



Verkehrsszenarien Zürich Nord

Thomas Schneider

Semesterarbeit
Studiengang Bauingenieurwissenschaften

Juli 2006

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

ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Inhaltsverzeichnis

1	Verkehr in Zürich Nord im Jahr 2025	2
2	Grundlagen	3
2.1	Das Gebiet Zürich Nord	3
2.2	Vorgehen	6
2.3	Methoden der Regressionsanalysen	6
2.4	Datengrundlage	9
3	Retrospektive deskriptive Zeitreihen-Analyse.....	10
3.1	Wohnen und Arbeiten	10
3.2	Mobilitätswerkzeuge und Verkehrsmittelwahl.....	16
3.3	Bildung und Einkommen.....	22
4	Modellbildung.....	24
4.1	Personenverkehrsleistung	25
4.2	Verkehrsmittelwahl	28
5	Szenarien der Zukunftsentwicklung.....	36
5.1	Trendszenario.....	37
5.2	Alternativszenario	38
6	Verkehrsszenarien.....	42
7	Bewertung und Ausblick	48
8	Dank	49
9	Literatur.....	50

Semesterarbeit Studiengang Bauingenieurwissenschaften

Verkehrsszenarien Zürich Nord

Thomas Schneider
Lerchenhalde 43
8046 Zürich

Telefon: +41 79 404 59 37
schnthom@student.ethz.ch

Juli 2006

Kurzfassung

Die gesamten täglichen Personenverkehrsleistungen der Bevölkerung Zürich Nord werden zwischen 2000 und 2025 von 2.7 Millionen Personenkilometern (Pkm) je nach Szenario um 0.3 bis 0.5 Mio. Pkm zunehmen. Das entspricht einem Wachstum zwischen 11% und 20%. Der Individualverkehr bleibt das meist gewählte Verkehrsmittel und wächst weiterhin stärker als der öffentliche Verkehr. Die Verlagerung beträgt zwischen einem und drei Prozentpunkten zugunsten des Individualverkehrs. Die gewählte Vorgehensweise sind die deskriptive Analyse von Zeitreihen des Gebietes Zürich Nord, die Ermittlung von Zusammenhängen zwischen persönlichen Merkmalen und dem Verkehrsverhalten von Personen mittels linearer und logistischer Regressionsmodelle sowie die Erarbeitung eines Trendszenarios und eines Alternativszenarios zur Entwicklung der Bevölkerungsstruktur und der Umwelt und den sich daraus abzuleitenden Verkehrsprognosen. Für die Personenverkehrsleistung und die Verkehrsmittelwahl nach Langsamverkehr, motorisiertem Individualverkehr und dem öffentlichen Verkehr wurde je ein separates Modell geschätzt.

Schlagworte

Bevölkerungsstruktur; Modal-Split; Nachfrageschätzung; Personenverkehrsleistung; Regressionsanalyse; Strukturwandel; Szenarien; Verkehrsprognose; Verkehrsverhalten; Zürich Nord

Zitierungsvorschlag

Schneider, T. (2006) Verkehrsszenarien Zürich Nord, Semesterarbeit, IVT, ETH Zürich, Zürich.

1 Verkehr in Zürich Nord im Jahr 2025

Zürich Nord, ein dynamischer Stadtteil der Stadt Zürich entwickelt sich. Menschen ziehen nach Zürich Nord, andere wiederum verlassen das Gebiet. Neue Unternehmungen siedeln sich an, traditionelle mit einst bekannten Namen stellen ihre Geschäftstätigkeit ein oder verlagern diese. Es entstehen Mängel und Überhänge, Angebot und Nachfrage beginnen zu spielen. Die Struktur der Bevölkerung verändert sich und damit auch das Verkehrsverhalten und die Verkehrsnachfrage. Diese Veränderungen verlangen eine entsprechende Entwicklung und Anpassung des zukünftigen Verkehrsangebots in Zürich Nord.

Aus der Analyse persönlicher Merkmale einer Person wie Alter, Bildung oder Einkommen und dem realen Verkehrsverhalten derselben Person können Gesetzmässigkeiten bestimmt werden, welche die Zusammenhänge von Verkehr und Gesellschaft beschreiben. Durch die Extrapolation von aktuellen Tendenzen von Gesellschaft und Umwelt und anhand der bisherigen Entwicklung wird die Veränderung der Bevölkerung skizziert. Die Kombination von Gesetzmässigkeiten und Zukunftsbildern erlaubt das Verkehrsverhalten der Bevölkerung in der Zukunft zu prognostizieren.

Verkehr ist mit positiven und negativen Auswirkungen auf die Umwelt verbunden. Für die Steuerung der Verkehrsnachfrage existieren deshalb verschiedene Ansätze und Methoden. Eine Auswahl deutsch- und englischsprachiger Literatur über dieses Thema befindet sich in der Literaturliste im Anhang dieses Berichts.

Wie verändert sich der Verkehr in Zürich Nord bis im Jahr 2025? – Durch die Anwendung der klassischen Prognosemethoden werden mittel- und langfristige Prognosen für dieses abgegrenzte Gebiet erstellt. Das Resultat sind kleinräumige Szenarien der Verkehrsentwicklung für Zürich Nord.

2 Grundlagen

2.1 Das Gebiet Zürich Nord

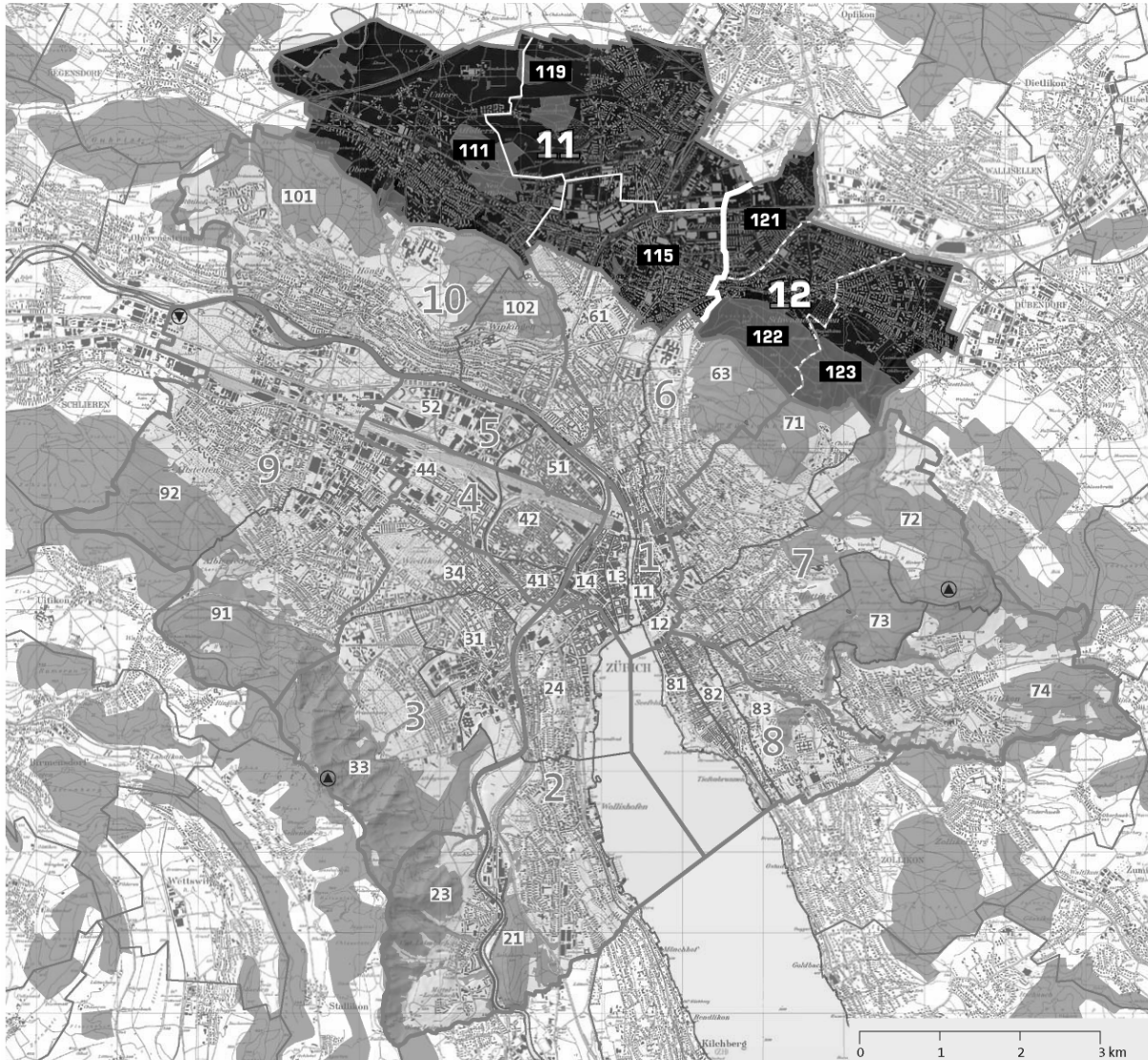
Die vier Quartiere Affoltern, Oerlikon, Seebach (Stadtkreis 11) und Schwamendingen (Stadtkreis 12) bilden im Norden der Stadt Zürich das Gebiet „Zürich Nord“. Der Hönggerberg und der Käferberg im Südwesten und der Zürichberg im Südosten trennen die Quartiere von den übrigen Stadtteilen. Zürich Nord liegt am Beginn des Glatttals. Die unabhängigen Gemeinden Opfikon-Glattbrugg, Wallisellen und Dübendorf sind mit dem Gebiet Zürich Nord zusammengewachsen. Die Karte 1 zeigt die geografische Lage des Gebiets.

Im Jahr 2005 wohnten dort 86'500 Einwohner oder 24% der Stadt-Zürcher. Die Fläche beträgt 19'417'026 m², also 22% der Fläche der Stadt Zürich. 11% der Beschäftigten (39'700 Personen) der Stadt Zürich arbeiteten im Jahr 2001 in den vier Quartieren. Diese sind seit 1934 in die Stadt Zürich eingemeindet, der Stadtkreis 12 wurde 1971 aus dem Kreis 11 gelöst. Das Quartier Schwamendingen wird von der Stadt Zürich zu statistischen Zwecken in die drei Teile Saaten, Schwamendingen Mitte und Hirzenbach zerlegt. In Tabelle 1 werden die Charakteristika der einzelnen Quartiere verglichen.

Die Planung der Stadt Zürich prognostiziert in den nächsten Jahren zwischen 5'000 und 8'000 neue Bewohnerinnen und Bewohner sowie 10'000 neue Arbeitsplätze im Gebiet Zürich Nord. Einen umfassenden Überblick über die Entwicklung von Zürich Nord gibt der Bericht „Impulse für Zürich Nord“ (Stadt Zürich, 2006).

Mit Kloten, Bassersdorf, Dietlikon, Wangen-Brüttisellen, Rümlangen, Opfikon, Wallisellen und Dübendorf bildet der Stadtteil Zürich Nord die „Glatttalstadt“. In diesem Raum lebten im Jahr 2000 171'319 Personen, das sind 11'000 Personen mehr als zwanzig Jahre zuvor. In diesem Raum befinden sich über 130'000 Arbeitsplätze, rund 50% mehr als 1980. Ausserdem arbeitet jede dritte aus der Stadt Zürich wegpendelnde Person in einer der acht Gemeinden der „Glatttalstadt“. (Statistik Stadt Zürich, 2004)

Karte 1 Stadt Zürich mit „Zürich Nord“



Stadtkreis 11: Affoltern 111, Oerlikon 115, Seebach 119

Stadtkreis 12: Saatlen 121, Schwamendingen Mitte 122, Hirzenbach 123

Quelle: Statistik Stadt Zürich

Das Quartier Affoltern ist vorwiegend Wohnquartier. Diese Nutzungsart bestimmt auch die zurzeit entstehenden Neubauten in „Unter-Affoltern“ (Potential: 4'000 neue Bewohner). Die

ETH Zürich entwickelt an der Grenze zu Affoltern den Campus „Science City“ für Ausbildung, Forschung und Wohnen.

Das Quartier Oerlikon ist seit den 90er Jahren einem starken strukturellen Wandel unterworfen. Im früheren Industriequartier entsteht zurzeit „Neu-Oerlikon“, ein neues Zentrum mit grossen Dienstleistungsflächen und Wohnraum mit gestalteten Parklandschaften. Das in Oerlikon liegende Hallenstadion ist mit einer Million Besuchern pro Jahr die am meisten besuchte Begegnungsstätte der Schweiz (AG Hallenstadion, 2006).

Das Quartier Seebach umfasst mit dem Gebiet „Leutschenbach“ ein wichtiges Entwicklungsgebiet der Stadt Zürich. Das ehemalige Industrie- und Naherholungsgebiet wird in den kommenden Jahren zu einem Dienstleistungs- und Wohngebiet mit gestalteten Parklandschaften umgewandelt. Unmittelbar bei Seebach liegt der neue Stadtteil Opfikons „Glattpark“ mit einem Potential von 7'000 neuen Bewohnern und 7'000 neuen Arbeitsplätzen.

Schwamendingen ist das grösste Wohnquartier in Zürich Nord. Landreserven für grosse Entwicklungsgebiete sind nicht mehr vorhanden, das Umnutzungspotential ist gering. Das Gebiet ist bis zur Einhausung durch die Autobahn in zwei Teile getrennt.

Tabelle 1 Quartiere Zürich Nord

	Affoltern	Oerlikon	Seebach	Schwamendingen
Stadtkreis	11	11	11	12
Postleitzahl	8046 8056	8050	8052	8051 8061
Fläche in m ²	5'947'728	2'831'400	4'665'712	5'972'186
Einwohner (Jahr 2005)	18'700	19'700	19'900	28'200
Arbeitsplätze (Jahr 2001)	2'751	15'159	16'573	5'252
Entwicklungsschwerpunkte	Unter-Affoltern	Neu-Oerlikon	Leutschenbach	-

Quelle: Stadt Zürich, Statistik Stadt Zürich, GIS

Verkehrstechnisch gliedert sich das Gebiet Zürich Nord wie folgt: drei Autobahnanschlüsse (Zürich-Affoltern, Zürich-Seebach und Zürich-Aubugg), 12 Buslinien (davon zwei Trolley-

buslinien), 5 Tramlinien, zwei S-Bahn Haltestationen (Affoltern und Seebach), SBB Bahnhof Oerlikon mit 70'000 Personen pro Tag (SBB, 2006). Die neue Tramlinie der „Glattalbahn“ befindet sich zurzeit im Bau. Eine neue Tramlinie zwischen Oerlikon und Affoltern ist in der Planung. Der internationale Flughafen Zürich-Kloten ist nur wenige Kilometer entfernt und in wenigen Minuten per Bahn oder mit dem PW zu erreichen.

2.2 Vorgehen

Der erste Arbeitsschritt umfasst die Analyse der bisherigen Entwicklung. Durch deskriptive Statistik wird die Veränderung im Zeitraum der letzten 30 Jahre beschrieben. Die Daten sind Zeitreihen zu den Themen Wohnen und Arbeiten, Mobilitätswerkzeuge und Verkehrsmittelwahl sowie Bildung und Einkommen.

Der zweite Schritt befasst sich mit der Schätzung von Verkehrsnachfrage und Modal-Split. Dazu werden Zusammenhänge der Bevölkerungsstruktur mit dem Verkehrsverhalten abgeleitet. Mittels disaggregierten Daten auf Personenebene werden ein Modell für die Verkehrsleistung und je ein Modell für die Verkehrsmittelwahl Langsamverkehr (LV), motorisierter Individualverkehr (MIV) und den öffentlichen Verkehr (ÖV) entwickelt.

Der dritte Arbeitsschritt beinhaltet die Voraussage der zukünftigen Bevölkerungsveränderungen und der gesellschaftlichen Entwicklung und die daraus abgeleiteten Auswirkungen auf das Verkehrsverhalten. Dazu werden ein Trendszenario und ein Alternativszenario gebildet.

2.3 Methoden der Regressionsanalysen

2.3.1 Multivariate lineare Regression

Es wird die Abhängigkeit einer interessierenden Variablen von verschiedenen Einflussgrößen (Merkmalen) mit ihren Ausprägungen untersucht. Diese statistische Ursache-Wirkungsbeziehung wird durch eine Regressionsfunktion beschrieben. Bei einer multivariaten (multiplen) linearen Funktion ist die Beziehung linear, das heisst dass die abhängige Variable durch eine lineare Kombination der Merkmale erklärt werden kann. Die multiple Regressionsgleichung beschreibt mit k Merkmalen eine (k+1)-dimensionale Fläche.

Variablen:

$$(y_i, x_{i0}, x_{i1}, \dots, x_{ik})_{i=1, \dots, n}$$

Multivariate Regressionsgleichung: $y_i = b_0 + b_1 x_{i1} + \dots + b_k x_{ik} + \varepsilon_i$ oder $y = \mathbf{XB} + \varepsilon$

y_i ... abhängige Zielvariable

b_k ... Regressionskoeffizienten

\mathbf{B} ... Parametervektor

x_{ik} ... unabhängige, erklärende Variablen (Prädikatoren)

\mathbf{X} ... Regressormatrix

ε_i ... unbeobachtete Fehlervariable

Im linearen Regressionsmodell kann mit Erwartungswerten verfahren werden. Es können deshalb sowohl aggregierte wie auch disaggregierte Datensätze analysiert werden.

Die Modellgüte wird durch den multiplen Determinationskoeffizienten R^2 und durch den korrigierten Determinationskoeffizienten $R_{korrigiert}^2$ beschrieben. Beide geben die durch die unabhängigen Variablen beschriebene Variation der abhängigen Variable an. Der $R_{korrigiert}^2$ berücksichtigt die Anzahl der unabhängigen Variablen. Beide können Werte zwischen 0 und 1 annehmen.

Der Einfluss der unabhängigen Variablen in der Grundgesamtheit kann mit dem t-Wert bestimmt werden. Werte grösser 2 oder kleiner -2 stehen für einen mit $\alpha=0.05$ signifikanten Einfluss zur Erklärung des untersuchten Prozesses.

Der Einfluss unterschiedlicher Ausprägungen der unabhängigen Variablen kann mit dem Regressionskoeffizienten b_j beurteilt werden. Eine Erhöhung der Ausprägung der unabhängigen Variable um eine Einheit bewirkt eine Veränderung der abhängigen Variable um den Faktor b_j . Um eine Vergleichbarkeit der verschieden skalierten Regressionskoeffizienten zu ermöglichen, können diese standardisiert werden. Ein Regressionskoeffizient von < 0 bedeutet einen negativen Einfluss, einer von 0, dass die Ausprägung der unabhängigen Variable keinen Einfluss auf die abhängige Variable hat und ein Koeffizient > 0 einen positiven Einfluss auf den Wert der abhängigen Variable.

2.3.2 Binär logistische Regression

Es wird die Wahrscheinlichkeit aus der Grundgesamtheit für das Eintreten eines Ereignisses untersucht. Die abhängige Variable ist eine „Dummy-Variable“, sie besitzt nur die Ausprägungen 1 (Ereignis tritt ein) oder 0 (Ereignis tritt nicht ein). Die Grundidee einer logistischen Regression (Logit-Modell) ist das Verhältnis von $P(Y=1)$ zur Gegenwahrscheinlichkeit $1-P(Y=1)$ bzw. $P(Y=0)$, der „Odds“. „Logit“ beschreibt den logarithmierten „Odds“.

Logistische Regressionsgleichung:
$$P(Y = 1 | X) = \frac{\exp(b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_k x_k)}{1 + \exp(b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_k x_k)}$$

$$\text{aus } \text{Logit}(Y_{1/0}) = \ln \frac{P(Y = 1)}{1 - P(Y = 1)}$$

P ... Eintretenswahrscheinlichkeit

$Y = 1$... Ereignis

$Y = 0$... Gegenereignis

X ... Regressionsmatrix (erklärende Variablen)

b_k ... Logit- oder Regressionskoeffizienten

Dieses diskrete Entscheidungsmodell ist nicht linear, so dass die Entscheidung für den individuellen Fall modelliert wird.

Die Modellgüte kann durch die relative Devianzreduktion mit einem Pseudo- R^2 (dem R^2 aus der Linearen Regression ähnlich) beurteilt werden. Diese vergleicht das Nullmodell, das nur die Konstante beinhaltet mit dem erweiterten Modell mit den unabhängigen Variablen. Nagelkerke (1991) schlägt eine um die Anzahl der unabhängigen Variablen korrigierte Version vor. Das Pseudo- R^2 nach Nagelkerke kann Werte von 0 bis 1 erreichen.

Der Gesamtprozentsatz der richtigen Vorhersagen ist eine Prüfgrösse für das Modell. Die beobachtete Wahl der Alternative wird dabei mit der durch das Modell vorhergesagten Wahl verglichen.

Der Einfluss der unabhängigen Variablen in der Grundgesamtheit kann mit dem Hypothesentest nach Wald (Wald-Test) bestimmt werden. Grosse Werte stehen für einen grossen Einfluss zur Erklärung der Entscheidung. W ist asymptotisch χ^2 -verteilt. Damit können aus einer Tabelle mit der geforderten Wahrscheinlichkeit für einen Freiheitsgrad von $df=1$ Vergleichswerte

te bestimmt werden (für obere Begrenzung mit $p=0.10$; 0.90 ; 0.995 folgt ein Wert von 0.016 ; 2.71 ; 7.88).

Der Einfluss unterschiedlicher Ausprägungen der unabhängigen Variablen kann mit dem Effektkoeffizienten e^{b_k} beurteilt werden. Eine Erhöhung der Ausprägung der unabhängigen Variable um eine Einheit bewirkt eine Vervielfachung des Wahrscheinlichkeitsverhältnisses (Odds) um den Faktor e^{b_k} . Somit bedeutet ein Effektkoeffizient von 0 bis 1 eine Verminderung der Eintretenswahrscheinlichkeit für $Y=1$, einer von 1 , dass die Ausprägung der unabhängigen Variable keinen Einfluss auf die Entscheidung hat und ein Koeffizient grösser 1 eine Steigerung der Eintretenswahrscheinlichkeit für $Y=1$ bei einer Erhöhung des Wertes der unabhängigen Variable.

2.4 Datengrundlage

Für die Analyse der bisherigen Entwicklung der gesellschaftlichen Grössen Demografie, Haushaltsform, Bildung und Erwerbstätigkeit wurden die Daten den Vollerhebungen der Volkszählung in den Jahren 1970, 1980, 1990 und 2000 entnommen. Das Bundesamt für Statistik (BFS) führt diese obligatorische, schriftliche Befragung seit 1850 zur Aufzeichnung der demografischen, räumlichen, sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung der Schweiz durch. Es wurden ausschliesslich bereits aggregierte Daten aufbereitet.

Die Datengrundlage für die Modellierung von Verkehrsnachfrage und Modal-Split bildet die statistische Erhebung zum Verkehrsverhalten der Bevölkerung, der Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten. Dieser wurde durch das Bundesamt für Statistik (BFS) und das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) erstellt. Dabei wurde eine Stichprobe unter anderem zu folgenden Schwerpunkten telefonisch befragt: Besitz von Fahrzeugen, Führerausweisen und Abonnements; tägliches Verkehrsverhalten (Anzahl Wege, Zeitaufwand, Distanzen); Verkehrszwecke und Verkehrsmittelbenutzung.

Die detaillierten Angaben zum Mobilitätsverhalten bezüglich des Arbeitsweges konnten aus der Pendlerstudie der Stadt Zürich aus dem Jahre 2005 gewonnen werden. Fahrzeugbestandesstatistiken liefert das Strassenverkehrsamt des Kantons Zürich. Die Daten zur Beschreibung der Arbeitsstätten und Beschäftigten sind aus den periodisch durchgeführten Betriebszählungen der Stadt Zürich. Die Einkommensverhältnisse sind aus der Steuerstudie aus dem Jahr 2004 des Steueramtes der Stadt Zürich. Vorbereitet wurden diese Daten durch das statistische Amt der Stadt Zürich.

3 Retrospektive deskriptive Zeitreihen-Analyse

3.1 Wohnen und Arbeiten

Die Zahl der Einwohner in Zürich Nord ist in den 70er Jahren rasch gesunken (-11%). Seit 1990 steigt sie jedoch wieder an und liegt im Jahr 2005 bei 86'500 Einwohnern. Das sind noch 6'000 Einwohner weniger als 1970.

Die Zahl der Haushalte ist stetig gestiegen. Nur in den 90er Jahren hat diese abgenommen (-1.1%). Somit leben immer weniger Personen in einem Haushalt. Im Jahr 1990 hatte ein Haushalt im Mittel 36% weniger Mitglieder als noch 1970. Der Trend hat sich in den 90er Jahren stabilisiert. Die detaillierte Auswertung nach Jahren zeigt Tabelle 2.

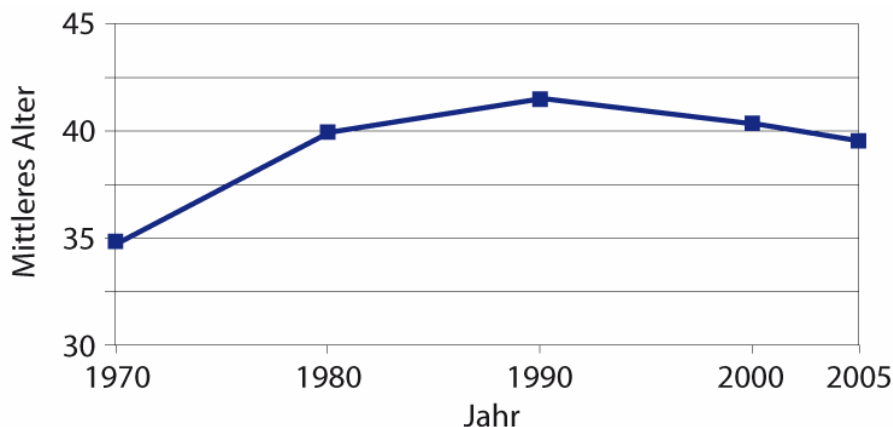
Tabelle 2 Haushalte und Einwohner in Zürich Nord

	1970	1980	1990	2000	2005
Haushalte	34'382	38'311	40'978	40'547	-
+/- Vorwert in %	-	11.4	7.0	-1.1	-
Einwohner	92'441	82'259	80'640	82'586	86'511
+/- Vorwert in %	-	-11.0	-2.0	2.4	4.8
Ø Personen/ Haushalt	2.7	2.1	2.0	2.0	

Quelle: Volkszählung, Statistik Stadt Zürich

Das Durchschnittsalter der Bevölkerung von Zürich Nord stieg von 34.9 Jahren (1970) auf einen Wert von 41.4 Jahren (1990). In den folgenden Jahren sank das mittlere Alter auf 39.5 (2005). In der Grafik 1 ist der Verlauf der vergangenen 35 Jahre dargestellt.

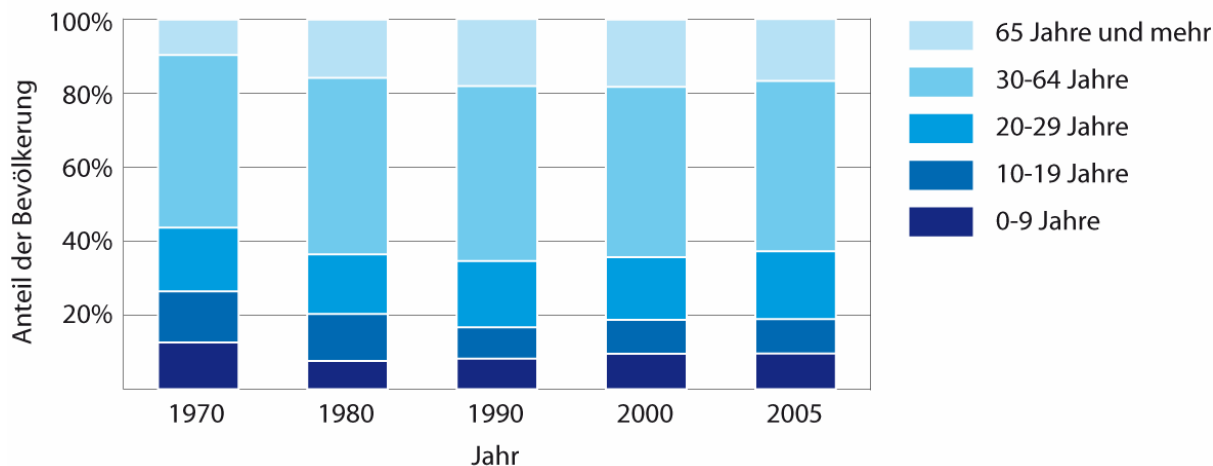
Grafik 1 Durchschnittsalter in Zürich Nord 1970 - 2005



Quelle: Volkszählung, Statistik Stadt Zürich

Die Altersstruktur hat sich in den 70er Jahren stark gewandelt. Der Anteil der bis Neunjährigen hat stark abgenommen, die Zahl lag 1980 um 46.1% tiefer als zehn Jahre früher. Die Personen mit 65 Jahren und älter haben in derselben Periode um 46.6% zugenommen. In den 80er und 90er Jahren stabilisierte sich die Verteilung. Ein Fortführen der Entwicklung der bis Neunjährigen später in höheren Klassen kann eindeutig nur in den 90er Jahren mit dem Rückgang der 10 bis 19 Jährigen beobachtet werden. Die Veränderungen sind somit hauptsächlich aus Zu- und Wegzug von Bewohnern zu erklären. Der Anteil der 20 bis 29 Jährigen war im 2005 grösser als in allen anderen Jahren. Die Anteile und deren Tendenzen können der Grafik 2 und die genauen Werte der Veränderungen der Tabelle 3 entnommen werden.

Grafik 2 Altersstruktur in Zürich Nord 1970 - 2005



Quelle: Volkszählung, Statistik Stadt Zürich

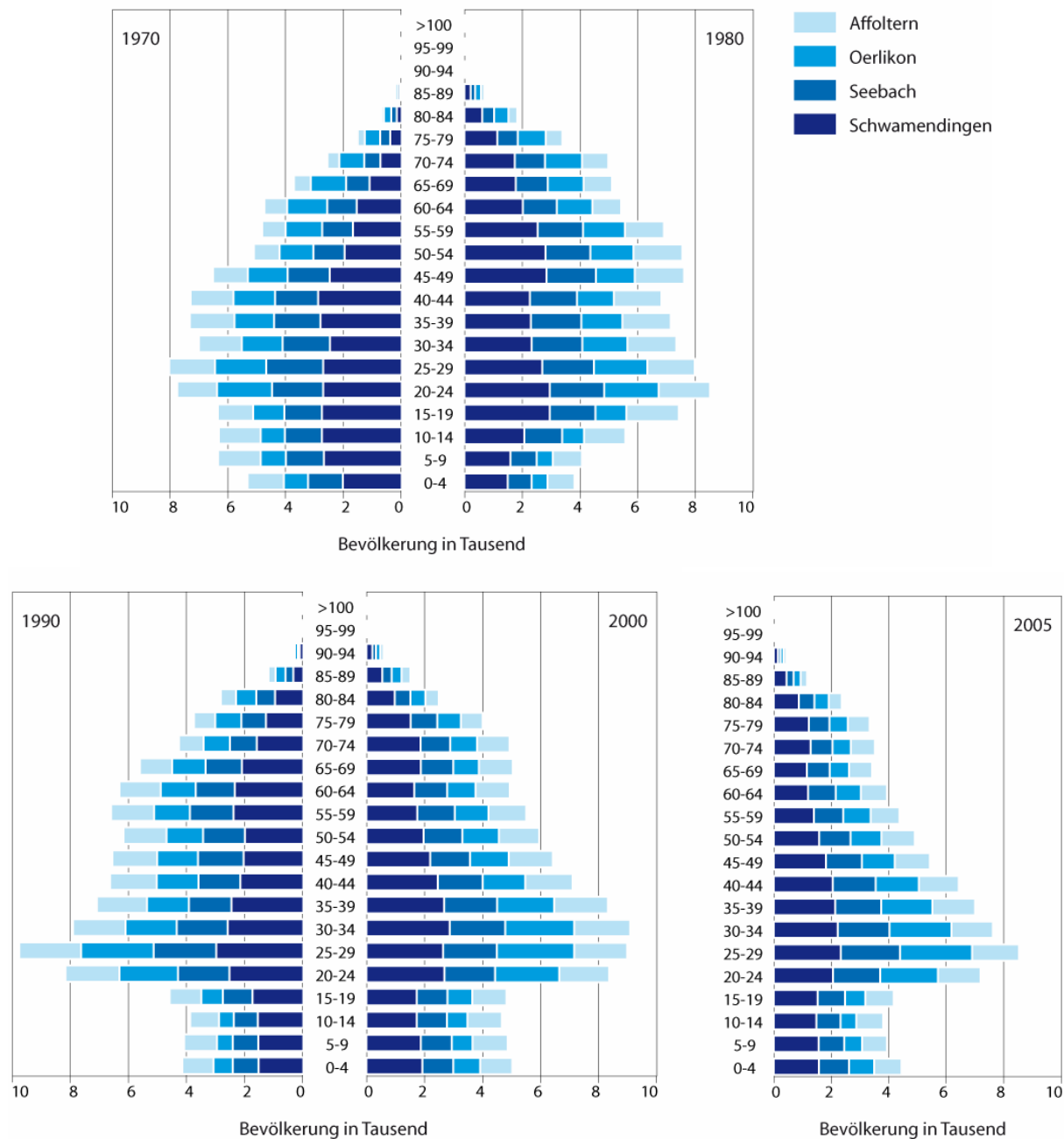
Tabelle 3 Veränderung der Altersstruktur in Zürich Nord 1970 – 2005 (+/- Vorwert in %)

	1970-1980	1980-1990	1990-2000	2000-2005
0-9 Jahre	-46.1	5.1	19.5	5.8
10-19 Jahre	-18.1	-34.6	11.6	5.0
20-29 Jahre	-16.7	9.1	-3.5	13.3
30-64 Jahre	-9.1	-2.8	-0.3	4.9
65 und mehr	46.6	12.0	3.2	-4.2
Gesamt	-11.0	-2.0	2.4	4.8

Quelle: Volkszählung, Statistik Stadt Zürich

Die Darstellungen in Grafik 3 zeigen die demografische Veränderung von Zürich Nord seit 1970 unter Einbezug der Entwicklung in den einzelnen Quartieren.

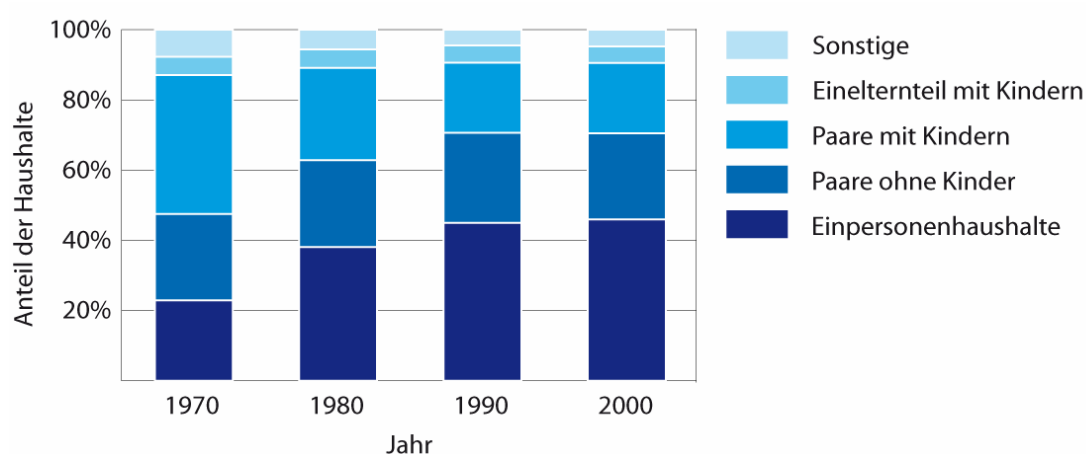
Grafik 3 Altersstruktur in Zürich Nord 1970-2005 nach Quartieren



Quelle: Volkszählung, Statistik Stadt Zürich

Die Haushalte werden in vier Kategorien eingeteilt: Einpersonenhaushalte, Einzelnernteil mit Kindern, Paare mit und Paare ohne Kinder. Der Anteil der Einpersonenhaushalte hat sich in den 30 Jahren verdoppelt, der Anteile der Paare mit Kindern hat sich halbiert. Die Veränderungen waren in den 90er Jahren nur noch klein. Der Anteil der Paare ohne Kinder und die Haushalte mit einem Elternteil mit mindestens einem Kind sind seit 1970 stabil geblieben. Die Anteile der Haushaltstypen sind in Grafik 6 abgebildet.

Grafik 4 Haushaltstypen in Zürich Nord 1970 – 2000



Quelle: Volkszählung

Die Zahl der Arbeitsstätten war in der Periode 1991 bis 1998 leicht rückläufig und steigt seit 1998 wieder an. Zwischen 1991 und 1995 hat die Zahl der Beschäftigten um 6'800 abgenommen. Bis 2001 wurden 4'500 Personen zusätzlich wieder beschäftigt. Die absoluten Werte und die relativen Veränderungen seit 1970 sind in Tabelle 4.

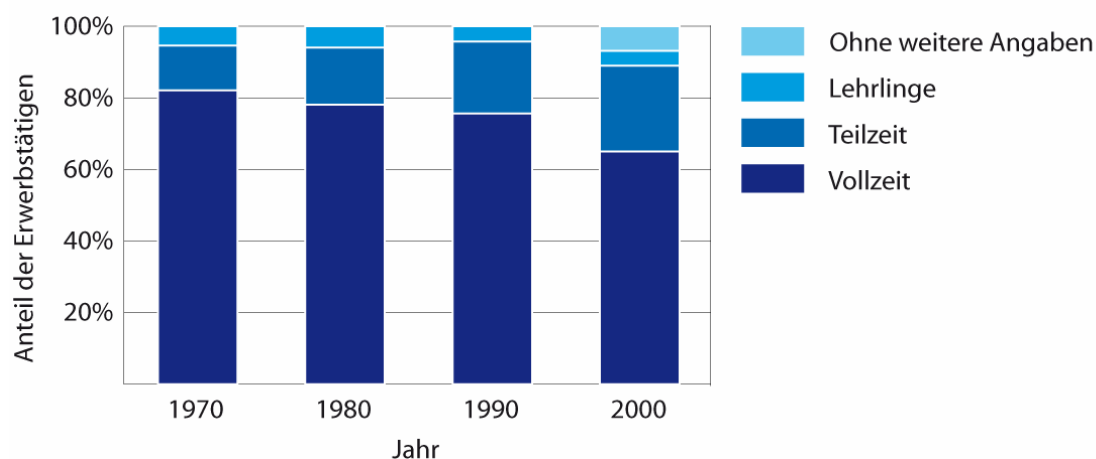
Tabelle 4 Arbeitsstätten und Beschäftigte in Zürich Nord

	1991	1995	1998	2001
Arbeitsstätten	3'500	3'407	3'362	3'375
+/- Vorwert in %	-	-2.7	-1.3	0.4
Beschäftigte	42'021	35'220	36'263	39'735
+/- Vorwert in %	-	-16.2	3.0	9.6

Quelle: Statistik Stadt Zürich, Betriebszählungen

Der Anteil der Erwerbstätigen in der Bevölkerung¹ hat zwischen 1970 und 1990 von 73.4% auf 78.1% zugenommen und lag im Jahr 2000 bei 76.2%. Der Anteil der Vollzeitstätigen an den Beschäftigten ist von 82.1% auf 65.1% gesunken. Erhöht hat sich der Anteil der Teilzeit arbeitenden von 12.5% auf 24.0% aller Erwerbstätigen. In Zürich Nord arbeiten die Einwohner folglich im 2000 im Mittel deutlich weniger als noch 1970 (Grafik 7 und Tabelle 5).

Grafik 5 Erwerbstätigkeit der Bevölkerung² in Zürich Nord 1970 - 2000



Quelle: Volkszählung

Tabelle 5 Veränderung der Gruppen von Erwerbstätigen in Zürich Nord 1970 – 2000 (+/- Vorwert in %)

	1970-1980	1980-1990	1990-2000
Vollzeit	-14.3%	-1.8%	-16.7%
Teilzeit	14.5%	28.3%	15.6%
Lehrlinge	0.2%	-27.0%	-7.9%
Total Erwerbstätige	-9.9%	1.5%	-3.2%

Quelle: Volkszählung

¹ Basis: Bewohner im Alter von 15 bis 64 Jahren

² Basis: Bewohner im Alter von 15 bis 64 Jahren

Das absolute Beschäftigungsdefizit ohne Berücksichtigung der Branchen hat sich von 1990 bis 2000 erhöht (Tabelle 6).

Tabelle 6 Verhältnis Erwerbstätige/ Beschäftigte Zürich Nord

	1990	2000
Erwerbstätige	43'936	42'546
Beschäftigte ³	42'000	39'000
Beschäftigungsdefizit	1'936	3'546
+/- Vorwert in %	-	83.2

Quelle: Statistik Stadt Zürich, Betriebszählungen

3.2 Mobilitätswerkzeuge und Verkehrsmittelwahl

Für die Mobilitätswerkzeuge Personenwagen, GA-, Halbtax-, ZVV-Abo- und Gleis7-Besitz sind nur lückenhafte Zeitreihen vorhanden. Sowohl der GA-Besitz als auch der Halbtax-Besitz waren im 2006 tiefer als 2003, wie Tabelle 7 zeigt. Dieses Resultat könnte gemäss SBB die Folge der ab 2006 veränderten Vorgehensweise zur Ermittlung des Abobesitzes sein. Mit 9.5 Personen pro Abo liegt die Besitzquote des Gleis7 (nur Berechtigte) wesentlich höher als die Quote des GAs mit 20.2 Personen pro Abo.

³ Schätzwerte aus: 1991 mit 42'021 und 1998 (2001) mit 36'263 (39'735) Beschäftigten

Tabelle 7 Mobilitätswerkzeuge Zürich Nord

	1982	1992	2003/04	2006
Personen ⁴ / PW	2.4	2.4	2.5	-
Personen ⁵ / GA	-	-	17.6	20.2
Personen ⁶ / Halbtax	-	-	3.1	3.3
Personen ⁷ / ZVV-Abo	-	-	6.0	-
Personen ⁸ / Gleis7	-	-	-	9.5

Quelle: Strassenverkehrsamt des Kantons Zürich, Statistik Stadt Zürich, SBB

Der Fahrzeugbestand im Gebiet Zürich Nord der natürlichen Personen ist sehr stabil (Tabelle 8). Die Anzahl Fahrzeuge von Unternehmungen hat sich in der Periode von 1982 bis 2004 mehr als verdoppelt.

Tabelle 8 Fahrzeugbestand Zürich Nord

	1982	1985	1992	1996	2001	2004
natürliche Personen	26'378	25'340	26'710	26'417	26'437	26'498
+/- Vorwert in %	-	-3.9	5.4	-1.1	0.1	0.2
juristische Personen	2395	3419	4607	4892	5834	5847
+/- Vorwert in %	-	42.8	34.7	6.2	19.3	0.2
Total	28'773	28'759	31'317	31'309	32'271	32'345
+/- Vorwert in %	-	0.0	8.9	0.0	3.1	0.2

Quelle: Strassenverkehrsamt des Kantons Zürich, Statistik Stadt Zürich

⁴ nur natürliche Personen, Bevölkerung (Alter 20 bis 79 Jahre)

⁵ Bevölkerung (Alter 15 bis 99 Jahre)

⁶ Bevölkerung (Alter 15 bis 99 Jahre)

⁷ Bevölkerung (Alter 15 bis 99 Jahre)

⁸ Bevölkerung (Alter 15 bis 24 Jahre)

In Zürich Nord gab es im Jahr 1990 gut 2'000 Binnenpendelnde mit Wohnort Kreis 11/12 und Arbeitsort in der Stadt Zürich oder Wohnort übrige Kreise und Arbeitsort in den Kreisen 11/12 weniger als noch im Jahr 1990. Die Binnenpendler mit Wohn- und Arbeitsort in Zürich Nord haben in derselben Periode zusätzlich um gut 3'000 Personen abgenommen.

Die relativen Veränderungen bezüglich der Beschäftigten respektive der Erwerbstätigen sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

Tabelle 9 Pendler Zürich Nord

	% der Beschäftigten ⁹			% der Erwerbstätigen ¹⁰		
	1990	2000	+/- ¹¹	1990	2000	+/- ¹²
Zupendler	53.3	59.3	12.4 (11.2)	-	-	-
Binnen-Zupendler ¹³	16.1	20.0	25.6 (24.3)	-	-	-
Wegpendler	-	-	-	22.7	28.1	17.3 (23.6)
Binnen- Wegpendler ¹⁴	-	-	-	51.5	53.3	-1.8 (3.5)
Binnenpendler ¹⁵	30.6	20.7	-31.5 (-32.2)	25.8	18.6	-31.5 (-27.8)
Total	100.0	100.0	1.1	100.0	100.0	-5.2
<i>Binnenpendler (Stadt)</i> ¹⁶	46.7	40.7	(12.8)	77.3	71.9	(10.0)

Quelle: Volkszählung, Statistik Stadt Zürich

Der Modal-Split zeigt in Zürich Nord im Jahr 2000 die Verteilung 5.5% Langsamverkehr (LV), 41.0% motorisiertem Individualverkehr (MIV) und 53.4% öffentlichem Verkehr (ÖV) (Grafik 8). Der bereits hohe Anteil des öffentlichen Verkehrs hat sich zu Lasten des Lang-

⁹ Basis 1990 (2000): 32'666 (33'018) Beschäftigte

¹⁰ Basis 1990 (2000): 38'767 (36'769) Erwerbstätige

¹¹ Anteils-Veränderung in Klammer

¹² Anteils-Veränderung in Klammer

¹³ Binnenzupendelnde sind Erwerbstätige mit Wohnort in den übrigen Kreisen der Stadt Zürich und Arbeitsort in den Kreisen 11/12.

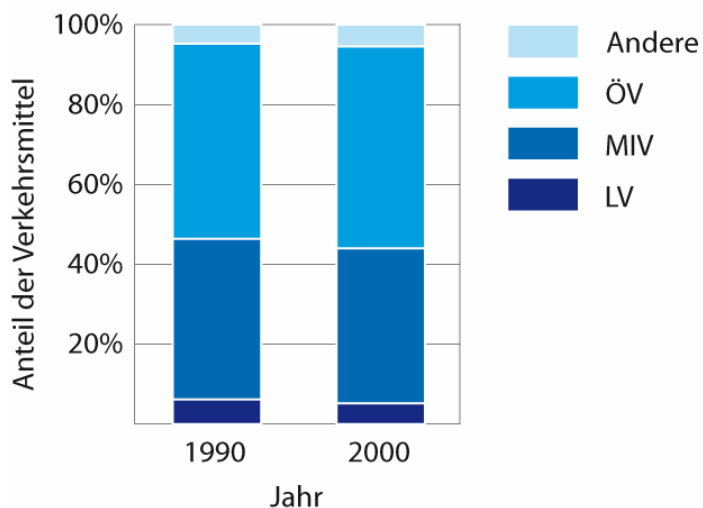
¹⁴ Binnenwegpendelnde sind Erwerbstätige mit Wohnort in den Kreisen 11/12 und Arbeitsort in den übrigen Kreisen der Stadt Zürich.

¹⁵ Binnenpendelnde sind Erwerbstätige mit Wohnort und Arbeitsort in den Kreisen 11/12.

¹⁶ Binnenpendelnde (Stadt) sind Erwerbstätige mit Wohnort in den Kreisen 11/12 und Arbeitsort in einem beliebigen Kreis der Stadt Zürich.

samverkehrs und des Individualverkehrs in den 90er Jahren um 2.2% erhöht. Das Stichjahr 1990 fällt mit der Inbetriebnahme der S-Bahn Zürich zusammen.

Grafik 6 Modal-Split der Erwerbstätigen und Beschäftigten in Zürich Nord 1990 und 2000



Quelle: Statistik Stadt Zürich

Bei den Binnenpendlern als auch den Binnen-Zupendlern und Binnen-Wegpendlern dominiert der öffentliche Verkehr als Verkehrsmittel (Tabelle 10 und Tabelle 11). Von zehn der in Zürich Nord wohnhaften und in der Stadt Zürich arbeitenden Personen (oder umgekehrt) benutzen über sechs den öffentlichen Verkehr. Dieser hat bei den Wegpendlern die Anteile am stärksten erhöht.

Tabelle 10 Modal-Split¹⁷ der Arbeitspendler in Zürich Nord (in %)

	LV		MIV		ÖV	
	1990	2000	1990	2000	1990	2000
Zupendler	1.2	0.9	62.1	59.3	36.7	39.8
Wegpendler	4.3	2.8	61.2	53.3	34.6	43.9
Binnen-Zupendler ¹⁸	3.6	3.9	36.6	30.6	59.8	65.5
Binnen-Wegpendler ¹⁹	3.1	4.6	23.3	22.6	73.5	72.8
Binnenpendler ²⁰	28.8	28.3	29.6	30.1	41.6	41.6
<i>Binnenpendler (Stadt)</i> ²¹	9.9	9.3	27.0	25.8	63.1	64.9
<i>Total</i>	6.5	5.5	42.2	41.0	51.2	53.4

Quelle: Volkszählung, Statistik Stadt Zürich

Tabelle 11 Pendler-Entwicklung²² Zürich Nord 1990/ 2000 (in %)

	LV	MIV	ÖV	Total
Zupendler	-22.1	6.7	21.2	12.4
Wegpendler	-26.6	-0.9	44.5	17.3
Binnenpendler (Stadt)	-11.9	-11.0	-4.0	-6.2

Quelle: Volkszählung, Statistik Stadt Zürich

¹⁷ Ohne Angaben zur Verkehrsmittelwahl 1990 (2000): 4.8% (5.5%)

¹⁸ Binnenzupendelnde sind Erwerbstätige mit Wohnort in den übrigen Kreisen der Stadt Zürich und Arbeitsort in den Kreisen 11/12.

¹⁹ Binnenwegpendelnde sind Erwerbstätige mit Wohnort in den Kreisen 11/12 und Arbeitsort in den übrigen Kreisen der Stadt Zürich.

²⁰ Binnenpendelnde sind Erwerbstätige mit Wohnort und Arbeitsort in den Kreisen 11/12.

²¹ Binnenpendelnde (Stadt) sind Erwerbstätige mit Wohnort in den Kreisen 11/12 und Arbeitsort in einem beliebigen Kreis der Stadt Zürich.

²² Ohne Angaben zur Verkehrsmittelwahl 1990 (2000): 4.8% (5.5%)

3.3 Bildung und Einkommen

Der Median des Einkommens von Alleinstehenden als auch von Ehepaaren in Zürich Nord ist langjährig annähernd konstant. 1999 war die Schwankung mit einem plus von rund 6% in beiden Kategorien ausserordentlich gross. Tabelle 12 zeigt die detaillierte Einkommensentwicklung.

Tabelle 12 Entwicklung des Medians des Jahreseinkommens in Zürich Nord (inflationsbereinigt)

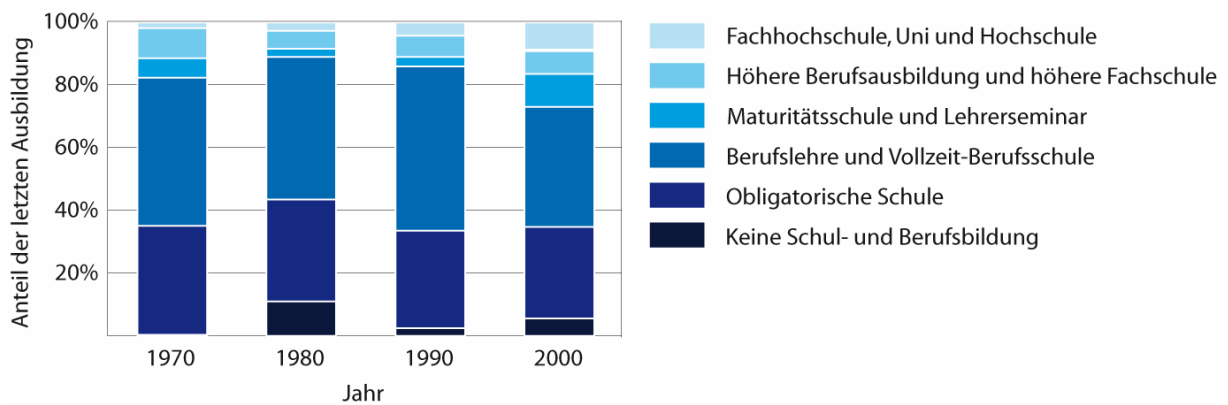
	Alleinstehende		Ehepaare	
	CHF	Veränderung Vorjahr in %	CHF	Veränderung Vorjahr in %
1993	34'330		57'960	
1994	33'520	-2.3	56'290	-2.9
1995	33'890	1.1	55'730	-1.0
1996	32'640	-3.7	53'570	-3.9
1997	31'900	-2.2	52'050	-2.9
1998	30'960	-2.9	50'140	-3.7
1999	32'980	6.5	53'340	6.4
2000	33'300	1.0	54'080	1.4
2001	34'520	3.7	55'530	2.7
2002	34'420	-0.3	54'470	-1.9
2003	33'430	-2.9	54'390	-0.2
Kleinster Wert		CHF 30'960		CHF 50'140
Grösster Wert		CHF 34'520		CHF 57'060

Quelle: Statistik Stadt Zürich, Steueramt der Stadt Zürich

Die häufigste letzte abgeschlossene Ausbildung ist in allen Perioden ist die Berufslehre, gefolgt vom obligatorischen Schulabschluss (Grafik 9). Beide sind als letzte Abschlüsse jedoch rückläufig. Stetig gestiegen ist die Anzahl Bewohner mit einem Fachhochschul-, Uni- oder Hochschulabschluss. Die Maturitätsschule und das Lehramt haben in der Periode 1990-2000

als letzte Ausbildung stark zugenommen. Personen mit keinem Schul- oder Berufsabschluss sind starken Schwankungen unterworfen.

Grafik 7 Letzte abgeschlossene Ausbildung der Bevölkerung²³ in Zürich Nord 1970 - 2000



Quelle: Volkszählung

²³ Bevölkerung (Alter 15 bis 99 Jahre)

4 Modellbildung

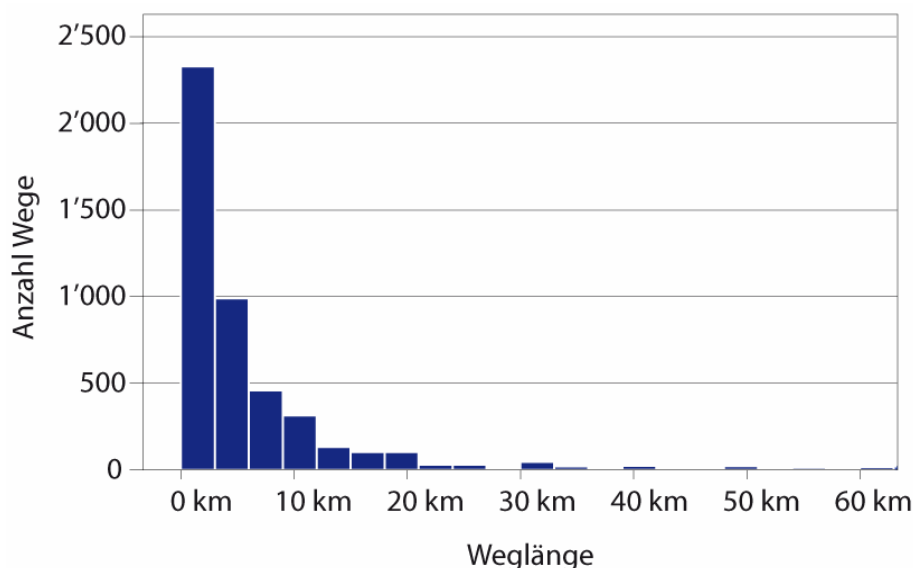
Untersucht wird die Stichprobe der Bewohner der Stadt Zürich. Die Daten stammen aus dem Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten und liegen auf der Personenebene vor. Die Auswertungen erfolgen auf der Stufe „Weg“. Zu einem Weg werden alle Etappen zwischen zwei Aktivitäten aufsummiert.

Die Stichprobe umfasst 1'271 Zielpersonen mit 4'812 Wegen. Das Durchschnittsalter beträgt 46.8 Jahre, die Geschlechterverteilung 52.2% weiblich zu 47.8% männlichen Personen. Der Median des Einkommens liegt im Bereich zwischen 6001 und 8000 Franken pro Monat. Die Haushaltstypen sind wie folgt verteilt: 39.3% Einpersonenhaushalt, 33.2% Familienhaushalt, 24.4% kinderlose Ehepaare. 41.7% der Personen sind vollerbstätigt, 14.3% gehen einem Teilerwerb nach. 12.5% der Befragten sind zurzeit in einer Vollzeitausbildung. Der Anteil der Personen mit einer Lehre oder einer Matura als höchsten Schulabschluss liegt bei 52.9%, der mit einem höheren Abschluss oder einer universitären Ausbildung liegt bei 24.9%.

Einen Führerschein besitzen 64.6% der Befragten, bei 29.1% ist ein Personenwagen verfügbar. Der Halbtaxbesitz ist 54.8%, der Saisonticketbesitz²⁴ 47.5% und ein GA haben 9.9% der Zielpersonen der Stichprobe. Die Fahrtzwecke sind aufgeteilt in 41.3% Freizeitfahrten, 25.7% berufliche Wege und 22.0% Wege zum Einkaufen. Der Modal-Split der Anzahl Wege liegt bei 42.1/30.2/27.7% Langsamverkehr/ motorisierter Individualverkehr/ öffentlicher Verkehr. Die mittlere Anzahl Wege beträgt 6.8 Wege pro Tag, die mittlere Weglänge 8.8 Kilometer und die mittlere Tagesdistanz (Summe der Wege an einem Tag) 35.5 Kilometer pro Person. Die Grafik 10 zeigt die Verteilung der Wegelängen bis 60 Kilometer.

²⁴ Jahres-, Monats- und Wochenabonnemente

Grafik 8 Histogramm der Wegelängen der Stichprobe



Auf die Abbildung der geografischen Lage und der Lage zum Zentrum wird verzichtet. Die Bewohner der Stadt Zürich sind alle sehr gut erschlossen und sind innerhalb des Metropolitanraumes Zürich bereits im Oberzentrum.

Die Modellschätzungen erfolgen für die Verkehrsmengen und den Modal-Split getrennt. Für die Regressionsanalysen werden metrische, nominale und binäre Variablen verwendet. Kategorische Variablen mit n Ausprägungen werden in $n-1$ binäre Variablen umkodiert. Die n -te Ausprägung wird über den Nullwert in allen n Variablen realisiert.

4.1 Personenverkehrsleistung

Für die Erklärung der Zusammenhänge zwischen gesellschaftlichen und sozi-ökonomischen Merkmalen mit der Verkehrsnachfrage einer Person wird die multiple lineare Regression angewendet. Gesucht ist die Anzahl Personenkilometer, die von einer definierten Person zurückgelegt werden. Diese abhängige Variable ist die Weglänge nach Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten in Kilometer. Die Wegdaten wurden für jede erfasste Person aggregiert.

Folgende Merkmale wurden auf ihren Einfluss auf die Verkehrsmenge untersucht:

- Alter
- Geschlecht
- Einkommen
- Haushalttyp
- Art der Erwerbstätigkeit
- Ausbildung
- Besitz von Mobilitätswerkzeugen

Der Einfluss der Variable Alter ist nicht linear. Sowohl Kinder als auch ältere Personen haben eine von den übrigen Personen abweichende zu- respektive abnehmende Verkehrsnachfrage. Deshalb werden das Alter und das Alter im Quadrat durch 100 verwendet.

Das Merkmal Geschlecht ist binär kodiert. Der Wert 0 beinhaltet die Referenzkategorie „männlich“, der Wert 1 bedeutet „weiblich“.

Das Einkommen wird wie im Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten vorgeschlagen in acht Klassen eingeteilt: Monatliches Einkommen unter 2'000, Zwischen 2'000 und 4'000, zwischen 4'001 und 6'000 Franken ... zwischen 12'001 und 14'000 Franken, über 14'000 Franken. Der Haushalttyp weist folgende Ausprägungen auf: Einpersonenhaushalt, kinderloser Zweipersonenhaushalt und Familie (Haushalte mit drei Personen und mehr).

Die Art der Erwerbstätigkeit wird mit den Varianten vollzeit, teilzeit und nicht erwerbstätig beschrieben. Zielpersonen, die zum Zeitpunkt der Stichprobe ein Berufslehre oder eine hauptamtliche Schulausbildung absolvierten, sind in der Ausprägung „in Ausbildung“ zusammengefasst. Mit den Ausprägungen Lehre oder Matura, und höherer Abschluss oder Uni wird die letzte abgeschlossene Ausbildung der Zielperson erfasst. Personen mit dem obligatorischen Schulabschluss oder gar keinem Schulabschluss bilden die Referenzkategorie. Mit der Bildung wird indirekt die Stellung einer Person in der Gesellschaft beschrieben.

Für den Besitz von Mobilitätswerkzeugen werden einerseits die Merkmale des motorisierten Individualverkehrs mit dem Führerscheinbesitz und der Personenwagen-Verfügbarkeit untersucht. Ein Personenwagen gilt als verfügbar, wenn das Verhältnis der Anzahl der Personenwagen zur Anzahl der Führerausweise in einem Haushalt grösser oder gleich 0.5 ist und die Zielperson einen Führerausweis besitzt. Andererseits werden die Verfügbarkeitsmerkmale des

öffentlichen Verkehrs mit Saisonabo-, Halbtax- und GA-Besitz beschrieben. Mit Saisonabonnement werden alle Jahres-, Monats- und Wochenabonnemente ohne GA und Halbtaxabo erfasst. Mobilitätswerkzeuge sind sehr interessant, weil sie gegen höhere fixe Kosten die variablen Kosten der Verkehrsleistung eines Verkehrsmittels senken können.

Das Modell für die Personenverkehrsmenge zeigt insgesamt einen kleinen Erklärungsgrad mit einem R-Quadrat von 0.041. Die realisierte Verkehrsmenge pro Person ist annähernd konstant. Dies deutet auch die schiefe Verteilung der Wegelängen in Grafik 8 an.

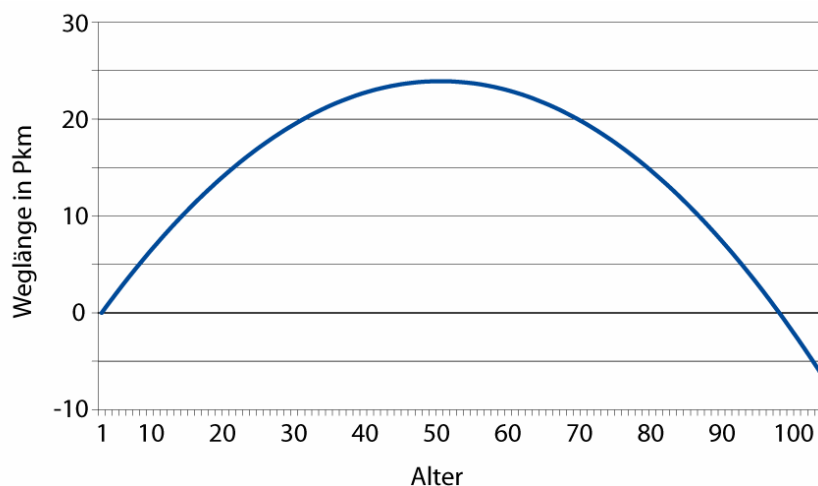
Die Variablen in Tabelle 13 werden in das Modell aufgenommen.

Tabelle 13 Modell für die Personenverkehrsleistung pro Person und Tag

	Regressions- Koeffizient	Standardisierter Regressions- Koeffizient	t-Wert	Signifikanz
Alter	0.972	0.304	2.241	0.025
Alter-Quadrat / 100	-0.988	-0.299	-2.152	0.032
Einkommen in Klassen	3.053	0.073	2.513	0.012
Vollzeit erwerbstätig	9.757	0.072	2.175	0.030
PW verfügbar	7.929	0.054	1.847	0.065
GA-Besitz	25.793	0.115	4.117	0.000
Konstante	-4.560	-	-0.477	0.633
R-Quadrat	0.041		Wald-Test	9.023
Korrigiertes R-Quadrat	0.037		N=	1271

Das Alter erklärt diese Personenverkehrsleistung nach Grafik 9.

Grafik 9 Beitrag der Variable Alter zur Verkehrsleistung



Mit zunehmendem Einkommen steigt die nachgefragte Verkehrsmenge an. Personen die vollzeit arbeiten realisieren längere Wege als Personen, die nur teilzeit oder gar nicht arbeiten. Die Verfügbarkeit eines PWs und der GA-Besitz erklären eine Erhöhung der Verkehrsmenge gegenüber der übrigen Personen.

Für die Ausprägungen der Variablen Geschlecht, Haushalttyp und Ausbildung kann kein direkter Zusammenhang mit der Verkehrsnachfrage auf der Personenebene nachgewiesen werden.

4.2 Verkehrsmittelwahl

Für die Erklärung der Zusammenhänge zwischen gesellschaftlichen, sozi-ökonomischen und verkehrlichen Merkmalen mit der Verkehrsmittelwahl einer Person wird die binär logistische Regression (Logit-Modell) angewendet. Gesucht ist die Wahrscheinlichkeit, mit welcher sich eine definierte Person für ein Verkehrsmittel zur Fortbewegung eines beschriebenen Weges entscheidet. Die Verkehrsmittel werden unterschieden in Langsamverkehr (LV), motorisierten Individualverkehr (MIV) und den öffentlichen Verkehr (ÖV). Für jedes der drei Verkehrsmittel wird ein separates Modell geschätzt.

Folgende Merkmale wurden auf ihren Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl untersucht:

- Alter
- Geschlecht
- Einkommen
- Haushalttyp
- Art der Erwerbstätigkeit
- Ausbildung
- Besitz von Mobilitätswerkzeugen
- Fahrtzweck
- Weglänge

Die Merkmale Alter, Geschlecht, Einkommen, Haushalttyp, Art der Erwerbstätigkeit, Ausbildung und der Besitz von Mobilitätswerkzeugen werden gleich wie im Modell zur Verkehrsmenge verwendet. Beim Fahrtzweck wird zwischen Fahrten zu oder von der Arbeitsstätte, Fahrten zum Einkaufen und Fahrten des Freizeitverkehrs unterschieden. Die Weglänge ist die nach Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten ermittelte Länge eines Weges in Kilometer.

4.2.1 Modell Langsamverkehr (LV)

Das Entscheidungsmodell für den Langsamverkehr erklärt 79.7% aller Entscheidungen für oder gegen das Verkehrsmittel LV. Die Variablen in Tabelle 14 werden in das Modell aufgenommen.

Tabelle 14 Modell für die Verkehrsmittelwahl LV

	Logit- koeffizient	Effekt- Koeffizient	Wald- Testwert	Signifikanz
Weglänge	-0.373	0.689	584.175	0.000
Freizeitweg	0.278	1.320	12.969	0.022
Einkommen in Klassen	-0.081	0.922	11.208	0.001
Vollzeit erwerbstätig	-0.211	0.809	6.942	0.008
Höherer Schulabschluss	0.328	1.388	13.233	0.000
PW verfügbar	-0.549	0.577	39.179	0.000
Halbtax-Abo	0.310	1.363	13.907	0.000
Saisonticket	-0.582	0.559	48.678	0.000
GA-Besitz	0.499	1.647	11.833	0.001
Konstante	1.427	4.168	119.715	0.000
Prozentsatz der Richtigen	79.7%		N=	4293
Nagelkerkes Pseudo-R-Quadrat	0.423			

Mit steigender Weglänge sinkt die Attraktivität des Langsamverkehrs stark. Freizeitwege werden in der Stadt Zürich öfters zu Fuss oder mit dem Velo zurückgelegt als mit anderen Verkehrsmitteln. Ein höheres Einkommen und die Vollzeit-Erwerbstätigkeit wirken sich negativ auf die Wahl des LV aus. Personen mit einer höheren Ausbildung wählen den LV eher als die übrigen Personen. Die Verfügbarkeit eines PWs beeinflusst die Entscheidung zu ungunsten des LV.

Der Einfluss der ÖV-Abos ist unterschiedlich. Der Besitz eines Saisontickets wirkt sich negativ, ein Halbtax-Abo oder ein GA hingegen positiv auf den Entscheid aus. Dieses Ergebnis kann so erklärt werden: Halbtax-Abo- und GA-Besitzer sind langfristige ÖV-Kunden, viele nutzen ihr Abo auch nur gelegentlich. Saisonkartenbesitzer erwerben ihr Abo hingegen für eine Dauer bis maximal ein Jahr und zur gezielten Benutzung und werden deshalb sich systematisch weniger für den LV entscheiden.

4.2.2 Modell motorisierter Individualverkehr (MIV)

Das Entscheidungsmodell für den motorisierten Individualverkehr erklärt 78.3% aller Entscheidungen für oder gegen das Verkehrsmittel MIV. Die Variablen in Tabelle 15 werden in das Modell aufgenommen.

Tabelle 15 Modell für die Verkehrsmittelwahl MIV

	Logit- koeffizient	Effekt- Koeffizient	Wald- Testwert	Signifikanz
Weglänge	0.017	1.017	73.653	0.000
Arbeitsweg	-0.219	0.803	5.283	0.022
Weg zum Einkaufen	-0.422	0.656	16.454	0.000
Alter	-0.029	0.971	4.529	0.033
Alter-Quadrat / 100	0.030	1.030	4.550	0.033
Weiblich	-0.171	0.843	4.075	0.044
Einkommen in Klassen	0.066	1.068	6.601	0.010
Vollzeit erwerbstätig	0.343	1.409	11.413	0.001
Single-Haushalt	-0.409	0.664	21.140	0.000
Führerscheinbesitz	0.800	2.224	39.418	0.000
PW verfügbar	1.080	2.945	141.946	0.000
Halbtax-Abo	0.724	0.485	78.461	0.000
Saisonticket	-0.997	0.369	130.807	0.000
GA-Besitz	-1.045	0.352	30.510	0.000
Konstante	-0.521	0.594	2.828	0.093
Prozentsatz der Richtigen	78.3%		N=	4293
Nagelkerkes Pseudo-R-Quadrat	0.358			

Mit steigender Weglänge wird der MIV als Verkehrsmittel eher gewählt. Für Arbeitswege und Wege zum Einkaufen ist der MIV in der Stadt Zürich weniger attraktiv als der LV und ÖV. Der MIV wird mit zunehmendem Alter zuerst attraktiver, aber mit fortgeschrittenem Alter sinkt die Attraktivität wieder. Frauen wählen den Individualverkehr weniger als Männer. Ein höheres Einkommen und die Vollzeit-Erwerbstätigkeit wirken sich positiv auf die Wahl

des MIV aus. Personen aus Single-Haushalten wählen den MIV deutlich weniger als Personen in Familien-Haushalten oder aus Zweipersonenhaushalten. Der Führerscheinbesitz und die Verfügbarkeit eines PWs wirken sich stark positiv, der Besitz von Halbtax-Abo, Saisonticket oder GA wirken sich negativ auf die Wahl des motorisierten Individualverkehrs aus.

4.2.3 Modell öffentlicher Verkehr (ÖV)

Das Entscheidungsmodell für den öffentlichen Verkehr erklärt 75.4% aller Entscheidungen für oder gegen das Verkehrsmittel ÖV. Die Variablen in Tabelle 16 werden in das Modell aufgenommen.

Tabelle 16 Modell für die Verkehrsmittelwahl ÖV

	Logit- koeffizient	Effekt- Koeffizient	Wald- Testwert	Signifikanz
Weglänge	0.009	1.009	38.738	0.000
Arbeitsweg	0.701	2.015	57.459	0.000
Vollzeit erwerbstätig	-0.322	0.725	14.032	0.000
Familien-Haushalt	-0.316	0.729	12.311	0.000
PW verfügbar	-1.004	0.366	102.580	0.000
Halbtax-Abo	0.340	1.404	18.671	0.000
Saisonticket	1.727	5.626	405.819	0.000
Höherer Schulabschluss	-0.247	0.781	7.793	0.005
Konstante	-1.914	0.148	318.355	0.000
Prozentsatz der Richtigen	75.4%		N=	4293
Nagelkerkes Pseudo-R-Quadrat	0.278			

Eine grössere Weglänge ist leicht positiv für die Entscheidung zu Gunsten des öffentlichen Verkehrs, der Wegzweck „Arbeit“ ist stark positiv. Vollzeit Erwerbstätige und Personen aus einem Familienhaushalt entscheiden sich weniger für den ÖV als für andere Verkehrsmittel. Ein verfügbarer PW senkt die Attraktivität des öffentlichen Verkehrs. Das Halbtax-Abo wirkt sich zu Gunsten der Wahl ÖV aus, ein Saisonticket lässt Personen viel eher den ÖV wählen als Personen ohne ein Saisonticket. Ein höherer Schulabschluss erklärt indirekt eine Bevorzu-

gung der Verkehrsmittel LV und MIV. Der GA-Besitz erklärt die Entscheidung für oder gegen den ÖV nicht.

4.2.4 Modal-Split Schätzung und Weglänge

Die Verkehrsmittelwahl ist explizit von der Länge des Weges abhängig. Diese Beziehung wird für die Berechnung der Szenarien gebraucht und deshalb hier erläutert. Dazu werden die weiteren Einflussfaktoren als konstant gesetzt und erhalten die Werte einer repräsentativen Person. Das Untersuchungsjahr ist das Jahr 2000. Für das Einkommen wird anstelle eines mittleren der häufigste Wert verwendet. Aufgrund der Datengrundlage wird beim Alter der mittlere Wert gewählt. Die Angaben stammen von den statistischen Daten der Stadt Zürich (s. Kap. 3) oder aus den Daten des Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten. Die Durchschnittsperson ist in Tabelle 17 beschrieben.

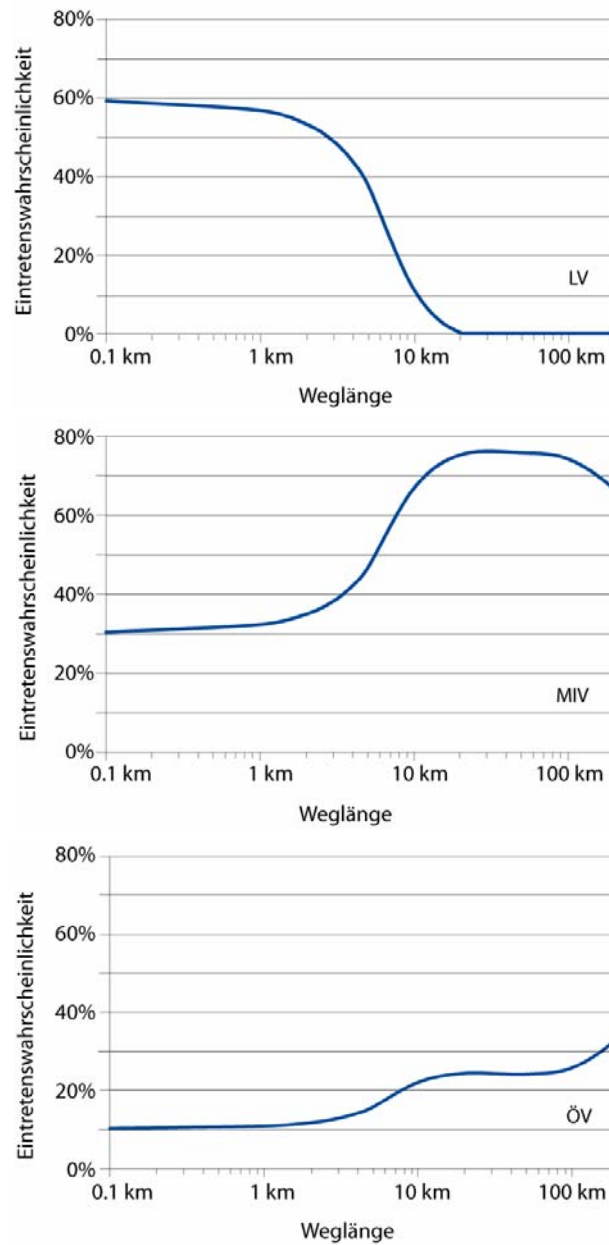
Tabelle 17 Charakteristik der Durchschnittsperson²⁵ im Jahr 2000 in % (*=metrisch)

	Wert
Alter*	40.3 Jahre
Weiblich	52.2%
Einkommen* (Median Monatseinkommen)	2'775 Fr.
Vollzeit erwerbstätig	33.5%
Höherer Schulabschluss	12.9%
Familien-Haushalt	33.2%
Single-Haushalt	39.3%
Führerscheinbesitz	64.4%
PW verfügbar	29.1%
Halbtax-Abo	31.8%
Saisonticket	16.6%
GA-Besitz	5.3%
Arbeitsweg	28.9%
Weg zum Einkaufen	24.7%
Freizeitweg	46.4%

²⁵ Durchschnittsperson der Gesamtbevölkerung in Zürich Nord

Die Wahl eines Verkehrsmittels des LV ist nur für kurze Weglängen attraktiv. Der MIV wird bei Weglängen von 10 bis 100 Kilometern am häufigsten gewählt. Für sehr lange Wege (länger 200km) strebt die Wahrscheinlichkeit Wahl MIV gegen 50%, da bei der Modellbildung nur kürzere Wege untersucht wurden. Die Verkehrsmittel des ÖV sind ebenfalls zwischen 10 und 100 Kilometer Weglänge stabil mit einer Wahrscheinlichkeit von 25%. Grafik 10 zeigt die Verläufe der Eintretenswahrscheinlichkeiten für die Verkehrsmittel in Abhängigkeit der logarithmierten Weglänge.

Grafik 10 Eintretenswahrscheinlichkeit der Verkehrsmittel Moden LV/MIV/ÖV in Abhängigkeit der Weglänge²⁶ (Mittlere Personenwerte im Jahr 2000)



²⁶ Es wurden Weglängen zwischen 0km und 200km untersucht.

5 Szenarien der Zukunftsentwicklung

Szenarien sind Bilder der Zukunft, die je nach unterschiedlichen Annahmen zur Veränderung der Randbedingungen verschieden gestaltet werden.

Grundsätzlich können die folgenden Einflussfaktoren identifiziert werden (ARE 2006):

- sozioökonomische Faktoren wie
 - Bevölkerung
 - Wirtschaft
 - Gesellschaft
- Entwicklung und Umsetzung von
 - Verkehrspolitik
 - Raumordnung
 - Technologie

Für das Gebiet Zürich Nord werden zwei Szenarien gebildet, das Trendszenario als Basis und ein Alternativszenario. Der Zeithorizont ist 25 Jahre, das Basisjahr ist das Jahr 2000. Die Zeitspanne ist eingeteilt in die Jahre 2000 bis 2005, 2005 bis 2015 und 2015 bis 2025.

Die Berechnung der Personenverkehrsleistung und des Modal-Splits für die Verkehrsszenarien erfolgt mit den durch die Regressionsanalyse gefundenen Parametern. Dazu werden die Personen- und Wegmerkmale der Durchschnittsperson aus dem Basisjahr 2000 nach Tabelle 17 verwendet und für die zukünftigen Jahre nach Szenario angepasst.

Bei der Schätzung des Modal-Splits wird die Konkurrenz nicht berücksichtigt. Deshalb werden die Resultate zusätzlich über die Summe auf 100% normiert. Zur Berücksichtigung der Häufigkeit der Weglängen wird die Verteilung der Weglängen aus dem Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten verwendet und damit Modal-Split-Weglängen Matrizen erstellt. Die Berechnung erfolgt für Distanzen von 0,1, 1-5, 10, 20, 50, 100, 200 und 500 Kilometer. Danach werden die dazwischen liegenden Werte linear interpoliert und die Eintretenswahrscheinlichkeit mit der Häufigkeit gewichtet. Für den Modal-Split nach Verkehrsleistung wird zusätzlich nach der Weglänge gewichtet.

5.1 Trendszenario

Das Trendszenario ist das Basisszenario. Die Ausgangslage bildet die bisherige Entwicklung der verwendeten Einflussgrössen. Bestehende Trends werden für den Szenarienzeitraum fortgeführt.

Die Extrapolation erfolgt für die Grössen Alter, Einkommen, Erwerbstätigkeit, Bildung und Haushaltsstruktur aufgrund der statistischen Daten der Stadt Zürich (s. Kap. 3) oder aus den Daten des Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten. Die Geschlechterverteilung und die Bevölkerungsentwicklung sind der Publikation „Bevölkerungsprognosen für die Stadt Zürich bis 2025“ (Statistik Stadt Zürich, 2005) entnommen. Die Prognose über den Besitz von Mobilitätswerkzeugen ist aus dem Grundlagenbericht für die Perspektiven des Schweizerischen Personenverkehrs bis 2030 (Axhausen et. al., 2004) und wurde auf die lokale Entwicklung in den letzten Jahren angepasst. Die Prognosen für die Wegzwecke sind aus den Perspektiven des schweizerischen Personenverkehrs bis 2030 (Bundesamt für Raumentwicklung, 2006).

In Tabelle 18 ist die Entwicklung der einzelnen Einflussgrössen für das Trendszenario mit den prognostizierten jährlichen Veränderungen angegeben. Das Durchschnittsalter sinkt in Zürich Nord weiter leicht um insgesamt 3.5% auf 38.9 Jahre bis im Jahr 2025. Das Einkommen erhöht sich um total 2.3% in derselben Periode, der Anteil der Vollzeit Erwerbstätigen nimmt ab um 14.5% auf 28.7%, der Anteil mit einem höheren Schulabschluss steigt auf 16.1% (+25.5%) und der Anteil der Personen in Familienhaushalten (Singlehaushalten) ändert sich auf 32.7% (44.8%) um -1.5% (+14%). Die Veränderung der Mobilitätswerkzeuge ist bis 2025 wie folgt:

- Führerscheinbesitz +17.5%-Punkte (Anteil +27.1% auf 81.9% der Bevölkerung)
- PW Verfügbarkeit +8.3%-Punkte (Anteil +28.6% auf 37.4% der Bevölkerung)
- Halbtax-Abo Besitz +3.3%-Punkte (Anteil +10.3% auf 35.1% der Bevölkerung)
- Saisontickets -3.3%-Punkte (Anteil -20% auf 13.3% der Bevölkerung)
- GA-Besitz +0.1%-Punkte (Anteil +1.6% auf 5.4% der Bevölkerung)

Bei den Wegzwecken steigert sich der Anteil der Freizeitwege aufgrund der sinkenden Zahl von Vollzeittätigen um 14.5% auf einen Anteil von 47.3% aller Wege und der Anteil der Pendlerwege sinkt um 15.6% auf 21.7%. Dies entspricht einer Veränderung der Anzahl Wege um +6%-Punkte bei den Freizeitwegen und um -4%-Punkte bei den Arbeitswegen. Der Anteil der Einkaufswege erhöht sich auf 24% um 9.1% oder um 2%-Punkte.

Tabelle 18 Prozentuale jährliche Veränderung der Einflussgrössen im Mittel der Anteile in der Bevölkerung oder der *Absolutwerte im Trendszenario (2000-2025)

	% p.a.	2000-2005	2005-2015	2015-2025	2000-2025
Alter*		-0.4%	-0.1%	0.0%	-0.1%
Weiblich		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Einkommen*		+0.1%	+0.1%	+0.1%	+0.1%
Vollzeit erwerbstätig		-0.9%	-0.6%	-0.5%	-0.6%
Höherer Schulabschluss		+1.0%	+0.8%	+1.0%	+1.0%
Familien-Haushalt		-0.1%	-0.1%	0.0%	-0.1%
Single-Haushalt		+0.6%	+0.5%	+0.5%	+0.5%
Führerscheinbesitz		+1.4%	+1.1%	+0.6%	+1.0%
PW verfügbar		+1.2%	+1.1%	+0.8%	+1.0%
Halbtax-Abo		+0.4%	+0.4%	+0.3%	+0.4%
Saisonticket		-0.7%	-0.9%	-0.9%	-0.9%
GA-Besitz		-0.4%	+0.2%	+0.2%	+0.1%
Arbeitsweg		-0.8%	-0.7%	-0.6%	-0.7%
Weg zum Einkaufen		+0.4%	+0.4%	+0.3%	+0.3%
Freizeitweg		+0.6%	+0.5%	+0.5%	+0.5%
Weglänge		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Zwischen 2000 und 2005 ist die Bevölkerung in Zürich Nord um 4.8% angestiegen. In der Periode 2000-2015 prognostiziert die Stadt Zürich für das Gebiet Zürich Nord ein jährliches Bevölkerungswachstum von 0.8% und in der Periode 2015-2025 ein jährliche Wachstum von 0.5% verbunden mit einer regen Bautätigkeit und dem Fortschreiten des strukturellen Wandels. Im Jahr 2025 wohnen damit 98'700 Personen in den Kreisen 11 und 12.

5.2 Alternativszenario

Das Alternativszenario baut auf dem Trendszenario auf, geht aber auf verschiedene davon abweichende Entwicklungen ein. In der bereits vergangenen Periode 2000-2005 sind die Vorhersagen identisch. Ab dem Jahr 2005 prognostiziert das Alternativszenario eine vorerst leicht-

te Abkühlung der Wirtschaftslage und ab 2015 einen Trendbruch mit einem deutlichen Anstieg der Energiepreise und verbunden mit einem realen Einkommensrückgang. Die Bevölkerungsentwicklung wird deutlich langsamer, Zürich Nord wächst zwar noch bis 2025 (unter Umständen zu Lasten anderer Stadtquartiere), aber nur noch moderat. Die Altersstruktur beginnt sich ab 2015 der gesamtschweizerischen Entwicklung anzupassen, das Durchschnittsalter beginnt wieder zu steigen. Noch verstärkt wird der Trend zur Teilzeitarbeit ab 2015. Immer mehr Personen teilen sich die vorhandene Arbeit, Frauen arbeiten häufiger und durch den prognostizierten Wiederanstieg der Familienhaushalte und den sich durchsetzenden Lebensformen von Paaren wird sich der Anteil an Teilzeitarbeit deutlich steigern. Diese Entwicklung wird zusätzlich durch die real abnehmenden Löhne, das gesteigerte Bildungsniveau und die weitere Verlagerung der Arbeitsstätten zum Dienstleistungssektor gestützt. Insgesamt wird die Gesellschaft mobiler. Rund ein Drittel der Bevölkerung hat bis 2015 einen PW zur Verfügung. In den Jahren 2015 bis 2025 tritt bedingt durch die steigenden Energiepreise die Trendwende ein. Die Personenwagenverfügbarkeit sinkt wieder leicht. Der öffentliche Verkehr gewinnt durch den Ausbau, die im Vergleich zum Individualverkehr geringere Preissteigerung und die steigende Überlastung der Strassen an Bedeutung. Knapp die Hälfte aller Bewohner wird bis 2025 über ein Abonnement des öffentlichen Verkehrs verfügen. Bei den Verkehrszwecken dominiert auch im Alternativszenario der Freizeitverkehr, erleidet jedoch ab 2015 ebenfalls einen Trendbruch und der Anteil beginnt wieder zu sinken. Der Pendlerverkehr nimmt anteilmässig ab, jedoch bedingt durch den Anstieg der Teilzeiterwerbstätigen weniger als im Trendszenario.

In Tabelle 19 ist die Entwicklung der einzelnen Einflussgrössen für das Alternativszenario mit den prognostizierten jährlichen Veränderungen angegeben. Die nachfolgenden Abschnitte erläutern die beschriebenen Entwicklungen detailliert.

Das Durchschnittsalter bleibt in Zürich Nord insgesamt auf dem Niveau vom Jahr 2000. Es sinkt bis 2010 vorerst noch bis zum Tiefstwert von 39.4 Jahren und steigt zwischen 2015 und 2025 wieder um 2.1% an. Das Einkommen sinkt ab 2015 und total um 0.6%, der Anteil der Vollzeit Erwerbstätigen nimmt ab um 28.4% auf 24.0%, der Anteil mit einem höheren Schulabschluss steigt auf 16.1% (+25.5%) wie im Trendszenario und der Anteil der Personen in Familienhaushalten (Singlehaushalten) ändert sich auf 35.0% (42.8%) um +5.4% (+8.9%). Die Trendwende bei den Familienhaushalten ist in der Periode 2005-2015, wo die Zahl erstmals seit 1970 wieder konstant ist und ab 2015 wieder ansteigt. Die Veränderung der Mobilitätswerkzeuge ist bis 2025 wie folgt:

- Führerscheinbesitz +12.9%-Punkte (Anteil +20.0% auf 77.3% der Bevölkerung)

- PW Verfügbarkeit +3.2%-Punkte (Anteil +11.0% auf 32.3% der Bevölkerung)
- Halbtax-Abo Besitz +4.8%-Punkte (Anteil +15.0% auf 36.6% der Bevölkerung)
- Saisontickets +1.2%-Punkte (Anteil +7.0% auf 17.8% der Bevölkerung)
- GA-Besitz +1.0%-Punkte (Anteil +18.0% auf 6.3% der Bevölkerung)

Der Führerscheinbesitz steigt im Alternativszenario geringer als im Trendszenario, allerdings ebenfalls noch stark, da die Erhöhung hauptsächlich durch die ablebenden Altersgruppen mit einer niedrigen Führerscheinbesitz-Quote bedingt ist. Die Verfügbarkeit von PWs steigt jedoch deutlich geringer (+11% Anteilsveränderung anstelle von +28.6%). Der Besitz von Halbtax-Abos und der GAs entwickelt sich im Alternativszenario ähnlich stark nach oben, wenn auch auf unterschiedlichem Niveau. Im Jahr 2025 ist der Bevölkerungsanteil mit Halbtax-Abonnementen wieder höher als Bevölkerungsanteil mit einem verfügbaren PW (36.6% Halbtax-Abo gegenüber 32.3% PW-Verfügbarkeit). Der GA-Besitz erhöht sich bis 2025 zwar nur um einen Anteil in der Bevölkerung von 1.6%, das ist aber eine Steigerung der Anzahl Abos von insgesamt 34.1% gegenüber dem Jahr 2000. Die Saisontickets nehmen ab 2005 wieder zu und erreichen bis 2025 beim Bevölkerungsanteil ein Plus von 7.0% (gegenüber einem Minus von 20% im Trendszenario).

Bei den Wegzwecken steigert sich der Anteil der Freizeitwege trotz stark sinkendem Beschäftigungsgrad weniger als im Trendszenario, nämlich um 7.3% auf einen Anteil von 44.3% aller Wege infolge der steigenden Energiepreise und des sinkenden Lohnniveaus. Der Anteil der Pendlerwege sinkt analog zum Trendszenario um 15.6% auf 21.7%, also relativ etwas weniger. Dies entspricht einer Veränderung der Anzahl Wege um +3%-Punkte bei den Freizeitwegen und um -4%-Punkte bei den Arbeitswegen. Der Anteil der Einkaufswege erhöht sich wie im Trendszenario auf 24% um 9.1% oder um 2%-Punkte.

Tabelle 19 Prozentuale jährliche Veränderung der Einflussgrössen im Mittel der Anteile in der Bevölkerung oder der *Absolutwerte im Alternativszenario (2000-2025)

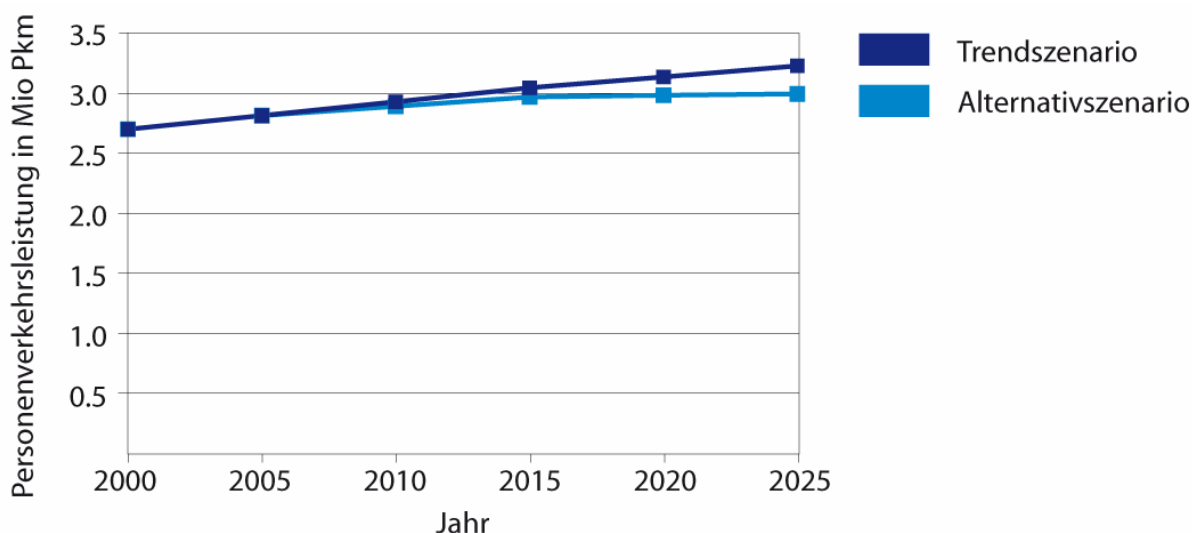
	% p.a.	2000-2005	2005-2015	2015-2025	2000-2025
Alter*		-0.4%	0.0%	+0.2%	0.0%
Weiblich		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Einkommen*		+0.1%	+0.1%	-0.2%	0.0%
Vollzeit erwerbstätig		-0.9%	-0.3%	-2.5%	-1.3%
Höherer Schulabschluss		+1.0%	+0.8%	+1.0%	+1.0%
Familien-Haushalt		-0.4%	0.0%	+0.7%	+0.2%
Single-Haushalt		+0.8%	+0.5%	0.0%	+0.3%
Führerscheinbesitz		+1.4%	+1.1%	0.0%	+0.7%
PW verfügbar		+1.2%	+0.7%	-0.2%	+0.4%
Halbtax-Abo		+0.4%	+0.7%	+0.4%	+0.6%
Saisonticket		-0.7%	-0.4%	+0.7%	0.3%
GA-Besitz		-0.4%	+0.4%	+1.5%	+0.7%
Arbeitsweg		-0.8%	-0.7%	-0.6%	-0.7%
Weg zum Einkaufen		+0.4%	+0.4%	+0.3%	+0.3%
Freizeitweg		+0.6%	+0.5%	-0.2%	+0.3%
Weglänge		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Zwischen 2000 und 2005 ist die Bevölkerung in Zürich Nord um 4.8% angestiegen. In der Periode 2000-2015 wird der prognostizierte Wert aus dem Trendszenario von 0.8% übernommen, in der Periode 2015-2025 hingegen von einem moderateren jährlichen Wachstum von 0.2% ausgegangen. Im Jahr 2025 wohnen damit 93'200 Personen in den Kreisen 11 und 12, das sind 5'500 weniger als im Trendszenario.

6 Verkehrsszenarien

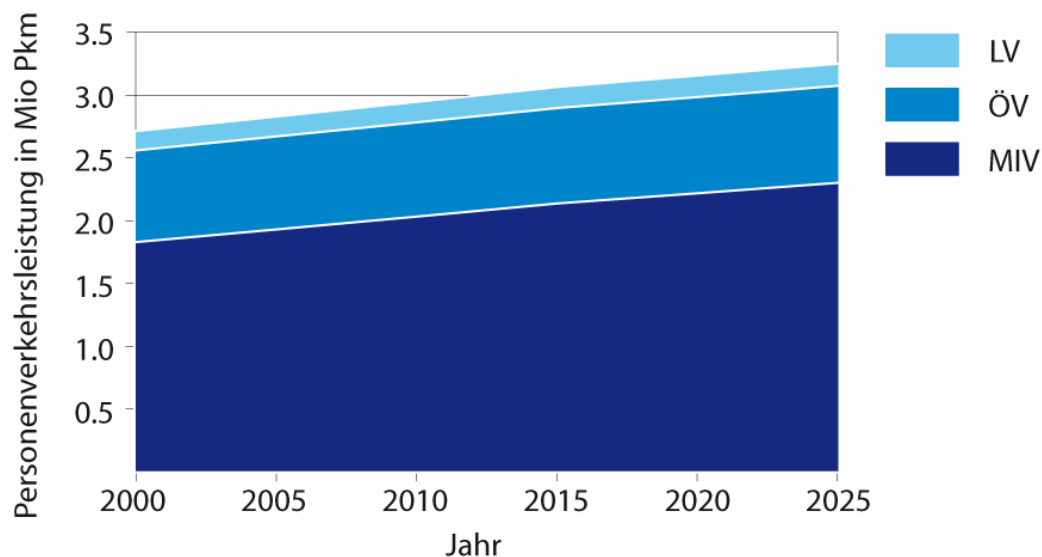
Die gesamten täglichen Personenverkehrsleistungen der Bevölkerung aus Zürich Nord werden zwischen 2000 und 2025 von 2.7 Millionen Personenkilometern (Pkm) je nach Szenario um 0.3 bis 0.5 Mio. Pkm zunehmen. Das entspricht einem Wachstum zwischen 11% und 20%. Der Individualverkehr bleibt das meist gewählte Verkehrsmittel und wächst weiterhin stärker als der öffentliche Verkehr. Die Verlagerung beträgt zwischen einem und drei Prozentpunkten zugunsten des Individualverkehrs.

Grafik 11 Personenverkehrsleistungsentwicklung 2000 bis 2025 nach Szenarien (in Millionen Pkm)

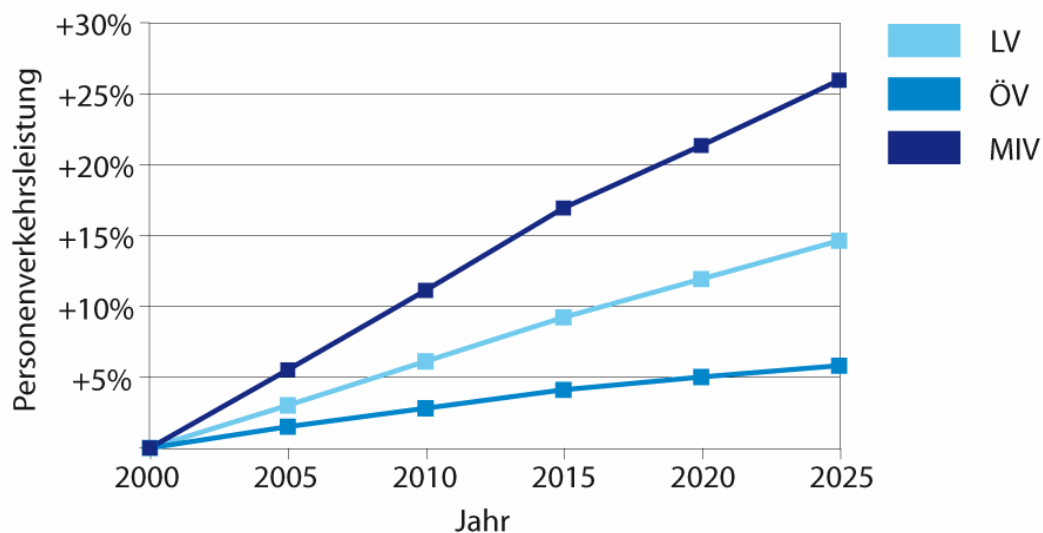


Im Trendszenario wächst die Personenverkehrsleistung um 0.5 Mio. Pkm. Das sind 20% mehr Verkehr im Jahr 2025 als im Jahr 2000 (Grafik 12). Die jährlichen Wachstumsraten betragen zwischen 0.6% und 0.8% (Tabelle 20), die zurückgelegte Strecke der Durchschnittsperson steigt bis 2025 um 0.3% auf 32.9 km.

Grafik 12 Personenverkehrsleistungsentwicklung nach Verkehrsmitteln 2000 bis 2025 (in Millionen Pkm) im Trendszenario



Grafik 13 Personenverkehrsleistungsentwicklung nach Verkehrsmitteln 2000 bis 2025 (in %) im Trendszenario



Der Individualverkehr steigert seine Personenverkehrsleistung überdurchschnittlich stark um 25.9% oder mehr als 450'000 Pkm (Grafik 13). Dies vor allem infolge der ebenfalls stark an-

steigenden Verfügbarkeit an Personenwagen. Der öffentliche Verkehr erhöht seine Leistung um rund 40'000 Pkm (+5.8%) und der Langsamverkehr um 20'000 Pkm (+14.6%).

Der MIV steigert seinen Anteil am Modal-Split zwischen 2000 und 2025 von 67.5% jährlich um 0.5 bis 0.8 %-Punkte und hat im Jahr 2025 einen Anteil an der gesamten Personenverkehrsleistung von 70.9% (Grafik 14). Der ÖV hingegen verliert Anteile, bis 2015 jährlich 0.7 %-Punkte, danach noch jährlich 0.5 %-Punkte. Nach einem Anteil von 26.9% im Jahr 2000 erreicht er damit im 2025 noch 23.7%. Der LV nimmt ebenfalls ab von 5.7% auf 5.4%. Der Modal-Split der Anzahl Wege verändert sich zwischen 2000-2025 von 43.2/48.9/16.9% (LV/MIV/ÖV) auf 32.9/52.9/14.2%.

Grafik 14 Entwicklung des Modal-Split der Personenverkehrsleistungen 2000 bis 2025 (in %) im Trendszenario

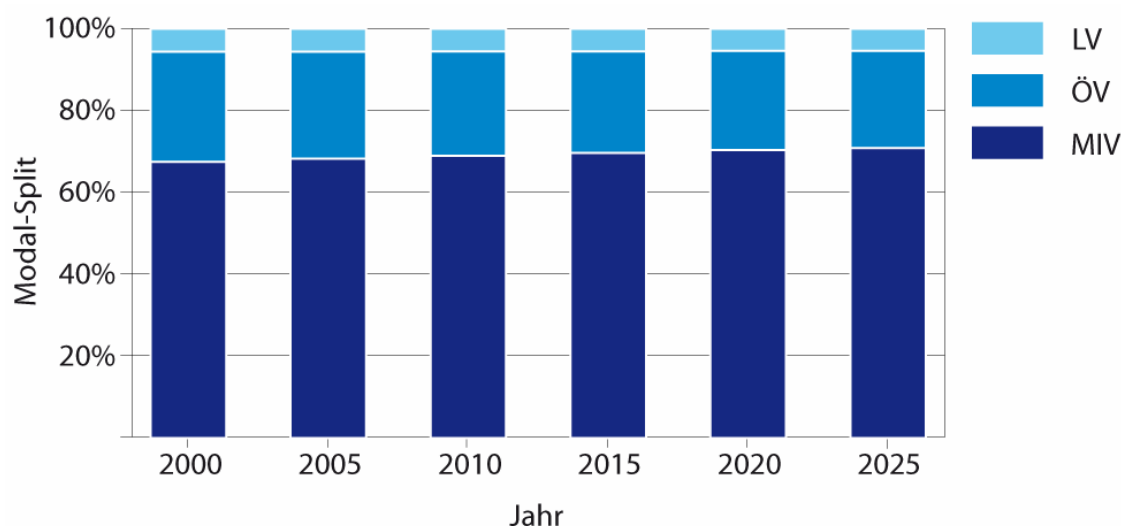
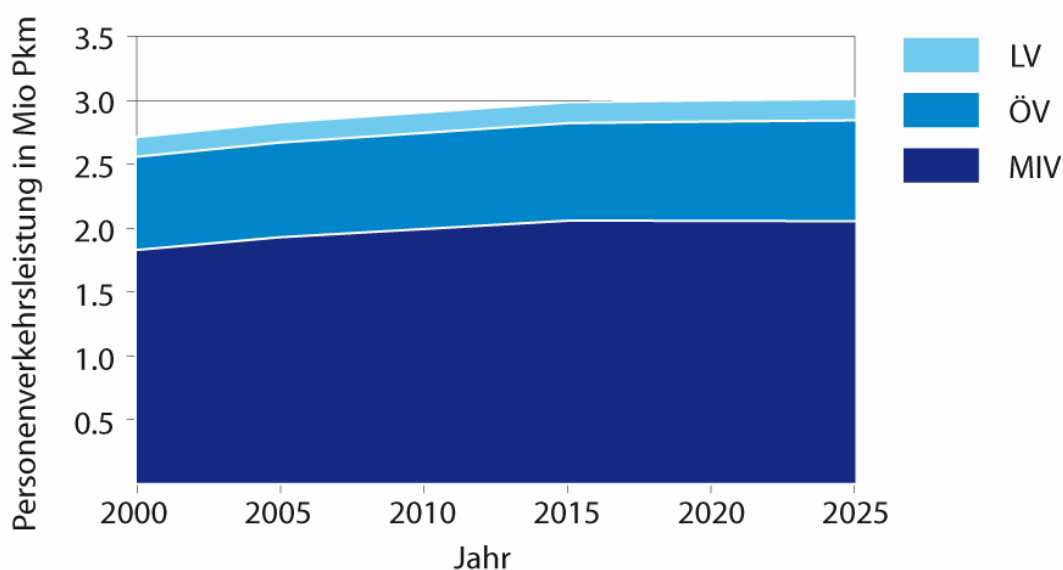


Tabelle 20 Prozentuale jährliche Veränderung der Personenverkehrsleistung 2000-2025 im Trendszenario

	% p.a.	2000-2005	2005-2015	2010-2025	2000-2025
LV		+0.6%	+0.6%	+0.5%	+0.5%
MIV		+1.1%	+1.0%	+0.7%	+0.9%
ÖV		+0.3%	+0.3%	+0.2%	+0.2%
Total		+0.8%	+0.8%	+0.6%	+0.7%

Im Alternativszenario wächst die Personenverkehrsleistung um 0.3 Mio. Pkm (Grafik 15). Das sind 11% mehr Verkehr im Jahr 2025 als im Jahr 2000 und 0.2 Mio. Pkm oder rund ein Drittel weniger Zunahme als im Trendszenario. Die jährlichen Wachstumsraten betragen zwischen 0.1% und 0.8% (Tabelle 21), wobei die tiefen Zuwachsraten ab 2015 realisiert werden. Sie sind bedingt durch das sinkende Durchschnittseinkommen und der verstärkt abnehmende Anteil der Vollzeit Erwerbstätigen. Die zurückgelegte Strecke der Durchschnittsperson sinkt bis 2025 um 1.6% auf 32.3 km.

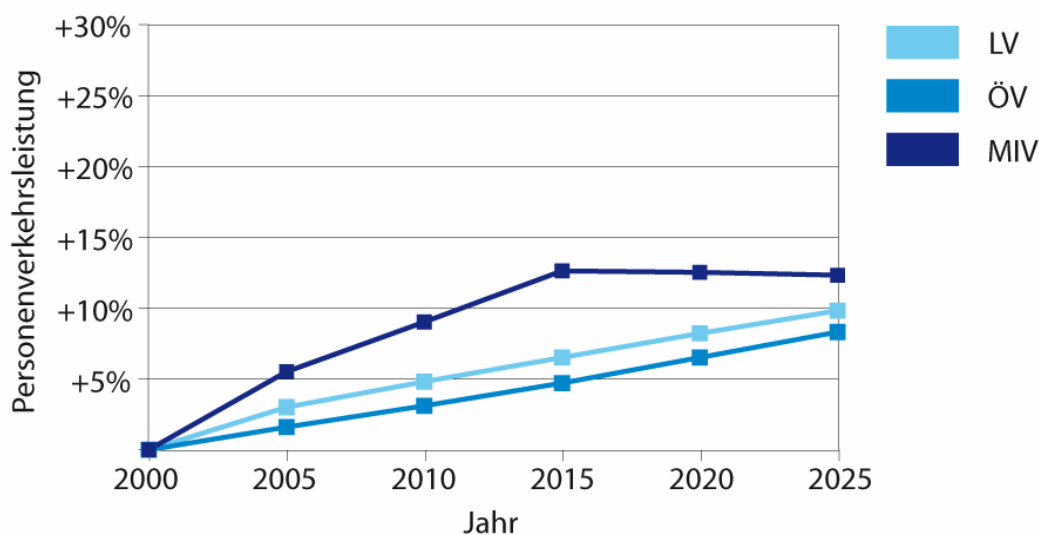
Grafik 15 Personenverkehrsleistungsentwicklung nach Verkehrsmitteln 2000 bis 2025 (in Millionen Pkm) im Alternativszenario



Der Individualverkehr steigert seine Personenverkehrsleistung bis 2015 weniger als im Trendszenario, aber immer noch überdurchschnittlich stark um 12.6% oder rund 230'000 Pkm. In der Periode 2015-2025 (Grafik 16) stagniert der Individualverkehr (-0.2%), denn die Verfügbarkeit an Personenwagen stagniert, der Anteil der ÖV-Abonnement Besitzer steigt verstärkt an und die Einkommen beginnen sich wieder zu senken. Der öffentliche Verkehr erhöht seine Leistung um rund 60'000 Pkm (+8.3%), das sind ein Drittel mehr Steigerung als im Trendszenario. Der Langsamverkehr steigt um 15'000 Pkm (+9.8%).

Der MIV steigert seinen Anteil am Modal-Split bis 2015 vorerst von 67.5% jährlich um 0.4 bis 0.8 %-Punkte, aber verliert nach dem Höchststand von 69.0% jährlich 0.4 %-Punkte auf einen Anteil an der gesamten Personenverkehrsleistung von 68.2% im Jahr 2025 (Grafik 17). Der ÖV hingegen steigert seine Anteile ab 2015 vom Tiefstpunkt von 25.5% jährlich um 0.3 %-Punkte auf den Wert vom Jahr 2005 von 26.2%. Der LV stagniert (5.6% im 2025). Der Modal-Split der Anzahl Wege verändert sich zwischen 2000-2025 von 43.2/48.9/16.9% (LV/MIV/ÖV) auf 33.7/50.0/16.3%.

Grafik 16 Personenverkehrsleistungsentwicklung nach Verkehrsmitteln 2000 bis 2025 (in %) im Alternativszenario



Grafik 17 Entwicklung des Modal-Split der Personenverkehrsleistungen 2000 bis 2025 (in %) im Alternativszenario

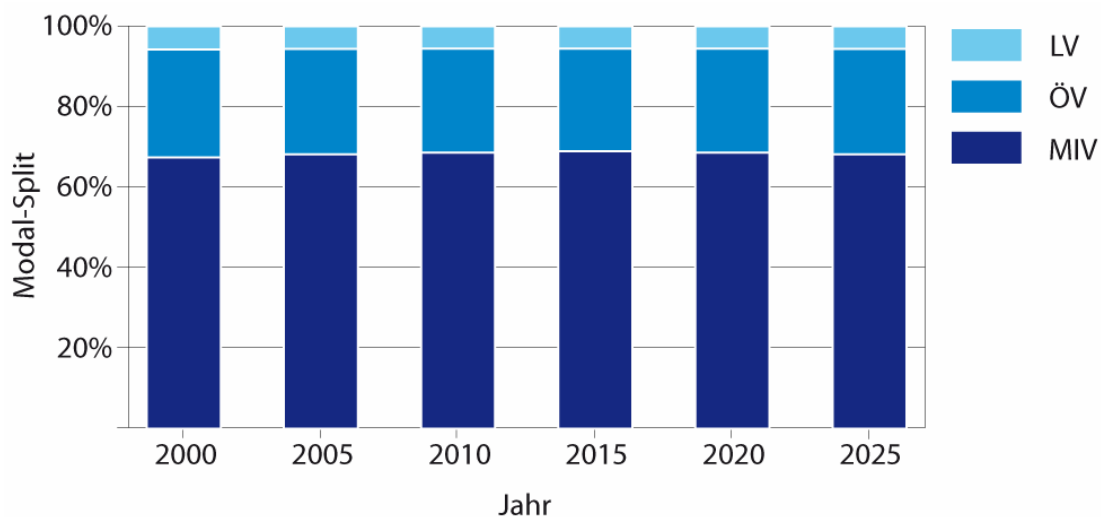


Tabelle 21 Prozentuale jährliche Veränderung der Personenverkehrsleistung 2000-2025 im Alternativszenario

% p.a.	2000-2005	2005-2015	2010-2025	2000-2025
LV	+0.6%	+0.3%	+0.3%	+0.4%
MIV	+1.1%	+0.7%	+0.0%	+0.5%
ÖV	+0.3%	+0.3%	+0.3%	+0.3%
Total	+0.8%	+0.5%	+0.1%	+0.4%

7 Bewertung und Ausblick

Die Vergleichbarkeit der Prognoseergebnisse zur Plausibilitätsprüfung mit anderen Vorhersagen ist durch eine Vielzahl von Annahmen und Randbedingungen erschwert. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich geografisch auf einen kleinen Raum und befasst sich ausschliesslich mit dem Verkehr der Bevölkerung aus diesem Gebiet. Grundsätzlich ist die Aussagekraft massgebend durch die Modell- und Methodenwahl beeinflusst. Mit einer getrennten Schätzung der Modal-Splits nach Verkehrszwecken oder durch eine vorgeschaltete Schätzung der Mobilitätswerkzeuge könnten die Szenarien zusätzliche Informationen vermitteln. Es muss beachtet werden, dass eine solche Prognose immer nur für die in der Vergangenheit ermittelten Zusammenhänge gelten kann. Der Vorhersagezeitraum von 25 Jahren ist für menschliches Ermessen nur schwer überblickbar. Man stelle sich eine Prognose aus dem Jahre 1981 vor. Damals gab es keinen PC, kein Handy, keinen Taktfahrplan und das Frauenstimmrecht gab es erst seit zehn Jahren. Die Entwicklungsszenarien sind aus der Sicht des Jahres 2006 erstellt und es kann keine statistische Eintretenswahrscheinlichkeit angegeben werden. Für die Anwendung der Prognosen sind somit das Erkennen von Zusammenhängen und Tendenzen die wichtigen Aussagen.

Die Berechnungen im Trendszenario zeigen, dass die Nachfrage nach Verkehrsleistung in Zukunft weiter ansteigen wird. Einerseits sollen deshalb möglichst viele Randbedingungen so geschaffen werden, dass die Auswirkungen auf das Verkehrsverhalten durch Entwicklungen in Umwelt und Gesellschaft nachhaltig sind und ein verträgliches Mass an Verkehr nicht überschreiten. Dies bedeutet zum Beispiel eine konsistente Entwicklung von Bevölkerung und Arbeitsplätzen und vertiefte Strategien und Massnahmen in der Verkehrs- und Raumplanungspolitik. Andererseits müssen sich die verschiedenen Verkehrsmittel ideal ergänzen, um gemeinsam den Verkehr mit einer angestrebten Qualität bewältigen zu können. Ausbauten des öffentlichen Verkehrs und Optimierungen im Verkehrsablauf des Individualverkehrs sollten deshalb nach einer mittel- bis langfristigen Strategie erfolgen und zeitgleich zur Gebietsentwicklung realisiert werden.

In der Literaturliste im Anhang werden verschiedene Ansätze zur Steuerung von Art und Menge der nachgefragten Verkehrsleistung sowie der daraus resultierenden internen und externen Kosten diskutiert.

8 Dank

Ich bedanke mich bei den folgenden Personen für die Unterstützung beim Erarbeiten meiner Semesterarbeit „Verkehrsszenarien Zürich Nord“:

Herrn Prof. Kay W. Axhausen und Herrn Dr. Milenko Vrtic für die Betreuung, die vielen Anregungen und die konstruktive Kritik.

Frau Doris Rapold von der Statistik Stadt Zürich für die schnelle und umfangreiche Aufbereitung der Zeitreihen.

Den kontaktierten Mitarbeitern von der Stadt Zürich, SBB, ZVV und VBZ für ihre freundlichen und kompetenten Auskünfte.

Den Herren Frank Schiffmann und Boris Jäggi: Frank für das Asyl im Büro HIL F13.1 und die gute Arbeitsatmosphäre und meinem Kommilitone Boris für unsere anregenden Diskussionen und die Erheiterung zwischen dem Arbeiten.

9 Literatur

- Axhausen, K.W., S. Beige und M. Bernard (2004) Prognose über Besitz und Nutzungsintensität von Mobilitätswerkzeugen im Personenverkehr, *Grundlagenbericht für die Perspektive des Schweizer Personenverkehrs bis 2030*, Schlussbericht für das Bundesamt für Raumentwicklung, Bern.
- Bundesamt für Raumentwicklung (2006) Perspektiven des schweizerischen Personenverkehrs bis 2030, Bundesamt für Raumentwicklung ARE, Bern
- Bundesamt für Raumentwicklung, Bundesamt für Statistik (2001) Mobilität in der Schweiz, *Ergebnisse des Mikrozensus 2000 zum Verkehrsverhalten*, Bern und Neuenburg.
- Stadt Zürich (2006) Impulse für Zürich Nord *Ein Legislatorschwerpunkt des Stadtrats von Zürich 2002-2006, Schlussbericht*, Stadt Zürich, Zürich.
- Statistik Stadt Zürich (2004) „Glatttalstadt“ und „Limmattalstadt“ im Vergleich zur Stadt Zürich, **3/2004**, Statistik Stadt Zürich, Zürich.
- Statistik Stadt Zürich (2005) Bevölkerungsprognosen Stadt Zürich bis 2025, **15/2005**, Statistik Stadt Zürich, Zürich.
- Statistik Stadt Zürich (2005) Wohnen und Arbeiten in der Stadt Zürich *Binnenpendelnde 1990 und 2000*, **14/2005**, Statistik Stadt Zürich, Zürich.

Anhänge

A 1 Literatur «Impact Analysis»

- Barton-Aschman Associates, Inc. (1990) Transportation Impact Studies for Proposed Development, *Applicant's Guide* <http://ntl.bts.gov/DOCS/indi.html> Division of Planning, Department of Metropolitan Development, City of Indianapolis, April 2006.
- City Planning & Development Department City of Kansas City (2001) Traffic Impact Analysis, *Guidelines for a traffic impact analysis report for proposed developments in Kansas city*, <http://www.kcmo.org/planning/pdf/devmgt/trafimp.pdf> City Planning & Development Department, City of Kansas City, April 2006.
- Department of Community Affairs Georgia (undated) Traffic Impact Studies, § 7-6, http://www.dca.state.ga.us/intra_nonpub/Toolkit/ModelOrdinances/AltZ/7_6.pdf Department of Community Affairs, Georgia, Atlanta, April 2006.
- Department of Transportation California (2002) Guide for the Preparation of Traffic Impact Studies, *The Operational Systems Branch*, <http://www.dot.ca.gov/hq/traffops/developserv/operationalsystems/reports/tisguide.pdf> Department of Transportation (Caltrans), State of California, California, April 2006.
- Dunn, B. J. (2005) West Powell Boulevard Wal-Mart Retail Center – Supplement Traffic Impact Analysis, *Technical Memorandum*, http://www.kittelson.com/projects/6713_pdf/may_5_tech_memo.pdf Kittelson & Associates, Inc., Portland, April 2006.
- Dunn, B. J. (2005) West Powell Boulevard Wal-Mart Retail Center (Gresham, Oregon), *Transportation Impact Analysis*, http://www.kittelson.com/projects/6713_pdf/Trans_impact_anal.pdf Kittelson & Associates, Inc., Portland, April 2006.
- Institute of Transportation Engineers (2006) Transportation Impact Analyses for Site Development, *Recommended Practices*. Institute of Transportation Engineers (ITE), Washington.
- Savell, A. (2005) Exeter Gateway Intermodal Freight Terminal, *Addendum to the June 2000 Traffic Impact Assessment*, http://www.eastdevon.gov.uk/plg_intermodal-appendix10.1_ta_addendum_report.pdf Savell Bird & Axon, London, April 2006.
- The Institution of Highways & Transportation (1994) Traffic Impact Assessment, *Guidelines*. The Institution of Highways & Transportation (IHT), London.

The Maryland-National Capital Park & Planning Commission (2002) Guidelines for the Analysis of the Traffic Impact of Development Proposals, *The technical standard for the evaluation of the adequacy of transportation facilities by the Prince George's County Planning Board*,

http://www.mncppc.org/county/Traffic_Impact_Guidelines.pdf The Maryland-National Capital Park & Planning Commission, Prince George's County Planning Department, Maryland, April 2006.

Traffic & Transportation Group Harris County Texas (undated) Traffic Impact Analysis Guidelines, *Traffic Planning and Design Guidelines*,

http://www.eng.hctx.net/traffic/tia_guidelines.pdf Traffic & Transportation Group, Engineering Division, Harris County Public Infrastructure Department, Houston Texas, April 2006.

Tri-County Regional Planning Commission (1994) Evaluating Traffic Impact Studies, A

Recommended Practice for Michigan Communitites <http://ntl.bts.gov/DOCS/etis.html> Michigan Department of Transportation (MDOT), Michigan, April 2006.

Wolfe, D. L. (1997) Traffic Impact Analysis, *Report Guidelines*,

<http://ladpw.org/Traffic/Traffic%20Impact%20Analysis%20Guidelines.pdf> Department of Public Works, County of Los Angeles, Los Angeles, April 2006.

A 2 Literatur «Transport Assessment»

Development Department (2002) Guide to Transport Assessment for Development Proposals in Scotland, *Transport Research Series*,

<http://www.scotland.gov.uk/cru/kd01/blue/gtta.pdf> Development Department, Scottish Executive, Crown, April 2006.

Development Department (2005) Planning for Transport, *Planning Advice Note PAN 75*,

<http://www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/57346/0016795.pdf> Development Department, Scottish Executive, Crown, April 2006.

Development Department (2005) Planning: Guide to Transport Assessment in Scotland,

Draft for Consultation, <http://www.scotland.gov.uk/Resource/Doc/927/0016387.pdf> Development Department, Scottish Executive, Crown, April 2006.

Development Department (2005) Planning: Transport Assessment and Implementation: A

Guide, http://www.eng.hctx.net/traffic/tia_guidelines.pdf Development Department, Scottish Executive, Crown, April 2006.

Edwards, M. M. (2000) Community Guide to Development Impact Analysis, *Wisconsin Land Use Research Program*

http://www.lic.wisc.edu/shapingdane/facilitation/all_resources/impacts/CommDev.pdf University of Wisconsin–Madison, Madison, April 2006.

European Commission (2005) Impact Assessment Guidelines, *SEC(2005) 791*, http://europa.eu.int/comm/enterprise/regulation/better_regulation/impact_assessment/docs/sec_2005_791_guidelines_annexes.pdf European Commission, European Union (EU), April 2006.

Noland, R. B. (2004) Transport Policy and Assessment Procedures in the United Kingdom, *Lessons for the Federal District of Mexico City*, http://www.itdp.org/read/Mex%20White%20Paper_UK.pdf Centre for Transport Studies, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Imperial College London, April 2006.

Roads Service (2001) Transport Assessment - Traffic Impact Assessment: Guidelines, <http://www.roadsni.gov.uk/publications/specific/TransportAssess.pdf> Roads Service, Department for Regional Development, April 2006.

A 3 Literatur «Impact Fees» und «Developer Exactions»

Board of Highway District (1997) A Planner's Guide to Financing Public Improvements, *Chapter 4 – Fees and Exactions*, <http://ceres.ca.gov/planning/financing/chap4.html> Governor's Office of Planning and Research, State of California, Sacramento, April 2006.

Board of Highway District (2004) Exhibit A, *Capital Improvements Plan*, http://achd.ada.id.us/pdf/impact/Ordinance200/Exhibit_A.pdf Ada County Highway District (ACHD), Garden City, April 2006.

Board of Highway District (2004) Exhibit B, *Capital Improvements Plan*, http://achd.ada.id.us/pdf/impact/Ordinance200/Exhibit_B.pdf Ada County Highway District (ACHD), Garden City, April 2006.

Board of Highway District (2004) Exhibit C, *Capital Improvements Plan*, http://achd.ada.id.us/pdf/impact/Ordinance200/Exhibit_C.pdf Ada County Highway District (ACHD), Garden City, April 2006.

Board of Highway District (2004) Impact Fee, *Ordinance No. 200*, <http://achd.ada.id.us/pdf/impact/Ordinance200/Ordinance200.pdf> Ada County Highway District (ACHD), Garden City, April 2006.

Callies, D. L. (1997) Exactions, Impact Fees And Other Land Development Conditions, *Revolutionary Ideas in Planning*, <http://www.asu.edu/caed/proceedings98/Callies/callies2.html> The American Institute of Certified Planners (AICP), Arizona, April 2006.

Jeong, M.-G. (2004) Local Land Use Choices: An Empirical Investigation of Development Impact Fees in Florida, *Dissertation*, [http://etd.lib.fsu.edu/theses/available/etd-07162004-110122/unrestricted/Dissertation\(Jeong\).pdf](http://etd.lib.fsu.edu/theses/available/etd-07162004-110122/unrestricted/Dissertation(Jeong).pdf) College of Social Sciences, The Florida State University, Tallahassee, April 2006.

Marla D. and S. M. Sheffrin (1997) Development Fees and New Homes: Paying the Price in California, *Research Brief*, http://www.ppic.org/content/pubs/report/R_697SSR.pdf Public Policy Institute of California, San Francisco, April 2006.

Marla D. and S. M. Sheffrin (1997) Who Pays for Development Fees and Exactions?, *Report*, http://www.ppic.org/content/pubs/report/R_697SSR.pdf Public Policy Institute of California, San Francisco, April 2006.

PolicyLink (undated) Developer Exactions, *Equitable Development Toolkit*, <http://www.policylink.org/EDTK/Exactions/> PolicyLink, Oakland, April 2006.

A 4 Literatur «Adequate Public Facilities Ordinances»

Read, D. C. and S. H. Ott (2006) Adequate Public Facilities Ordinances in North Carolina, A *Legal Review (Working Paper)* <http://www.naiop.org/foundation/apfonclegal.pdf> Center for Real Estate, University of North Carolina (UNC) Charlotte, Charlotte, Mai 2006.

Real Estate and Building Industry Coalition (undated) Adequate Public Facilities Ordinances (APFO) <http://www.rebic.com/library/South%20Carolina/APFO.pdf> Real Estate and Building Industry Coalition (REBIC), Charlotte, Mai 2006.

A 5 Literatur Verkehrsauswirkungen

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (1992) UVP bei Strassenverkehrsanlagen, *Anleitung zur Erstellung von UVP-Berichten* <http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/shop/files/pdf/php7lz7xr.pdf> Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) und Bundesamt für Strassenbau (ASB) und Vereinigung Schweiz. Verkehrsingenieure (SVI), Bern, Mai 2006.

ETH Zürich (2002) Das Fahrleistungsmodell im Kanton Bern als Beitrag zu einer nachhaltigen Raumentwicklung, *Bericht* http://e-collection.ethbib.ethz.ch/ecol-pool/bericht/bericht_268.pdf ETH Zürich, Zürich, Mai 2006.

Fellmann A. (2005) Mobilität steuern – Das Zürcher Fahrtenmodell, *collage 6/05 Zeitschrift für Planung, Umwelt und Städtebau (Seite 15 - 18)* http://www.stadt-zuerich.ch/internet/west/home/planung_gebiet/gesamtverkehrskonzeption.ParagraphContainerList.ParagraphContainer1.ParagraphList.0005.File.pdf/Z%C3%BCrcher%20Fahrtenmodell.pdf Fachverband Schweizer RaumplanerInnen (FSU), St. Gallen, Mai 2006.

Kanton Bern (2005) Berner Fahrleistungsmodell, *Grundlagen und Anwendung* <http://www.vol.be.ch/beco/umwelt/documents/Berner%20Fahr1.Modell%2006.pdf> Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (AGR) und beco Berner Wirtschaft, Bern, Mai 2006.

Perren P. und H.-J. Wettstein (2004) Empfehlungen Publikumsintensive Einrichtungen, *Abstimmung der kantonalen Luftreinhalte-Massnahmenplanung mit der kantonalen Richtplanung (Vernehmlassungsbericht)*
<http://www.are.admin.ch/imperia/md/content/are/raumplanung/grundlagen/38.pdf>,
Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, Mai 2006.

Stadt Zürich (2001) Fahrtenmodell Zürich West, *Diskussionsgrundlage* http://www.stadt-zuerich.ch/internet/taz/home/mobilitaet/individual_verkehr.ParagraphContainerList.ParagraphContainerList.0068.File.pdf/fahrtenmodell_zh_west.pdf
Verkehrsplanung, Tiefbauamt der Stadt Zürich und Umweltschutzfachstelle, Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich, Stadt Zürich, Zürich, Mai 2006.

Widmann, R. und G. Wulforth (2005) Hinweise zur Standortentwicklung an Verkehrsknoten. Arbeitsgruppe Verkehrsplanung, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Wuppertal.