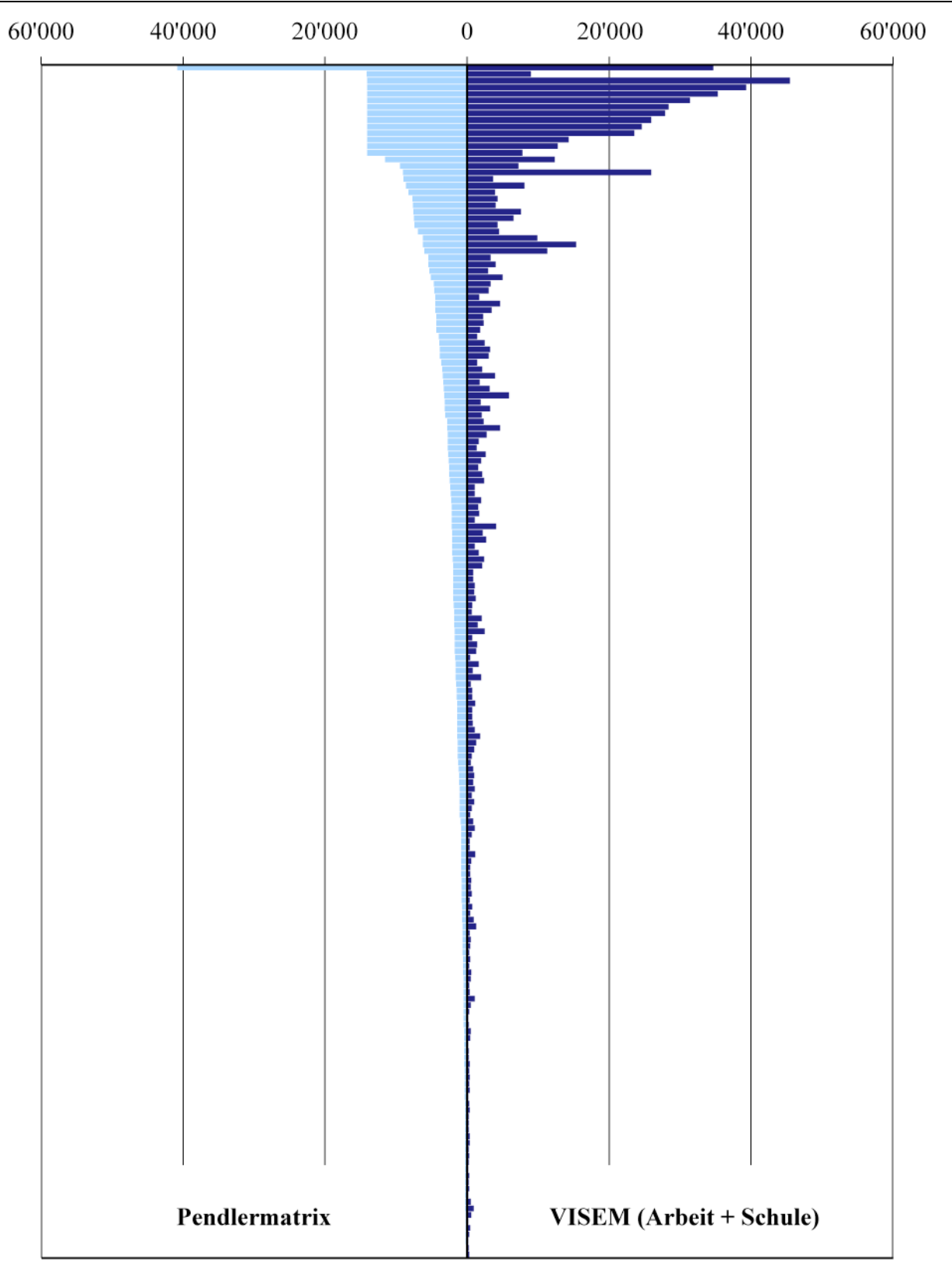


Abbildung 6 Fahrtenhäufigkeit aller Gemeinden





Vergleicht man die Resultate von VISEM mit den Werten aus dem nationalen Modell der Schweiz (siehe Abbildung 7), so fällt auf, dass VISEM offenbar mehr Wege generiert als das nationale Modell. Allerdings ist zu beachten, dass VISEM Anzahl Wege ausweist, während im nationalen Modell die Anzahl PW-Fahrten enthalten sind. Weil der Auslastungsgrad der PWs im Durchschnitt grösser als eins ist, sind grössere Werte auf Seiten VISEM zu erwarten.

Deutlich zu erkennen sind in Abbildung 7 wiederum die zwölf Stadtkreise von Zürich, welche eine sehr grosse Abweichung aufweisen.

Abbildung 8 zeigt einen ähnlichen Vergleich für den öffentlichen Verkehr. Hier ist auffallend, dass VISEM in einigen Gemeinden überdurchschnittlich viele Fahrten erzeugt hat. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, dass im nationalen Modell nur die Bahn als öffentliches Verkehrsmittel berücksichtigt ist – Bus oder Strassenbahnverbindungen hingegen nicht. Weil diese öffentlichen Nahverkehrsmittel in VISEM aber durch die Widerstandsmatrizen und Erschliessungsklassen auch mitberücksichtigt wurden, sind die erwähnten Abweichungen durchaus erklärbar.

Abbildung 7 Vergleich der Anzahl Fahrten zwischen nationalem Modell und Berechnung VISEM, IV

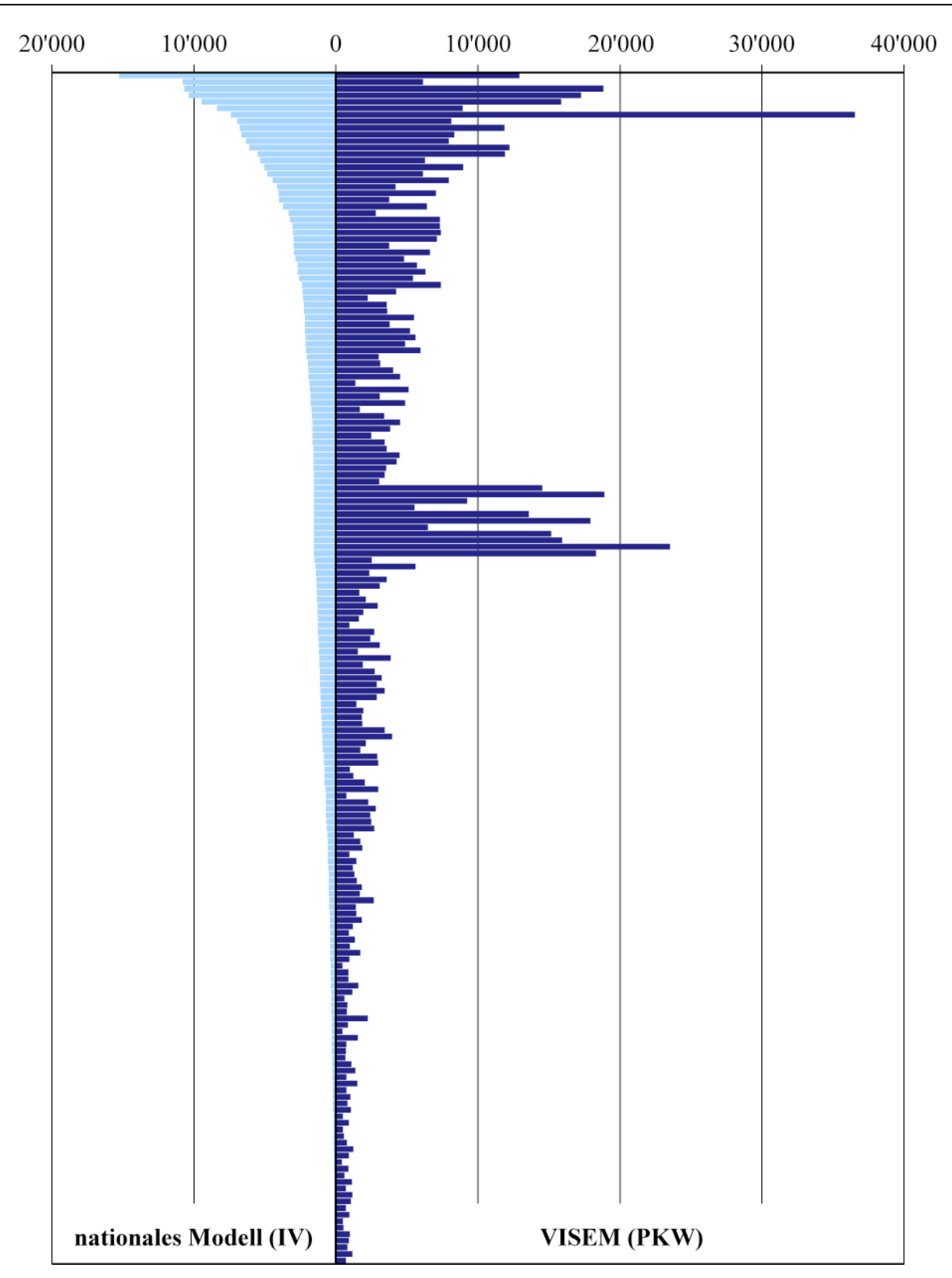
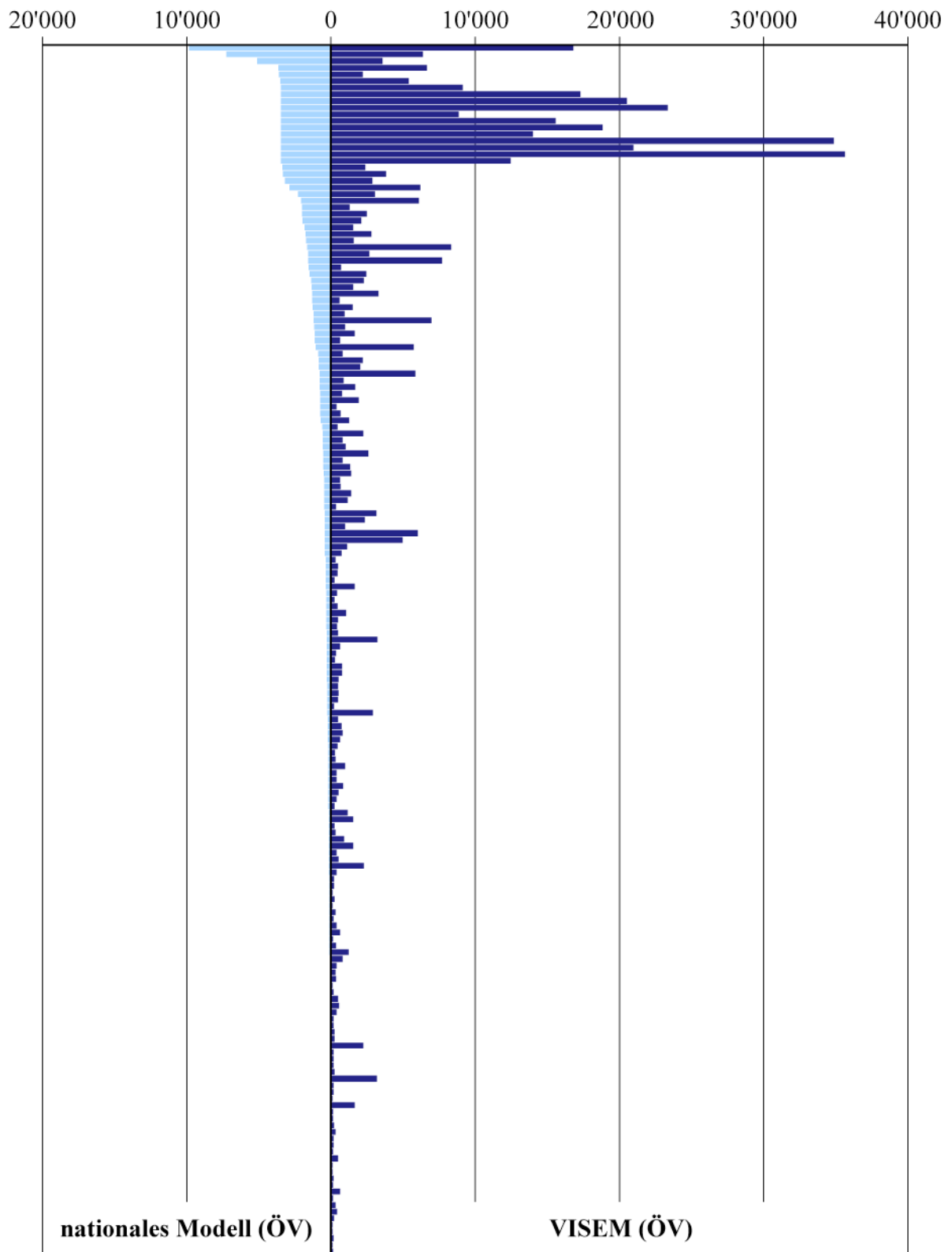


Abbildung 8 Vergleich der Anzahl Fahrten zwischen nationalem Modell und Berechnung VISEM, ÖV



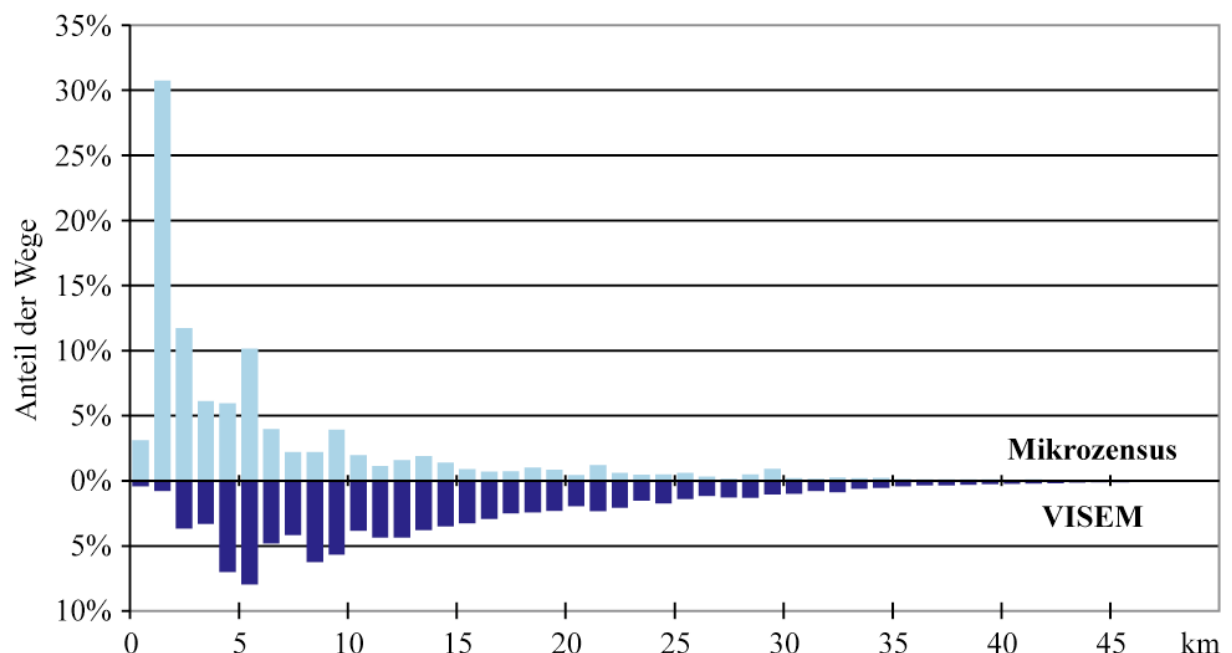
## 4.2 Fahrtweiten-Verteilung

Neben der Anzahl Fahrten können auch die von VISEM berechneten Fahrtweiten mit Erfahrungswerten verglichen werden. Dazu werden die Anzahl Fahrten ermittelt, die eine bestimmte Länge haben, und deren Anteil an allen Fahrten aufgetragen. Dadurch entsteht ein Histogramm wie in Abbildung 9 dargestellt.

Es fällt auf, dass VISEM eher längere Fahrten generiert als im Mikrozensus abgebildet sind (Fahrten innerhalb Zürich, werktags). Offenbar generiert VISEM also bloss einen sehr kleinen Teil an interzonalem Verkehr. Ein weiterer Punkt mag erneut sein, dass Fahrten länger gemacht werden müssen als in Wirklichkeit, weil kein Wechsel über die Kantonsgrenze möglich ist.

Zudem ist weiter zu beachten, dass die Mikrozensus-Daten nur ein „Sample“ darstellen. Auf Grund des Erhebungsvorgangs ist die Wahrscheinlichkeit, immobile Personen oder Leute mit nur kurzen Wegen zu befragen, grösser als Personen mit langen Wegen zu befragen, welche entsprechend seltener zu Hause sind. Dies wird aber nur für einen kleinen Teil der Abweichung verantwortlich sein!

Abbildung 9 Fahrtweiten-Verteilung über den ganzen Tag

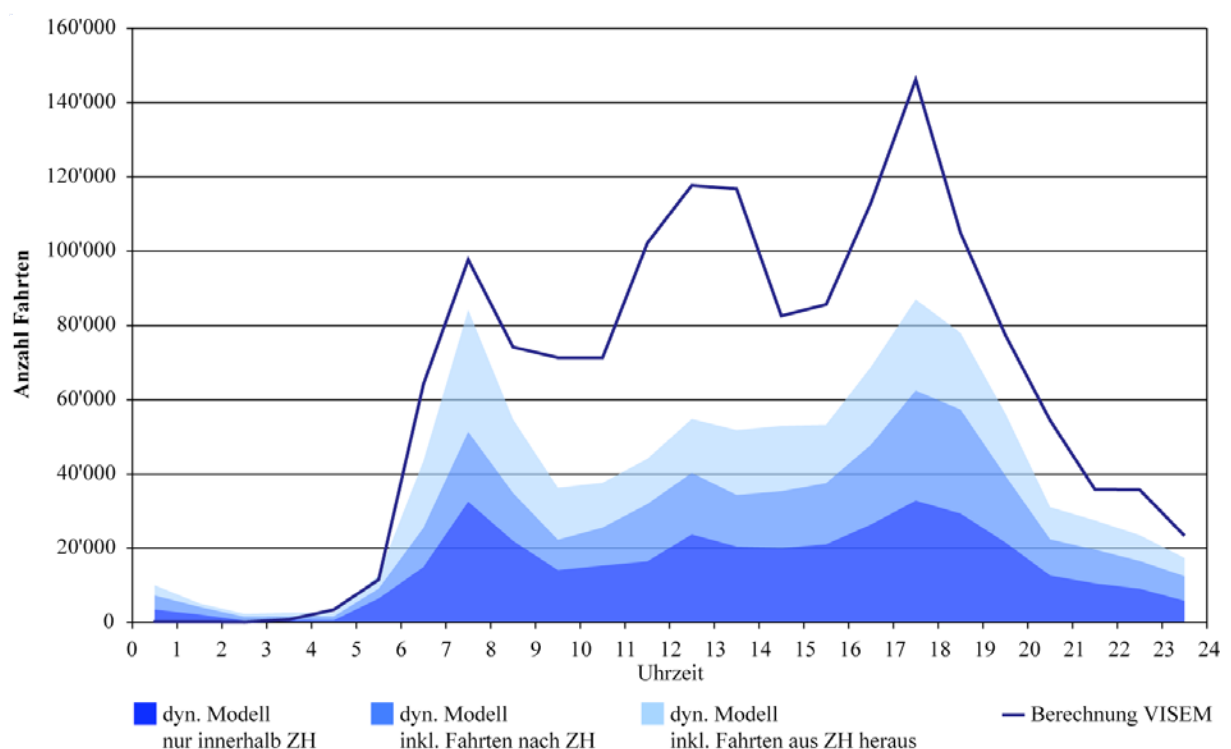


### 4.3 Tagesganglinien

VISEM lässt sich anweisen, Verkehr nicht nur für einen ganzen Tag zu generieren, sondern auch in frei gewählten Stundenabschnitten. Dadurch ist es möglich, eine Tagesganglinie zu erzeugen. Werden die von VISEM berechneten Fahrten des MIV mit dem dynamischen Modell aus der Schweiz verglichen (Abbildung 10) dann fällt vorallem die grosse Diskrepanz in den Mittagsstunden sowie die überhöhte Abendspitze auf.

Die zu hohen Werte in den Nachtstunden am Ende des Tages sind damit zu erklären, dass VISEM nicht über die Tagesgrenze hinausrechnet. Alle Personen müssen deshalb spätestens um 24 Uhr wieder zu Hause sein. Entsprechend ergibt sich somit spätabends ein höheres Verkehrsaufkommen als erwartet, während in den frühen Tagesstunden noch kein Fahrten stattfinden (keine späten Heimkehrer). Die Beschränkung des Verkehrs auf den Kanton Zürich dürfte ebenfalls zum überhöhten Verkehrsaufkommen beitragen.

Abbildung 10 Anzahl Fahrten im Kanton Zürich im Tagesverlauf, MIV



Die Differenz in den Mittagsstunden ist schwieriger zu erklären. Es bleibt aber zu beachten, dass VISEM Anzahl Personenfahrten berechnet, während im dynamischen Modell PW-Fahrten ausgewiesen werden. Es ist anzunehmen, dass über Mittag die Fahrzeugauslastung hö-

her liegt als zu Morgen- oder Abendzeiten. Dadurch ist eine relativ höhere Anzahl Personenfahrten gegenüber PW-Fahrten zu erwarten. Dennoch lässt sich damit kaum die gesamte Differenz erklären.

#### 4.4 Modalsplit

VISEM berechnet automatisch für jede definierte verhaltenshomogene Personengruppe den Modalsplit (Tabelle 15). Die Differenz zwischen dem berechneten und dem Ziel-Modalsplit (siehe Tabelle 14 im Abschnitt 3.2.9) ist in Tabelle 16 dargestellt.

Tabelle 15 von VISEM berechneter Modalsplit

Verkehrsmittel	A	E	N	S	Total
Fuss	39.83%	22.31%	31.37%	55.68%	29.72%
ÖV	15.89%	15.84%	16.26%	9.56%	15.33%
MIV	40.70%	57.82%	42.04%	23.42%	49.36%
Velo	3.58%	4.04%	10.33%	11.34%	5.59%

Die grösste absolute Differenz beträgt gut 2%. Verteilt man die in den Zielwerten aufgelisteten Anteile der „anderen Verkehrsmittel“ auf die vier explizit ausgewiesenen Verkehrsmittel, so lassen sich diese Abweichungen rechtfertigen.

Tabelle 16 absolute Differenz zwischen Modalsplit aus Mikrozensus (siehe Tabelle 14) und aus VISEM

Verkehrsmittel	A	E	N	S	Total
Fuss	1.33%	1.02%	1.76%	2.11%	1.45%
ÖV	1.45%	1.42%	0.68%	1.33%	1.42%
MIV	1.63%	1.67%	0.68%	1.25%	1.39%
Velo	0.00%	-1.82%	-0.38%	-0.37%	-1.42%

Da der Modalsplit sehr stark von den Logit-Parametern abhängt, könnten noch bessere Werte erreicht werden, sofern bessere Logit-Parameter zur Verfügung stünden. Diese müssten entweder aus sehr umfangreichen Untersuchungen ermittelt werden, oder die manuelle Anpassung müsste noch ausführlicher durchgeführt werden.

## 5 Verbesserungen

### 5.1 Strukturmerkmale

In einem zweiten Durchgang wurden die verwendeten Strukturmerkmale (siehe Tabelle 9) abgeändert: Anstelle der Gleichverteilung diverser Merkmale wurden die in Tabelle 17 dargestellten Werte verwendet.

Tabelle 17 Verbesserte Definition der Strukturmerkmale

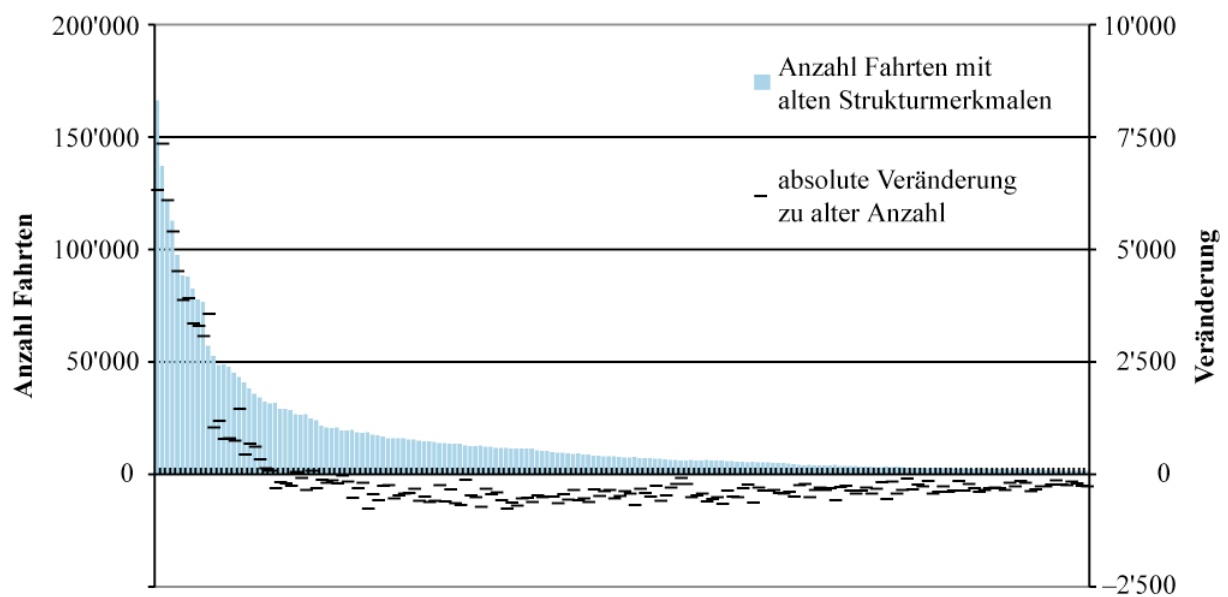
Aktivität	Strukturmerkmale	Verwendete Daten	Datenquelle
Z Zu Hause	Einwohner	Einwohnerzahlen	Volkszählung 2000
A Arbeit	Arbeitsplätze	Beschäftigte 2001, Total	Betriebszählung 1985-2001
S Schule	Schulplätze	{1} *	
E Einkauf	Ladenfläche	Verkaufsflächen 2001	BFS Betriebszählungsdaten
F Freizeit	Freizeitangebot	#Museen + #Theater + #Kinos	Simma, Hauri, Schlich. Freizeit-Datenbank
G Geschäftlich	Geschäftsreise-Attraktivität	= A	
D Dienstreise	Dienstreise-Attraktivität	= A	
W Serviceweg	Serviceziel-Attraktivität	= A	
B Begleitweg	Begleitziel-Attraktivität	= A+Z	

### 5.2 Resultate

Die Anzahl Personenfahrten bleibt verständlicherweise gleich. Was sich ändert, sind die Fahrtenverteilung und die Fahrtweiten, weil nun andere Gemeinden als Wegziele gewählt werden. Ein Vergleich alter Fahrthäufigkeiten mit den neuen Häufigkeiten zeigt jedoch, dass die Unterschiede sehr gering sind (siehe Abbildung 11). Es lässt sich festhalten, dass durch die geänderten Strukturmerkmale besonders in denjenigen Gemeinden, die bereits einen hohen Verkehrsanteil hatten, nun noch mehr Fahrten auftreten. Im Gegensatz dazu erleben kleinere Gemeinden mit bisher nur wenigen Fahrten weitere Einbussen in der Anzahl Fahrten.

Dieses Verhalten dürfte sich durch die Zentren-Struktur von Gemeinden erklären lassen: Grössere Gemeinden bieten für Freizeit und Arbeit mehr Möglichkeiten als kleine Gemeinden. Dadurch ziehen grosse Gemeinden den Verkehr mehr an als kleine Gemeinden — was zur beobachteten Situation führt.

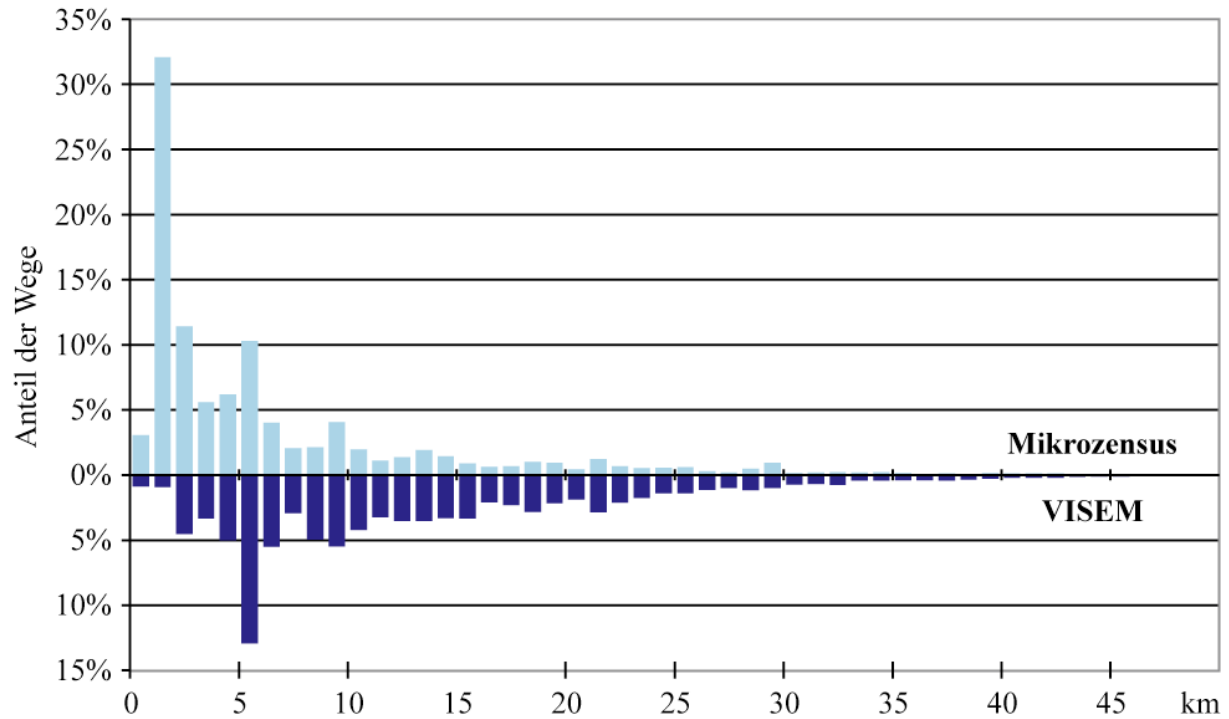
Abbildung 11 Änderung der Fahrt-Häufigkeiten über den ganzen Tag aller Gemeinden



Betrachtet man die neuen Fahrtweiten (Abbildung 12), so fällt im Vergleich mit Abbildung 9 insbesondere die starke Zunahme im Bereich von 5 bis 6 Kilometern auf. Weiter lässt sich festhalten, dass die Schwankungen im Anteil mit zunehmender Weglänge bei den neuen Werten stärker sind als bei den alten Werten. Dies widerspiegelt die in Abbildung 11 dargestellten Resultate: Es werden mehr Fahrten in grosse Gemeinden getätigt, unabhängig von der Distanz.



Abbildung 12 Neue Fahrtweiten



Durch die Änderung der Fahrtweiten und –häufigkeiten ändert sich auch der Modalsplit geringfügig. Tabelle 18 stellt die neuen Werte dar. Dabei ist jedoch zu beachten, dass diese Werte wieder durch Anpassung der Logit-Parameter korrigiert werden könnten.

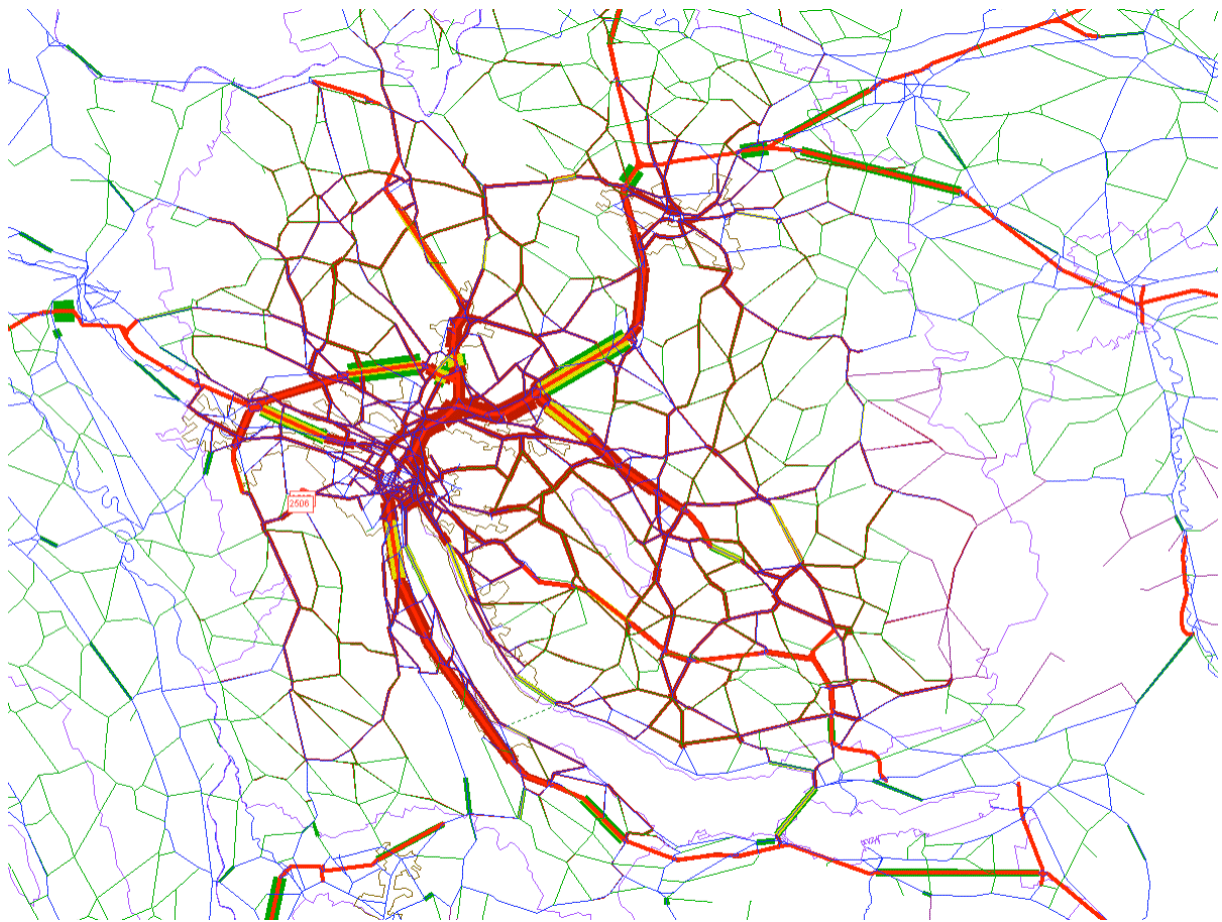
Tabelle 18 Von VISEM mit verbesserten Daten berechneter Modalsplit

Verkehrsmittel	A	E	N	S	Total
Fuss	43.54%	24.70%	36.42%	58.86%	32.81%
ÖV	17.26%	17.00%	17.08%	8.96%	16.31%
MIV	35.78%	54.28%	36.57%	21.40%	45.44%
Velo	3.43%	4.02%	9.93%	10.78%	5.44%

### 5.3 Statische Umlegung mit VISUM

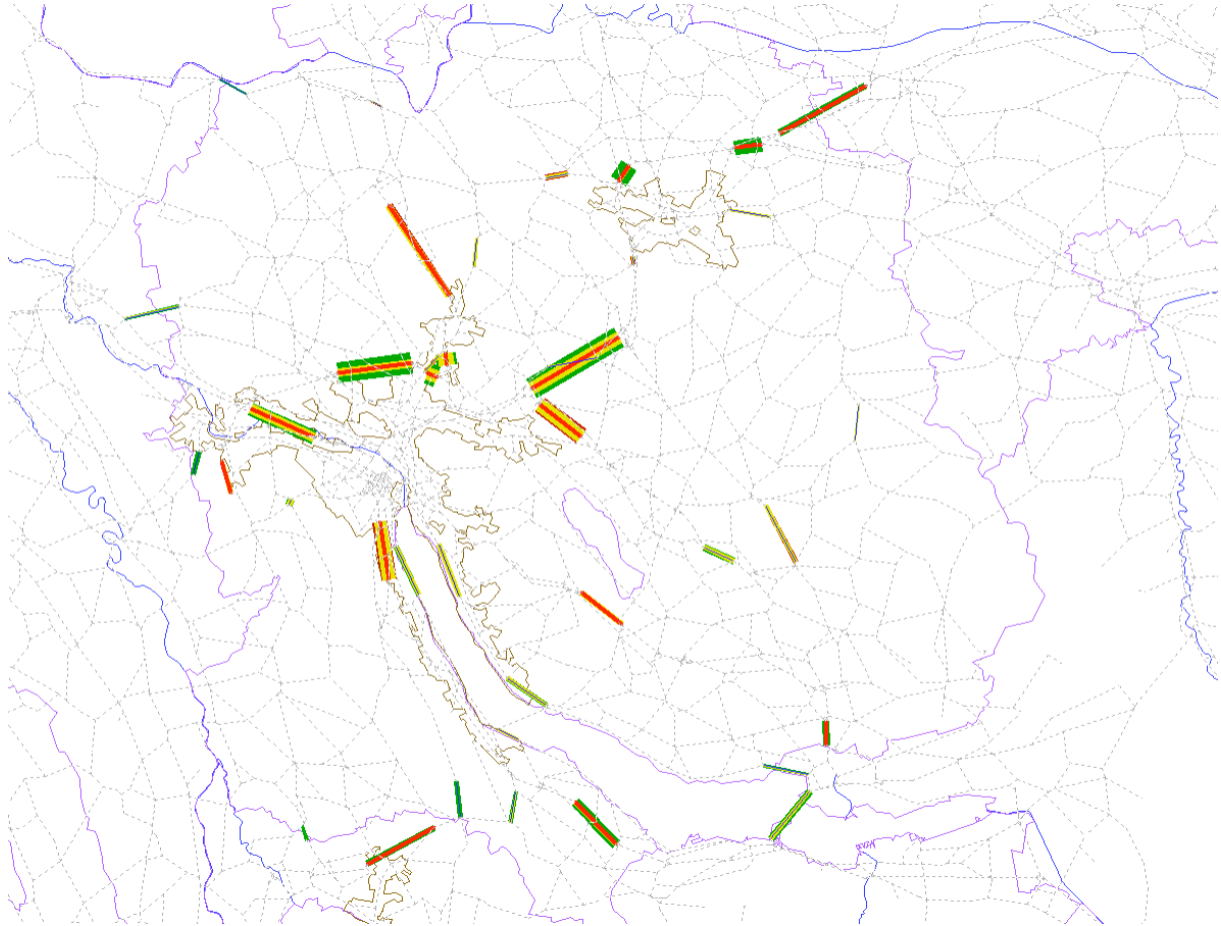
Die von VISEM berechnete Nachfragematrix kann nun mit VISUM umgelegt werden. Dabei wurde das Gleichgewichtsverfahren gewählt. Als Strassennetz wurde das IVT-Strassennetz gewählt. Abbildung 13 zeigt die berechnete Verkehrsbelastung im Untersuchungsgebiet.

Abbildung 13 Umlegung der MIV-Nachfragematrix mit VISUM



Die berechnete Verkehrsbelastung wurde mit den Werten fix installierter Zählstellen verglichen. Die Abweichung oder Übereinstimmung der Werte ist in Abbildung 14 gut zu erkennen. Auffallend ist die gute Übereinstimmung entlang den beiden Seeufern und bei den übrigen, schwächer frequentierten Zählstellen. Hingegen weisen die Zählstellen auf der Nationalstrasse A1 deutliche Abweichungen auf. Dies liegt am hohen Anteil ausserkantonalen Verkehrs auf der A1, welcher durch die Beschränkung des Untersuchungsgebiets nicht berücksichtigt wurde.

Abbildung 14 Vergleich der Umlegung mit Zählstellen



## 5.4 Fazit

VISEM verlangt nach einem sehr hohen Detaillierungsgrad der Eingabedaten. Dies kann zu Schwierigkeiten führen, falls keine entsprechenden Daten vorhanden sind. Zusammenführen unterschiedlicher Datenquellen ist zwar möglich, muss aber mit grosser Vorsicht vor sich gehen, damit unterschiedliche Erhebungsraster vereinheitlicht werden können. Zudem muss sichergestellt werden, dass die Daten aus einem vergleichbaren Zeitraum stammen.

Sind die Eingabedaten aber vorhanden, ist VISEM durchaus in der Lage, realistische Nachfragematrizen inkl. Modalsplit zu berechnen. Dadurch wird es seinem Ziel, als Planungsinstrument zu dienen, durchaus gerecht.

## 6 Danksagung

Ich möchte mich bei Prof. Kay W. Axhausen bedanken, welcher mich bei dieser Arbeit betreut hat. Seine Ideen und Vorschläge haben immer wieder einen Ausweg gewiesen, wenn die Arbeit scheinbar anstand.

Weiterer Dank gebührt Martin Frick, welcher mir jeweils beratend zur Seite stand und dafür sorgte, dass mir jeweils alle benötigten Daten zur Verfügung standen. Als erste Ansprechperson bei Problemen hatte er mir in vielen Situationen weiterhelfen oder mich an Personen weiterleiten können, welche das benötigte Fachwissen hatten. In diesem Sinne geht mein Dank auch an Philippe Fröhlich an seine wertvollen Diskussionsbeiträge, Milenko Vrtic für das Bereitstellen der unzähligen Modellen und seine Ausführungen dazu und Michael Bernard für seine Erläuterungen zur Umwandlung der Wegzwecke in Aktivitätenketten.

## 7 Literatur

- Bernard, M. (2003) 1'000'000 Personen und ihre Aktivitäten, *Brownbag-Vortrag*, IVT, ETH Zürich.
- Bundesamt für Raumentwicklung, Bundesamt für Statistik (2001) Mobilität in der Schweiz, Ergebnisse des Mikrozensus 2000, Bern und Neuenburg, <http://www.are.admin.ch/are/de/verkehr/mobilitaetskennziffern/index.html>
- Chalasanani V.S. and K.W. Axhausen (2004) Travel distance computation from household travel survey data: The case of Microcensus 2000, *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung*, **224**, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich, Zürich.
- Fellendorf, M., T. Haupt, U. Heidl und W. Scherr (1997) PTV Vision: Activity-based microsimulation model for travel demand forecasting, in D.F. Ettema und H.J.P. Timmermans (Hrsg.) *Activity-based approaches to travel analysis*, 55-72, Pergamon, Oxford.
- Frick, M. A. (2004) Generating Synthetic Populations using IPF and Monte Carlo Techniques: Some New Results, Conference Paper, *4th Swiss Transport Research Conference*, Monte Verita, Ascona, März 2004.
- PTV AG (2002) Benutzerhandbuch VISEM 8.0, Karlsruhe.
- Schlich, R., A. Simma und K. W. Axhausen (2003) Zielwahl im Freizeitverkehr, *Arbeitsberichte Verkehr- und Raumplanung*, **181**, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH, Zürich.
- Simma, A., D. Hauri und R. Schlich (2002) Beschreibung einer Datenbank zu den Schweizer Gemeinden, *Arbeitsbericht Verkehr- und Raumplanung*, **118**, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Stassen- und Eisenbahnbau (IVT), ETH, Zürich.
- Statistisches Amt des Kantons Zürich (2003) Zürcherinnen und Züricher unterwegs – Hauptresultate des Mikrozensus Verkehr 2000, *statistik.info 15/2003*, [www.statistik.zh.ch](http://www.statistik.zh.ch)
- Vrtic, M. und K.W. Axhausen (2003) Experiment mit einem dynamischen Umlegungsverfahren, *Strassenverkehrstechnik*, **47** (3) 121-126.
- Vrtic, M., Ph. Fröhlich und K.W. Axhausen (2003) Schweizerische Netzmodelle für Strassen- und Schienenverkehr, in T. Bieger, C. Laesser und R. Maggi (Hrsg.) *Jahrbuch 2002/2003 Schweizerische Verkehrswirtschaft*, 119-140, SVWG, St. Gallen.

## Anhang

### A 1 VHD-Datei von VISEM

```

1. VISEM - Datensatz
2. *
3. *
4. * ***** *
5. * ***** *
6. *
7. D E F I N I T I O N S B L O E C K E
8. *
9. * ***** *
10. * ***** *
11. *
12. $Kennwerte
13. Festlegung der Dimensionen des Modells:
14. Gruppen VM VMAustauschbar Strukt Aktiv AKetten Bez Kürzel
15. 25 4 2 10 10 100 182 SAR00
16. *
17. * ***** *
18. *
19. $Gruppen
20. Abkuerzungen für 25 verhaltenshomogene Bevoelkerungsgruppen
21. A { 1 - Senioren (ab 65) ohne eigenem Fortbewegungsmittel }
22. Aa { 2 - Senioren mit Auto }
23. Aap { 3 - Senioren mit Aauto und OEV-Abo }
24. Aapv { 4 - Senioren mit Auto, Velo und OEV-Abo }
25. Aav { 5 - Senioren mit Auto und Velo }
26. Ap { 6 - Senioren nur mit OEV-Abo }
27. Apv { 7 - Senioren mit Velo und OEV-Abo }
28. Av { 8 - Senioren nur mit Velo }
29. E { 9 - Erwerbstätige (15 - 64) ohne eigenem Fortbewegungsmittel }
30. Ea {10 - Erwerbstätige mit Auto }
31. Eap {11 - Erwerbstätige mit Aauto und OEV-Abo }
32. Eapv {12 - Erwerbstätige mit Auto, Velo und OEV-Abo }
33. Eav {13 - Erwerbstätige mit Auto und Velo }
34. Ep {14 - Erwerbstätige nur mit OEV-Abo }
35. Epv {15 - Erwerbstätige mit Velo und OEV-Abo }
36. Ev {16 - Erwerbstätige nur mit Velo }
37. N {17 - Nicht-Erwerbstätige (15 - 64) ohne eigenem Fortbewegungsmittel }
38. Na {18 - Nicht-Erwerbstätige mit Auto }
39. Nap {19 - Nicht-Erwerbstätige mit Auto und OEV-Abo }
40. Napv {20 - Nicht-Erwerbstätige mit Auto, Velo und OEV-Abo }
41. Nav {21 - Nicht-Erwerbstätige mit Auto und Velo }
42. Np {22 - Nicht-Erwerbstätige nur mit OEV-Abo }
43. Npv {23 - Nicht-Erwerbstätige mit Velo und OEV-Abo }
44. Nv {24 - Nicht-Erwerbstätige nur mit Velo }
45. S {25 - Schueler/Kinder bis 15 }
46. * ***** *
47. *
48. $VMittel
49. Abkuerzungen der 4 Verkehrsmittel
50. austauschbare Verkehrsmittel
51. Fuss { 1 }

```

```

52. OePNV      { 2 }
53. nicht austauschbare Verkehrsmittel
54. Pkw       { 3 }
55. Rad       { 4 }
56. *
57. * ***** *
58. *
59. $Strukturmerkmale
60. *
61. Die Strukturmerkmale müssen in der Reihenfolge den Aktivitäten entsprechen!
62. *
63. Einwohn    { 1 - Einwohner - Zuhause }
64. ArbeitsP  { 2 - Arbeitsplätze - Arbeit }
65. SchulPl   { 3 - Schulplätze - Schule }
66. Ladenm2   { 4 - Ladenfläche in m2 - Einkauf }
67. FreizAng  { 5 - Mass für Freizeitangebot ?? - Freizeit }
68. GeschRse  { 6 - Mass für Geschäftsreisen }
69. DienstRs  { 7 - Mass für Dienstreisen }
70. UmsteigP  { 8 - Mass für Umsteigeplätze }
71. ServiceZ  { 9 - Mass für Serviceziele }
72. BegleitZ  {10 - Mass für Begleitwegziele }
73. *
74. * ***** *
75. *
76. $Aktivitäten
77. *
78. Z Zuhause  { 1 }
79. A Arbeit   { 2 }
80. S Schule   { 3 }
81. E Einkauf  { 4 }
82. F Freizeit { 5 }
83. G Geschaef { 6 }
84. D Dienstfa { 7 }
85. U Umsteign { 8 }
86. W Servicew { 9 }
87. B Begleitw {10 }
88. * X keineAng {11 }
89. *
90. *
91. * ***** *
92. * ***** *
93. *
94. D A T E N B L O E C K E
95. *
96. * ***** *
97. * ***** *
98. *
99. *   Seitenzahlen beziehen sich auf das VISEM-Handbuch, PDF-Version, Version 8.00
100. *
101. $Verhaltensmuster
102. *
103. Beispiel:
104. *ZAZ 0.61 2.56 2.78 4.16 2.60 1.07 0.73 0.00 40.83 36.19 32.32 32.79 27.23 33.33
      32.20 30.85 2.67 2.21 0.00 1.44 2.33 2.85 1.76 2.07 0.46
105. *ZEZ 29.11 24.68 31.67 27.88 27.92 37.02 31.63 30.82 9.78 10.19 8.33 10.24 10.07 12.35
      14.51 10.62 28.34 22.68 18.29 24.80 11.92 23.98 17.53 11.88 5.83
106. *
107. >Verhaltensmuster.txt
108. *
109. * ***** *
110. *
111. $Bezirke

```

```

112. *
113. p. 43mitte / p.239: nur Verhältnis relativ zur Summe der Zielpotentiale alle Bezirke
    entscheidend -> vergleichbare Werte ( # <-> m2 )
114. * Bezirk   Name   Einwohner   ArbeitsP   SchulPl   Ladenm2   FreizAng   ...   A
    Aa     Aap     Aapv     Aav     Ap     Apv     Av     E     Ea     Eap     Eapv
    Eav     Ep     Epv     Ev     N     Na     Nap     Napv     Nav     Np     Npv
    Nv     S
115. *
116. >Bezirke.txt
117. *
118. *
119. * *****
120. *
121. $Distanzmatrix
122. *
123. p. 43: Angaben in Metern, keine 0 erlaubt
124. *
125. >Distanzmatrix.dis
126. *
127. * *****
128. *
129. $AnzahlErschliessungsklassen { optional }
130. *
131. *
132. 5
133. *
134. * *****
135. *
136. $Erschliessungsklassenmatrix
137. *
138. p. 44, p. 241
139. *
140. * Klasse 1: Takt <= 20min
141. * Klasse 2: Takt <= 40min
142. * Klasse 3: Takt <= 80min
143. * Klasse 4: Takt > 80min
144. * Klasse 5: kein Takt vorhanden
145. *
146. *
147. >Klassenmatrix.ers
148. *
149. *
150. * *****
151. *
152. $Widerstandsparameter
153. *
154. Alpha-Parameter für die Widerstandsberechnung
155. *  $f(w_{ij}) = e^{(-\alpha * D_{ij}[m]/1000)}$  (1000 = Alphanorm)
156. *
157. p. 32, p. 50, p. 242
158. *
159. >WidParameter.wid
160. *
161. *
162. * *****
163. *
164. $MaxBinnenDistanz
165. *
166. *
167. { p. 244, in [m] }
168. *
169. * *****

```



```
170. *
171. $Systemgeschwindigkeiten
172. Verkehrsmittelgeschwindigkeiten [ km/h ]
173. * Fuss    OePNV  PKW    Rad
174. 3.6    20    30    10.8
175. *
176. * ***** *
177. *
178. $ZuAbgangszeitenvektor
179. *
180. p. 45
181. *
182. Zu-/Abgangszeiten zu/von Bezirken je VMittel in [ min ]
183. * Bezirk  Fuss    OePNV  PKW    Rad
184. >ZuAbgangszeiten.txt
185. *
186. * ***** *
187. *
188. $Logitparameter
189. *
190. p. 33, p. 245
191. *
192. Nutzen des Verkehrsmittel m für eine Fahrt von i nach j für Personen der Gruppe g
193. *
194. *
195. >LogitParam.txt
196. *
197. * ***** *
198. *
199. $Ganglinien
200. *
201. Zeitliche Verteilung der Aktivitaeten über den Tag
202. *
203. p. 49, p. 247
204. *
205. >ganglinien.txt
206. *
207. * ***** *
208. *
209. * $Alphanorm          { optional }
210. *
211. *
212. *
213. $Fahrzeitenmatrix
214. *
215. >miv_reisezeiten.fzt
216. *
217. *
218. *
219. $Fahrzeitenmatrix
220. *
221. >oev_reisezeiten.fzt
222. *
223. *
```

## A 2 verwendete Logit-Parameter (LogitParam.txt)

```

1. *
2. *   $Logitparameter
3. *
4. * p. 33, p. 245 im Visem-Handbuch (PDF)
5. *
6. * Nutzen des Verkehrsmittel m für eine Fahrt von i nach j für Personen der Gruppe g
7. *
8. *   p1=Grenznutzen einer Min Fahrzeit
9. *   p2=Grenznutzen einer Min Zu- oder Abgangszeit
10. *   p3=Grenznutzen logarithmierter relativer Distanzzunahme
11. *   p4="Entfernungsvorteil" des Verkehrsmittels
12. *   p5=Grenznutzen einer Geldeinheit Fahrpreis
13. *   p6=Konstanter Nutzen des Verkehrsmittels
14. *
15. * A
16. *
17. *   p1   p2   p3   p4   p5   p6
18. *
19. { Fuss } 0.6  0.0  3.5   1  0.0  1.0
20. { 0ePNV } 0.9  0.9  5.2  500 0.3  0.4
21. { PKW }  2.3  0.8  4.2  800 0.3  0.0
22. { Rad }  3.3  0.1  3.0  100 0.0  0.0
23. *
24. *
25. * Aa
26. *
27. *   p1   p2   p3   p4   p5   p6
28. { Fuss } 0.6  0.0  3.5   1  0.0  0.8
29. { 0ePNV } 0.9  0.9  5.2  500 0.3  0.4
30. { PKW }  1.9  0.8  4.5  800 0.3  0.6
31. { Rad }  3.3  0.1  3.0  100 0.0  0.0
32. *
33. *
34. * Aap
35. *
36. *   p1   p2   p3   p4   p5   p6
37. { Fuss } 0.6  0.0  3.5   1  0.0  0.8
38. { 0ePNV } 0.75 0.9  5.2  500 0.3  0.7
39. { PKW }  1.9  0.8  4.5  800 0.3  0.6
40. { Rad }  3.3  0.1  3.0  100 0.0  0.0
41. *
42. *
43. * Aapv
44. *
45. *   p1   p2   p3   p4   p5   p6
46. { Fuss } 0.6  0.0  3.5   1  0.0  0.8
47. { 0ePNV } 0.75 0.9  5.2  500 0.3  0.7
48. { PKW }  1.9  0.8  4.5  800 0.3  0.6
49. { Rad }  2.1  0.1  3.0  100 0.0  0.5
50. *
51. *
52. * Aav
53. *
54. *   p1   p2   p3   p4   p5   p6
55. { Fuss } 0.6  0.0  3.5   1  0.0  0.8
56. { 0ePNV } 0.9  0.9  5.2  500 0.3  0.4
57. { PKW }  1.9  0.8  4.5  800 0.3  0.6

```

```

58. { Rad } 2.1 0.1 3.0 100 0.0 0.5
59. *
60. *
61. * Ap
62. *
63. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
64. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
65. {OePNV } 0.75 0.9 5.2 500 0.3 0.7
66. { PKW } 2.3 0.8 4.2 800 0.3 0.0
67. { Rad } 3.3 0.1 3.0 100 0.0 0.0
68. *
69. *
70. * Apv
71. *
72. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
73. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
74. {OePNV } 0.75 0.9 5.2 500 0.3 0.7
75. { PKW } 2.3 0.8 4.2 800 0.3 0.0
76. { Rad } 2.1 0.1 3.0 100 0.0 0.5
77. *
78. *
79. * Av
80. *
81. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
82. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
83. {OePNV } 0.9 0.9 5.2 500 0.3 0.4
84. { PKW } 2.3 0.8 4.2 800 0.3 0.0
85. { Rad } 2.1 0.1 3.0 100 0.0 0.5
86. *
87. *
88. * E *****
89. *
90. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
91. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 1.0
92. {OePNV } 0.9 0.9 5.0 500 0.3 0.4
93. { PKW } 1.6 0.8 4.3 800 0.3 0.0
94. { Rad } 3.3 0.1 3.0 100 0.0 0.0
95. *
96. *
97. * Ea
98. *
99. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
100. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
101. {OePNV } 0.9 0.9 5.0 500 0.3 0.4
102. { PKW } 1.48 0.8 4.6 800 0.3 0.6
103. { Rad } 3.3 0.1 3.0 100 0.0 0.0
104. *
105. *
106. * Eap
107. *
108. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
109. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
110. {OePNV } 0.7 0.9 5.0 500 0.3 0.7
111. { PKW } 1.48 0.8 4.6 800 0.3 0.6
112. { Rad } 3.3 0.1 3.0 100 0.0 0.0
113. *
114. *
115. * Eapv
116. *
117. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
118. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
119. {OePNV } 0.7 0.9 5.0 500 0.3 0.7

```

```

120. { PKW } 1.48 0.8 4.6 800 0.3 0.6
121. { Rad } 2.3 0.1 3.0 100 0.0 0.5
122. *
123. *
124. * Eav
125. *
126. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
127. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
128. {OePNV } 0.9 0.9 5.0 500 0.3 0.4
129. { PKW } 1.48 0.8 4.6 800 0.3 0.6
130. { Rad } 2.3 0.1 3.0 100 0.0 0.5
131. *
132. *
133. * Ep
134. *
135. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
136. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
137. {OePNV } 0.7 0.9 5.0 500 0.3 0.7
138. { PKW } 1.6 0.8 4.3 800 0.3 0.0
139. { Rad } 3.3 0.1 3.0 100 0.0 0.0
140. *
141. *
142. * Epv
143. *
144. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
145. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
146. {OePNV } 0.7 0.9 5.0 500 0.3 0.7
147. { PKW } 1.6 0.8 4.3 800 0.3 0.0
148. { Rad } 2.3 0.1 3.0 100 0.0 0.5
149. *
150. *
151. * Ev
152. *
153. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
154. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
155. {OePNV } 0.9 0.9 5.0 500 0.3 0.4
156. { PKW } 1.6 0.8 4.3 800 0.3 0.0
157. { Rad } 2.3 0.1 3.0 100 0.0 0.5
158. *
159. *
160. * N *****
161. *
162. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
163. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 1.0
164. {OePNV } 1.1 0.9 4.8 500 0.3 0.4
165. { PKW } 2.3 0.8 3.9 800 0.3 0.0
166. { Rad } 3.3 0.1 3.0 100 0.0 0.0
167. *
168. *
169. * Na
170. *
171. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
172. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
173. {OePNV } 1.1 0.9 4.8 500 0.3 0.4
174. { PKW } 1.9 0.8 3.9 800 0.3 0.6
175. { Rad } 3.3 0.1 3.0 100 0.0 0.0
176. *
177. *
178. * Nap
179. *
180. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
181. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8

```

```

182. {OePNV } 0.85 0.9 4.8 500 0.3 0.7
183. { PKW } 1.9 0.8 3.9 800 0.3 0.6
184. { Rad } 3.3 0.1 3.0 100 0.0 0.0
185. *
186. *
187. * Napv
188. *
189. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
190. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
191. {OePNV } 0.85 0.9 4.8 500 0.3 0.7
192. { PKW } 1.9 0.8 3.9 800 0.3 0.6
193. { Rad } 2.3 0.1 3.0 100 0.0 0.5
194. *
195. *
196. * Nav
197. *
198. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
199. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
200. {OePNV } 1.1 0.9 4.8 500 0.3 0.4
201. { PKW } 1.9 0.8 3.9 800 0.3 0.6
202. { Rad } 2.3 0.1 3.0 100 0.0 0.5
203. *
204. *
205. * Np
206. *
207. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
208. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
209. {OePNV } 0.85 0.9 4.8 500 0.3 0.7
210. { PKW } 2.3 0.8 3.9 800 0.3 0.0
211. { Rad } 3.3 0.1 3.0 100 0.0 0.0
212. *
213. *
214. * Npv
215. *
216. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
217. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
218. {OePNV } 0.85 0.9 4.8 500 0.3 0.7
219. { PKW } 2.3 0.8 3.9 800 0.3 0.0
220. { Rad } 2.3 0.1 3.0 100 0.0 0.5
221. *
222. *
223. * Nv
224. *
225. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
226. { Fuss } 0.6 0.0 3.5 1 0.0 0.8
227. {OePNV } 1.1 0.9 4.8 500 0.3 0.4
228. { PKW } 2.3 0.8 3.9 800 0.3 0.0
229. { Rad } 2.3 0.1 3.0 100 0.0 0.5
230. *
231. *
232. * S *****
233. *
234. * p1 p2 p3 p4 p5 p6
235. { Fuss } 0.45 0.0 5.0 1 0.0 1.0
236. {OePNV } 3.2 0.9 1.4 400 0.3 0.2
237. { PKW } 1.95 0.9 3.0 800 0.3 0.0
238. { Rad } 0.85 0.6 3.0 100 0.0 0.6
239. *
240. *
241. *

```

Die *Arbeitsberichte Verkehrs- und Raumplanung* dienen der schnellen Verbreitung der Ergebnisse der Arbeit der Mitarbeitenden und Gäste des Instituts. Die Verantwortung für Inhalt und Gestaltung liegt alleine bei den Autor/innen.

The *Working Papers Traffic and Spatial Planning* are intended for the quick dissemination of the results of the members and guests of the Institute. Their content is the sole responsibility of the authors.

Eine vollständige Liste der Berichte kann vom Institut angefordert werden:

A complete catalogue of the papers can be obtained from:

IVT ETHZ  
ETH Hönggerberg (HIL)  
CH - 8093 Zürich

Telephon: +41 1 633 31 05

Telefax: +41 1 633 10 57

E-Mail: [hotz@ivt.baug.ethz.ch](mailto:hotz@ivt.baug.ethz.ch)

WWW: [www.ivt.baug.ethz.ch](http://www.ivt.baug.ethz.ch)

Der Katalog kann auch abgerufen werden von:

The catalogue can also be obtained from:

[http://www.ivt.baug.ethz.ch/veroeffent\\_arbeitsbericht.html](http://www.ivt.baug.ethz.ch/veroeffent_arbeitsbericht.html)